

**M.G.SAFIN**

**BIOKIMYO VA MOLEKULAR BIOLOGIYA**

**SAMARQAND – 2021**

**UDK:**  
**BBK;**  
**C**

**Safin Mars Gabdulxakovich. Biokimyo va molekular biologiya.**  
**SamDU, \_\_\_\_, 2021. 350 b.**

## KIRISH

Biologik kimyo – tirik organizmlarning tarkibi, ularda uchraydigan birikmalarning strukturasi, xossalari, lokalizatsiyasi, ularning hosil bo‘lish yo‘llari va qonuniyatlarini, almashinuvi mexanizmlarini o‘rganuvchi fandır. Insoniyat uchun biokimyoning fan sifatidagi ahamiyatini baholash ancha mushkul bo‘lib, u tibbiyot, qishloq xo‘jaligi, biotexnologiya, genetik muhandislik va qator sanoat tarmoqlari, o‘rmon xo‘jaligining nazariy asoslaridan biri hisoblanadi. Jonajon respublikamizda mustaqillik yillarida va ayniqsa, hozirgi fan va texnikaning mislsiz darajada rivojlanish davrida xalq xo‘jaligining barcha jabhalari uchun yuqori malakali kadrlar tayyorlash muhim ahamiyat kasb etadi. Mazkur darslik biolog mutaxassisligi bo‘yicha bakalavr akademik darajali kadrlar tayyorlash uchun mo‘ljallangan o‘quv manbai bo‘lib, u ushbu fanga oid barcha zamonaviy materiallarni o‘zida mujassamlashtirgan. Darslik OTMga tegishli barcha hujjatlar talablariga, ya’ni DTS va unga mos tarzda tuzilgan namunaviy dastur talablariga to‘liq javob beradi.

Biokimyoning rivojlanishini belgilovchi kashfiyotlarning mislsiz yangilanib borishi bilan bog‘liq bo‘lgan hozirgi kunda yaratilayotgan ushbu o‘quv manbai zamon talabiga mos bo‘lishi lozim. Xususan, unda biokimyoning zamonaviy rivojlanishidagi ilmiy tadqiqotlarning natijalari, shuningdek, ushbu fanning rivojlanish istiqbollari oid materiallar bayoni keltiriladi. Darslikda hayotiy jarayonlarning kimyoviy jihatlarini o‘rganishni molekular darajada amalga oshirishga, ya’ni biokimyoni molekular biologiyaning yutuqlari negizida yoritishga harakat qilingan. Darhaqiqat, shuni alohida qayd etish lozimki, zamonaviy biokimyoni molekular biologiya asosidagi biokimyo deb atash o‘rinli bo‘ladi. Chunki biokimyo uchun ham, molekular biologiya uchun ham o‘rganish obyektlari bir xil bo‘lishi bilan birga, tadqiqot uchun qo‘llaniladigan fizikaviy, kimyoviy va biologik metodologiyalar ham bir xildir. Darslikda materiallar bayonida biokimyo va molekular biologiyaning o‘zaro bog‘liq bo‘lgan jihatlarini e’tiborga olgan holda hayotiy jarayonlarning kimyoviy mexanizmlari yoritilgan. Unda bayon qilingan “Hujayra, uning organellalari, makromolekulalari”, “Gen, uning strukturasi va funksiyasi”, “Oqsil biosintezi” va h.k. mavzular molekular biologiyaga ham taalluqli ekanligi bu fikrni to‘liq tasdiqlaydi. Darslikda hayotiy jarayonlarning kimyoviy va fizikaviy asoslarini har tomonlama izchil va ma’lum darajadagi ketma-ketlikda bayon qilishga harakat qilingan. Materiallarning mazmunini bayoni mamlakatimizda va xorijda nashr etilgan zamonaviy ilmiy manbalar, monografiyalarga tayangan bo‘lib, unda fanga oid eng so‘nggi ma’lumotlar qatori biokimyoning yutuqlari va rivojlanish istiqbollari ochib berilgan. Darslikning o‘ziga xosligi shundaki, unda o‘quv materiallari hayotiy jarayonlarga xos kimyoviy jihatlarining bayoni qiyosiy-evolyutsion nuqtayi nazardan amalga oshirilgan va bakteriyalar, zamburug‘lar, o‘simliklar, hayvonlar hamda odamlarda kechadigan biokimyoviy jarayonlarning umumiylik va farqli jihatlarini ilmiy asosda yoritib berilgan. Shuningdek, bo‘lajak biolog-bakalavr uchun muhim jabha, ya’ni ekologik vaziyat

o'zgarishlarining biokimyoviy jarayonlarga ta'siriga oid masalalar va ajratib olingan ayrim birikmalardan hamda, umuman, biokimyoviy jarayonlardan amaliyotda foydalanish imkoniyatlari bayon qilingan. Kitob hayotiy jarayonlarning fizik-kimyoviy asoslarini o'rganishga qiziqqan kishilarga, eng avvalo, biokimyoyo, tibbiyot, qishloq xo'jaligi va xalq xo'jaligining boshqa sohalari mutaxassislariga uchun ham foydali bo'lishi mumkin. Shu sababli ushbu darslikni universitet va pedagogika institutlarining biolog-bakalavrlaridan tashqari, meditsina, qishloq xo'jaligi, farmatsevtika va boshqa sohalarga tegishli oliy o'quv yurtlari talabalari va magistrilariga tavsiya qilish mumkin.

Biokimyoda materiallarni bayon qilishni qulaylashtirish maqsadida qisqartirilgan atamalardan foydalanildi. Ularning ayrimlari quyida keltirilgan:

### **QISQARTIRILGAN ATAMALAR RO'YXATI**

ADF –adenozindifosfat	PVK-pirouzum kislota
ADG- antidiuretik gormon	PF-piridoksalfosfat
AlAT- alaninaminotransferaza	RNK-ribonuklein kislota
AMK-aminokislotalar	RNKaza-ribonukleaza
AMF-adenozinmonofosfat	i-RNK-informatsion RNK
sAMF-siklik adenzin-3',5' mono- fosfat	r-RNK-ribosomal RNK
AsAT-aspartataminotransferaza	t-RNK-transport RNK
ATF-adenozintrifosfat	RNP-ribonukleoprotein
ATFaza-adenozintrifosfataza	SDG-suksinatdehidrogenaza
TMV - tamaki mozaikasi virusi	TGFK-tetragidrofol kislota
GAMK - $\gamma$ -aminomoy kislota	TDF-timidindifosfat
GDF - guanozindifosfat	TMF-timidinmonofosfat
GMF-guanozinmonofosfat	TPF - timidinpirofosfat
sGMF – siklik guanozin-3',5' mo- nofosfat	TTF-timidintrifosfat
DNK-dezoksiribonuklein kislota	UDF-uridindifosfat
DNKaza-dezoksiribonukleaza	DFG-uridindifosfoglyukoza
DNP-dezoksiribonukleoprotein	UDFGK-uridindifosfoglukuron kis- lota
DOFA-doiksifenilalanin	UMF-uridinmonofosfat
Dofamin - dioksifeniletilamin	UTF-uridintrifosfat
	FAD – oksidlangan flavinadenindinukleotid
NDS- natriy dodesilsulfat	FADH <sub>2</sub> -qaytarilgan flavinadenindi- nukleotid
DFF-diizoprofilforfosfat	FMN – oksidlangan flavinmononukleotid
DEAE-dietilaminoetil	FMNH <sub>2</sub> -qaytarilgan flavinmononukleotid
IMF-inozinmonofosfat	F <sub>anor</sub> – anorganik fosfat, R – fosfat
KoA-koferment (Koenzim)A	

KoQ-koferment (KoenzimQ yoki ubixinon)	kislota qoldig‘i
LDG-laktatdehidrogenaza	
MAO-monoaminoksidaza	FF <sub>anor</sub> – anorganik pirofosfat
NAD (yoki NAD <sup>+</sup> ) – oksidlangan nikotin-amidadenindinukleotid	SDF-sitidindifosfat
NADH <sub>2</sub> (yoki NADH + H <sup>+</sup> ) – qaytarilgan-sikli	SMF-sitidinmonofosfat
NADF (yoki NADF <sup>+</sup> ) – oksidlangan nikotinamidadeninindinukleotid fosfat	UKS- uch karbon kislotalar sikli (Krebs Nikotinamidadenindinukleotid)
NADFH <sub>2</sub> (yoki NADFH+H <sup>+</sup> ) – qaytarilgan nikotinamidadeninindinukleotid fosfat	STF-sitidintrifosfat
	OSK-otquloq sirka kislota
	EDTA-etilendiamintetraatsetat

# 1. BIOKIMYONING PREDMETI, VAZIFALARI, RIVOJLANISH TARIXI VA ISTIQBOLLARI

## 1.1. Biologik kimyo fan sifatida

Biologik kimyo – tirik organizmlar tarkibidagi moddalarning kimyoviy tabiati, ularning almashinuvi, shuningdek, bu almashinuv jarayonlarining organlar va to‘qimalar faoliyati bilan bog‘liqligini o‘rganadigan fan. Biokimyo uch qismdan tashkil topgan:

a) statik biokimyo – tirik organizmlarning kimyoviy tarkibini o‘rganadigan fan;

b) dinamik biokimyo – tirik organizmdagi modda va energiya almashinuvini o‘rganadigan fan;

d) funksional biokimyo – turli hayotiy jarayonlarning asosini tashkil qiluvchi kimyoviy o‘zgarishlarni hujayra, to‘qima, organ va yaxlit organizm miqyosida o‘rganadigan fan.

Ammo shuni alohida ta’kidlash lozimki, ushbu bo‘limlar o‘zaro bir-biri bilan bevosita bog‘liq bo‘lib, zamonaviy biologik kimyoning u yoki bu qismini tashkil etadi.

Hozirgi fan va texnikaning jadal rivojlanish davrida biologik kimyoni tadqiqot obyektlariga ko‘ra, tibbiyot biokimyosi, hayvonlar biokimyosi, o‘simliklar biokimyosi va mikroorganizmlar biokimyosi kabilarga ajratish mumkin. Shuningdek, ilmiy tadqiqot yo‘nalishlariga mos tarzda uning ayrim bo‘limlarini texnik biokimyo, evolyutsion biokimyo, kvant biokimyosi, enzimologiya, gormonlar biokimyosi, vitaminlar biokimyosi, oqsillar biokimyosi, lipidlar biokimyosi, nuklein kislotalar biokimyosi va boshqalarga ajratish mumkin.

Barcha tirik mavjudotlarda sodir bo‘ladigan biokimyoviy jarayonlar bo‘yicha umumiylik bo‘lishiga qaramay, hayvonlar va o‘simlik organizmlarida, ayniqsa, ulardagi moddalar va energiya almashinuvi tavsifida tubdan farqlanuvchi jihatlar mavjud. Modda va energiya almashinuvi yoki metabolizm – tirik tizimlarning yashashi hamda o‘z-o‘zidan ko‘payishi uchun yo‘naltirilgan va organizmda sodir bo‘ladigan kimyoviy reaksiyalarning yig‘indisidir. Ma’lumki, o‘simliklar o‘z tanasini tuzuvchi murakkab moddalar (uglevodlar, yog‘lar, oqsillar)ni suv, karbonat angidrid va minerallardan iborat bo‘lgan oddiy moddalardan hosil qiladi va bu xildagi sintetik faollik jarayoni uchun kerakli energiyani quyoshdan (fotosintez) oladi. Aksincha, hayvon organizmi faqat suv va mineral komponentlardangina emas, balki tarkibida murakkab organik tabiatli moddalar – oqsillar, yog‘lar, uglevodlardan tashkil topgan ozuqalarning ham bo‘lishiga muhtoj. Hayvonlarda hayotiy jarayonlarning namoyon bo‘lishi va tana tarkibiga kiradigan moddalarning sintezi murakkab organik moddalarning parchalanishi yoki oksidlanishi natijasida ajralib chiqadigan energiya evaziga yuz beradi. Organik modda tabiatli moddalarning yetkazilishi shart bo‘lmagan o‘simlik dunyosi vakillari **autotrof** organizmlar jumlasiga kiritilsa, hayvonlar **geterotrof** organizmlar jumlasiga kiritiladi. Mikroblar orasida modda almashinuvi ham autotrof, ham geterotrof tarzda yuz beradigan turlari uchraydi. Shu bilan

birgalikda, mikroblar hayvonlar va o'simliklarda uchramaydigan moddalarning va reaksiyalarning mavjudligi bilan tavsiflanadi.

## 1.2. Biokimyó fani rivojlanishining qisqacha tarixi

Zamonaviy biokimyó fan sifatida faqat XIX asr oxiri va XX asr boshlarida shakllana boshladi. Biroq eng qadimgi davrlardanoq odamlar biokimyoviy jarayonlarga asoslangan non pishirish, pishloq tayyorlash, vino va pivo tayyorlash, terini oshlash va boshqa xil texnologik ishlab chiqarish jarayonlarini bilishgan.

O'ninchi asrning mutafakkir olimi Abu Ali ibn Sino o'zining mashhur "Tib qonunlari" nomli kitobida ko'plab dorivor moddalar, ularning ta'sir etish yo'l-yo'riqlari haqidagi ma'lumotlar batafsil tavsiflab berilgan edi.

O'rta asrlarda Yevropada alkimyogarlarning davrida bu fanga oid dastlabki bilimlar shakllana boshlandi. Lekin alkimyogarlarning tomonidan olingan ma'lumotlarni shu davrda hukm surgan noto'g'ri talqin qilish asosidagi umumlashtirish va tushunchalardan ajratish qiyin edi. Keyinchalik, ya'ni XVI-XVII asrlarga kelib kimyoda yangi **yatrokimyo** (yunoncha, "yatros" – "tabib", "hakim") yo'nalishi maydonga keldi. Bu yo'nalish vakili nemis vrach-tabiatshunosi T.Paratsels bo'lib, u kimyoning meditsina bilan o'zaro bog'liqligi g'oyasini ilgari surdi. U odamlarning hayot faoliyati kimyoviy jarayonlarga asoslanganligini va patologik holatlarning paydo bo'lishi u yoki bu kimyoviy reaksiyalarning izdan chiqishi bilan bog'liqligini va ularni davolash uchun ba'zi kimyoviy moddalardan foydalanish kerakligini asosladi. Ammo, yatrokimyogarlarning har qanday organizm hayotining asosi hisoblangan biron bir fermentativ reaksiyalarga oid muammoni hal qila olmadilar.

XVII-XVIII asrlarda nemis olimi G.Shtall ishlab chiqqan "**flogiston**" nazariyasi keng e'tirof etildi. Uning ta'kidlashicha, organizmlarning hayoti ruh tomonidan boshqariladi, u hayotiy jarayonlarni o'zaro muvofiqligini ta'minlaydi. Bu nazariyada asosiy fikrlarning xato ekanligiga qaramay, flogiston nazariyasi (yonish jarayonida yonayotgan jismdan og'irlikka ega bo'lmagan moddaning ajralishini izohlashi) fanning rivojlanishida ijobiy rol o'ynadi, chunki bu narsa kimyoda **eksperimental yo'nalishni** rivojlantirishga sababchi bo'ldi. Ushbu nazariyaning rad etilishi fanda M.V.Lomonosov va A.Lavuazyelar tomonidan materiyaning (moddalar og'irligining) saqlanish qonunini kashf etilishi va tasdiqlanishi bilan bog'liq. Bundan tashqari, A.Lavuazyelar nafas olishda, shuningdek, organik moddalarning yonishi jarayonida kislorodning yutilishi va karbonat angidridning chiqarilishini isbotlab berdi.

Rus olimi K.S.Kirxgof (1814) **arpa maysasi** ekstrakti kraxmalni shakarga aylanishini ta'minlovchi fermentativ jarayonni fanga ma'lum qildi.

XIX asrning o'rtalariga kelib boshqa qator fermentlar: so'lak amilazasi, oshqozon shirasi pepsini, oshqozonosti bezi tripsini kabilarning borligi aniqlandi. Bu davrda

I.Berselius fermentativ jarayonlarning asosiy xususiyatlarini belgilovchi **kataliz va katalizator** atamalarini fanga kiritdi.

1839-yilda Y.Libix hayvon va o'simlik organizmlari tarkibida **oqsillar, karbonsuvarlar** va **lipidlar** uchrashini isbotlab berdi. F.Vyoler 1828-yilda organizmdan tashqarida, ya'ni laboratoriya sharoitida **siydikchilni**, 1854-yilda A.Kolbe **sirka kislotani**, M.Bertlo esa **yog'larni**, 1861-yilda A.M.Butlerov **glyukozani** sintez qilishga erishdilar. Bu davrda L.Paster achish (bijg'ish) achitqi faoliyati natijasida sodir bo'ladigan biologik (biokimyoviy) jarayon ekanligini ko'rsatib berdi. Shuningdek, bu davrdan boshlab oliy o'quv yurtlarida biokimyoviy alohida fan sifatida **fiziologik kimyo** nomi bilan o'qitila boshlandi. Rossiyada bu fandan dars bera boshlagan birinchi olim A.I.Xodnev (1847) bo'lib, u darslikning dastlabki muallifi hisoblanadi.

Shunday qilib, XIX asrning ikkinchi yarmidan boshlab Rossiya va Yevropaning oliy o'quv yurtlarida biokimyoviy **tibbiy** yoki **fizologik kimyo** fani sifatida o'qitila boshlandi. Biokimyoviy rivojlanishiga rus olimi A.Y.Danilevskiy juda katta hissa qo'shdi, u oqsillarning tuzilishini tadqiq qilar ekan, oqsillarning polipeptid nazariyasining asosiy mohiyatini tushuntirishga oid gipoteza yaratdi. XIX asrning ikkinchi yarmi XX asrning birinchi yarmida faoliyat ko'rsatgan buyuk nemis kimyogari E.Fisherning (1852-1919) ilmiy ishlari biokimyoviy rivojlanishida muhim ahamiyatga ega bo'ldi. U A.Y.Danilevskiyning oqsillarning tuzilishini polipeptid nazariyasi haqidagi gipotezasini amaliy jihatdan to'liq isbotlab berdi. E.Fisher oqsillar tarkibiga kiradigan, ya'ni proteinogen aminokislotalarni kimyoviy tuzilishini, xossalarni to'liq o'rgandi. Bundan tashqari E.Fisher karbonsuvarlarni, ayniqsa, monosaxaridlarning tuzilishi fermentlar ishtirokida o'zgarishlarga duch kelishini tadqiq qildi. XX asrning boshlarida K.A.Timiryazov o'z tadqiqotlarida fotosintez va o'simliklarning mineral oziqlanishi masalalarini chuqur o'rgandi. Akademik N.Bax o'zining ilmiy faoliyati davomida asosiy e'tiborni biokimyoviy muhim muammolaridan biri – nafas olish jarayonlari biokimyosini o'rganishga qaratdi. Shunday qilib, yigirmanchi asrning boshlari barcha rivojlangan mamlakatlarda biokimyoviyga oid bir qator fundamental tadqiqotlar olib borildi. Xususan, bu o'rinda rus olimlaridan V.I.Palladin, A.I.Oparin, S.P.Kostichev, D.N.Pryanishnikov, V.S.Gulevichlarning tadqiqotlari alohida e'tiborga sazovordir. Xorij olimlari orasida NAD (nikotinamid adenin dinukleotid) kofermentini ajratib olgan A.Garden va V.Iongni, yog' kislotalarning beta oksidlanishini kashf etgan F.Knoopni ta'kidlab o'tish lozim. O'tgan asrning 20-30-yillarda O.Varburgning nafas olish fermentlari (sitoxrom oksidazalari, flavinli dehidrogenazalari va boshqalar)ni ajratish va o'rganish bo'yicha amalga oshirilgan tadqiqotlarning ahamiyati keltirishga oid ishlarni amalga oshirishga erishdilar. 1933-yilda G.Krebs ornitin sikli orqali siydikchilni sintezlanishini va 1937-yilda uchkarbon kislotalar siklini fanga ma'lum qildi. A.Engelgard fosforillanish va oksidlanish jarayonlari o'rtasida uzviy bog'lanish borligini va A.E.Braunshteyn va M.G.Krismanlar transaminlanish

reaksiyasini aniqladi. 1953-yilda D.Uotson va F.Kriklar DNK ning ikki tomonlama spiral modelini taklif qilishdi.

Biokimyoning keyingi rivojlanishi fanning ushbu sohasini boyitgan yirik kashfiyotlar bilan birgalikda yuz berdi. Bunga proteinlar kimyosiga oid tadqiqotlar, nuklein kislotalarni o'rganish, ba'zi fermentlar va gormonlarning sintezlanishi, membranalarning tuzilishi va xususiyatlarini o'rganish kabilarni kiritish mumkin. Shuningdek, biologiyaning biotexnologiya, ayrim kasalliklarning biokimyoviy mexanizmlarini o'rganish, immunokimyo kabi tarmoqlari jadal rivojlanish yo'liga kirdi. Bu sohalarda samarali tadqiqot olib borgan rus olimlaridan A.N.Belozerskiy, A.S.Spirin, A.A.Bayev, Y.A.Ovchinnikov va A.E.Braunshteynlarni, uzoq xorijdagi olimlardan F.Senger, M.Nirenberg, S.Ochoa, G.Koran, P.Mitchell, R.Merifeld va boshqalarni keltirib o'tish mumkin.

Biologik kimyo rivojiga O'zbekiston Respublikasi olimlari ham salmoqli hissa qo'shdilar. Dunyo miqyosida mashhur biokimyogar sifatida tanilgan Y.X.To'raqulov O'zbekiston FA qoshidagi Biokimyo ilmiy tekshirish instituti va ilmiy maktabining asoschisi sanaladi va uning bu sohadagi xizmatlari alohida e'tiborga loyiqdir. Bu buyuk olimning oqsillar va gormonlar, ayniqsa, qalqonsimon bez gormonlariga tegishli tadqiqotlarining natijalari Davlat mukofoti bilan taqdirlangan. O'zbek akademiklari O.S.Sodiqov, A.P.Ibragimov, T.S.Soatovlar ham biorganik kimyo va biokimyoning rivojlanishiga salmoqli hissa qo'shdilar. Prof. L.N.Lapin va prof. M.A.Rishlar rahbarligida yaratilgan Samarqand biokimyogarlari maktabi tomonidan makro- va mikroelementlarning hayotiy jarayonlardagi roli, taqsimlanishi bo'yicha biogeokimyoviy hududiy vohalarga bo'linishi, ularning organizmlardagi tanqislik va oshiqcha miqdordaligini tavsifiga oid keng qamrovli tadqiqotlar olib borildi.

### **1.3 Tabiiy fanlar tizimida biokimyoning tutgan o'rni**

Biologik kimyo barcha tabiiy va gumanitar fanlar bilan uzviy bog'langan fan hisoblanadi. Barcha fanlar singari, biologik kimyo ham o'zining rivojlanish tarixiga ega, uning rivojlanishi yuqorida qayt etilganidek, ilk davr – Uyg'onish davridan boshlanib, keyinchalik esa fiziologiyaning bir tarmog'i sifatida shakllanib kelayotgan davri va nihoyat, uchinchi – mustaqil fanga aylanib, insoniyat ortdirgan barcha bilimlarning zamonaviy yutuqlarini mujassamlashtirgandan hozirgi kungacha bo'lgan davrni o'z ichiga oladi. Biokimyo va fiziologiyaning bir-biri bilan chambarchas bog'liqligi ko'plab yirik tadqiqotchilarning ishlarida o'z aksini topgan. Asta-sekin biologik bilimlarning yig'ila borishi munosabati bilan biokimyo fiziologiyaning yetakchi tarmoqlaridan biriga aylandi va keyinchalik tamoman mustaqil va biologik tizim fanlaridan biri sifatida ajralib chiqdi. Biokimyo organik kimyo bilan chambarchas bog'liq. Biokimyogarlari o'z tadqiqotlarida tirik organizmlardan moddalarni ajratib oladilar, ularni tozalaydilar, tozalik (gomogen) holatini va xususiyatlarini aniqlaydilar, tuzilishi va kimyoviy tarkibini o'rganadilar,

zarurat bo'lganda bu moddalarni sintezlaydilar. Shu darajagacha yetib kelgunga qadar organik kimyogarning va biokimyogarning tadqiqot uslublari bir xil. Lekin bundan keyin organik kimyogarning tadqiqoti nihoyasiga yetsa, biokimyogarning tadqiqotini eng muhim va qiziqarli tomoni – tirik organizmarning umumiy metabolizmidagi ushbu birikmalarning o'zgarishi, ularning hayotidagi rolini o'rganish kabi tadqiqotlar boshlanadi. Yildan-yilga biokimyoning fizik va kolloid kimyo bilan aloqasi kengayib bormoqda. So'nggi yillarda fizik-kimyoviy va fizikaviy usullar biokimyoviy tadqiqotlar ko'lamining faollashuviga olib keldi. Bu usullar jumlasiga: xromatografiya, elektroforez, rentgen-strukturaviy tahlillar, spektroskopiya, elektron paramagnitik rezonans (EPR), yadro magnit rezonansi (YMR) va nishonlangan atomlardan foydalanish usuli va h.k.lar kiradi.

Matematikaning biokimyo bilan aloqadorlik jihati, unga matematik modellash uslubining keng joriy etilishi bilan bog'liq bo'lib, bunda biokimyoviy jarayonlarning bevosita va bilvosita tartibda sodir bo'lishi va ushbu jarayonlarning boshqarilishi hamda ularni boshqarilishi mexanizmlarini ko'rib chiqilishi bilan izohlanadi.

#### **1.4. Biokimyoning zamonaviy yo'nalishlari va rivojlanish istiqbollari.**

Biokimyoning insoniyat uchun fan sifatidagi ahamiyati, uning tibbiyot, qishloq xo'jaligi, chorvachilik, biotexnologiya, gen muhandisligi va qator sanoat sohalari, o'rmon xo'jaligi kabilarning nazariy asoslaridan biri ekanligi bilan belgilanadi. Insonning ko'plab patologik holatlarini kelib chiqishini asosiy sababi ayrim biokimyoviy jarayonlarning izdan chiqishi bilan bog'liqdir. Masalan, irsiy nuqsonlar tufayli ferment tizimlarining izdan chiqishi bilan bog'liq bo'lgan yuzdan ziyod kasalliklarning borligi aniqlangan. Ba'zi kasalliklarning kelib chiqishi yuqori molekular birikmalarning kimyoviy tarkibini o'zgarishlari bilan tavsiflanadi. Xususan, bunday "molekular nuqsonlar"larning mavjudligini gemoglobin va polisaxaridlar bo'yicha aniqlangan. Shu nuqtayi nazardan fikr yuritilganda aytish o'rinliki, patologiyaning molekular asoslarini chuqur bilmasdan turib kasallikka na diagnoz qo'yish, na davolash va na ularning oldini olish mumkin bo'lmaydi. Bundan tashqari, biokimyoning yutuqlari kasalliklarni davolashda qo'llaniladigan yangi dorilarni yaratish strategiyasini belgilaydi. Shuningdek, ayrim kasalliklarni davolashda fermentlarning keng qo'llanilishi fanni chuqur o'rganishga katta qiziqish uyg'otadi.

Biokimyoviy jarayonlar va ko'rsatkichlar oziq-ovqat sanoatidagi xilma-xil texnologiyalar: non pishirish, pishloq, vino, pivo tayyorlash, choy, yog' va moy ishlab chiqarish, sut, go'sht va baliqni qayta ishlash, meva va sabzavotlarga ishlov berish, kraxmal va shinni ishlab chiqarish kabilarning asosidir. Teri mahsulotlari ishlab chiqarishni muvaffaqiyatli tashkil etish, mo'ynali buyumlar ishlab chiqarish va tabiiy ipakni qayta ishlash bilan bog'liq sanoat tarmoqlari ham biokimyoviy bilimlarni chuqur bilishni talab qiladi. Hozirgi kunda fermentlar, vitaminlar, gormonlar, antibiotiklar va boshqa biologik faol birikmalar, organik kislotalar va ozuqa oqsillarini ishlab chiqarish kabi biokimyoviy sohalar ham tobora kengayib bormoqda. Faqat qishloq xo'jalik

hayvonlari va dehqonchilik amaliyotida o‘stiriladigan madaniy o‘simliklar organizmida sodir bo‘ladigan moddalar almashinuvi qonuniyatlarini chuqur o‘rganish orqaligina chorvachilik va o‘simlikshunoslikdan olinadigan mahsulotlarning miqdor va sifat ko‘rsatkichlari yuqori bo‘lishiga erishish mumkin.

Ushbu fan erishgan yutuqlardan qishloq xo‘jaligida foydalanish samaralar garovi hisoblanadi. Chunki turli xil kimyoviy preparatlardan, masalan: gerbisidlar, fungisitlar, ozuqa uchun kerakli vitaminlar, oqsillar, antibiotiklar, defoliantlar (barglarning to‘kilishiga olib keladigan moddalar), insektisidlar (hasharotlarni o‘ldiradigan), repellentlar (zararku-nandalarni qo‘rqituvchi) va boshqalardan foydalanish imkoniyatlarini yaratadi. Yuqorida keltirilgan ma‘lumotlar biokimyoning insoniyat uchun katta ahamiyatga ega ekanligini va dunyoning barcha mamlakatlarida ushbu fanga qiziqishni tobora kuchayib borayotganini ko‘rsatadi.

Yaqin kelajakda biologik kimyo, uning rivojlanish yo‘nalishlari quyidagi imkoyatlarning yechimini topilishiga qodir bo‘ladi:

- genetik va hujayra muhandisligi usullarini ishlab chiqish;
- o‘simliklarning yangi turlarini, hayvonlarning yangi zotlarini, mikroorganizmlarining shtammlarini olish;
- irsiy kasalliklarni tashxislash, davolash va oldini olishning yangi usullarini ishlab chiqish;
- yangi katalizatorlarni ishlab chiqish va joriy etish;
- hujayraning biologik faol molekulari tuzilishi va funksiyasini o‘rganish;
- immunologiyaning molekular asoslarini o‘rganish;
- odamlar va hayvonlar kasalliklarini keltirib chiqaruvchi mikroorganizmlarning genetik jihatlarini o‘rganish va bu kasalliklarga diagnoz qo‘yish, davolash va oldini olish usullari va vositalarini yaratish;
- kanserogenez, onkogenlar va onkoproteinlarning tabiati, molekular biologik mexanizmlarini o‘rganish, ular asosida allergiya va saratonga o‘xshash kasalliklarni davolash uchun dori-darmonlarni yaratish;
- bioenergetika, ovqatlanish, psixika, shuningdek, xotira va miya faoliyatining molekular asoslarini o‘rganish.

Yuqorida keltirilgan asosiy g‘oyalar negizida, biokimyoning ufqlari, shuningdek, uning yaqin va uzoq istiqbolda rivojlanishini ta’kidlash mumkin bo‘ladi, ular jumlasiga:

1. Yuqori taraqqiy etgan organizm (eukariot)lar hujayralarining differensiyatsiyasi.
2. Genomlarning tuzilishi va faoliyat mexanizmi.
3. Fermentlarning ta’sir etishini boshqarilish mexanizmlari va fermentativ kataliz nazariyasi.
4. Molekular darajada “tanish” jarayonlari mexanizmlari.
5. Odamning somatik va irsiy kasalliklarining molekular asoslari.
6. Xatarli o‘sish jarayonining molekular asoslari.

7. Immunitetning molekular asoslari.
8. Samarali ovqatlanish asoslari.
9. Xotiraning molekular mexanizmlari.
10. Oqsillar biosintezi.
11. Biologik membranalar va bioenergetika asoslari.
12. Nerv qo'zg'alishi, mushaklarning qisqarishi, ko'rish jarayoni va moddalarning membranalar orqali o'tishi kabi fiziologik-biokimyoviy hodisalarning molekular asoslari.

Biologik kimyoning asosiy maqsad va vazifasi fundamental, umumiy biologik masalalarni, jumladan, insonning ekotizimga bog'liqligini tushinibgina qolmay, balki uni himoyalash, tabiatdan oqilona foydalanish muammolarini molekular darajada hal qilishni o'z ichiga oladi.

### **Materiallarni mustahkamlash uchun savollar:**

1. "Biokimyoy" fanining predmeti va vazifalari qanday?
2. Biokimyoy bo'limlari qanday ta'riflarga ega?
3. Biokimyoy qanday rivojlanish tarixiga ega?
4. Qadimda yashagan ota-bobolarimiz qanday biokimyoviy jarayonlardan foydalanish ko'nikmalariga ega bo'lishgan?
5. Biokimyoy rivojlanishining alkimyoy va yatrokimyoy davri qanday ahamiyatga ega?
6. Flogiston nazariyasining kimyoy fani rivojiga ta'siri qanday bo'lgan?
7. Moddalar og'irligining saqlanish qonuni kashf qilinishi qanday ahamiyatga ega bo'ldi?
8. Flogiston va vitalizm nazariyalarining xatosi nimada edi?
9. Biologik kimyoning shakllanishida sifat jihatidan yangi bosqich deb qaysi davrni aytish mumkin?
10. Biologik kimyoning zamonaviy rivojlanishi sifatida nimalarni ko'rsatish mumkin?
11. Biokimyoning boshqa tabiiy fanlar bilan aloqadorlik jihatlari nimada?
12. Biokimyoning gumanitar fanlar bilan qanday aloqadorligi bor?
13. Tibbiyotni rivojlantirishda biokimyoy qanday ahamiyatga ega?
14. Qishloq xo'jaligini rivojlantirishda biokimyoning ahamiyati qanday?
15. Genetik muhandisligini rivojlanishida biokimyoy qanday ahamiyatga ega?
16. Biokimyoy rivojlanishining asosiy yo'nalishlari qaysilar?
17. Biokimyoning rivojlanish istiqbollari qanday?

## 2. TIRIK ORGANIZMLARNING KIMYOVIY TARKIBI

### 2.1. Biokimyo hujayra va butun organizmdagi hayotiy hodisalar kimyosi haqidagi fan sifatida

Ma'lumki, biologik kimyo tirik organizmlarda modda va energiya almashinuvi orqali yuz beradigan hayotiy jarayonlarni o'rganadi. Bu jarayonlar esa molekular darajada sodir bo'ladigan eng murakkab biokimyoviy reaksiyalardan iborat. Shuning uchun aslida bu fanni Molekular biologiya asosidagi biologik kimyo deb nomlash to'g'riroq bo'ladi.

**Molekular biologiya** – tirik organizmlarning asosiy xususiyatlarini, ularning o'sishi, rivojlanishi, ko'payishi, differentsiatsiyasi, irsiyat va immunitet, harakatlanish va atrof-muhit sharoitlariga moslashuvi hamda boshqa ko'plab biologik hodisalarning molekular asoslarini o'rganishga va tushuntirishga qaratilgan fan. Biologiya fanining ushbu bo'limi, yuqorida ta'kidlanganidek, XX asr o'rtalarida mustaqil fan sifatida to'liq shakllandi. Bu fan tirik organizm hujayralarini fizik va kimyoviy usullar yordamida o'rganish asosida, shuningdek, biologiya fanining turli sohalarida yig'ilgan bilimlarni chuqur tahlil qilish asosida paydo bo'ldi. Ammo molekular biologiyani o'rganish g'oyalari va usullari makromolekular birikmalarning tuzilishini o'rganishda so'nggi yutuqlarga, hujayrani va uning tarkibiy qismlarini o'rganish natijalariga, shuningdek, biologiyaning genetika, mikrobiologiya, virusologiya, sitologiya va boshqa sohalariga oid tadqiqotlar natijalariga asoslanadi.

Molekular biologiyaning mustaqil fan sifatida shakllanishi 1953-yilda amerikalik genetik olim Jeyms Uotson va ingliz fizigi Frensis Kriklarning deoksiribonuklein kislotasining qo'shnanjirli tuzilishini kashf etganlaridan keyin sodir bo'ldi. Molekular biologiyaning o'ziga xos xususiyati, u hayotning eng ibtidoiy ko'rinishlari darajasida namoyon bo'lgan obyektlardagi hayotiy hodisalarni o'rganishidadir. Bu hayotiy jarayonlar obyektlari - hujayra va undan keyingi darajadagi izolyatsiyalangan: hujayra yadrolari, mitoxondriyalar, ribosomalar, xromosomalar, hujayra membranalar kabi subhujayraviy elementlar, bundan tashqari, jonli va jonsiz tabiat chegarasida bo'lgan tizimlar – viruslar, shu jumladan, bakteriofaglar va tirik materiyaning eng muhim komponentlari – nuklein kislotalari va oqsillar molekularlarigacha bo'lgan tizimlardir.

Molekular biologiyaning shakllanishi va rivojlanishi uchun poydevor bo'lib xizmat qilgan fanlar: genetika, biokimyo, elementar jarayonlar fiziologiyasi va boshqalar hisoblanadi. Molekular biologiya g'oyalari nuqtayi nazaridan hayot hodisalarining umumiyligini uchta oqimning kombinatsiyasi natijasida ko'rib chiqish mumkin bo'ladi, ular jumlasiga metabolitik hodisalarda o'z ifodasini topadigan moddalar oqimi, ya'ni assimilyatsiya va dissimilyatsiya; hayotiy jarayonlarni harakatlantiruvchi kuchi bo'lgan energiya oqimi; va har bir organizmni rivojlanishi va yashashigagina emas, balki uzluksiz almashinib turuvchi avlodlarga oid xilma-xil axborotlarni o'zida mujassamlashtirgan ma'lumotlar oqimini kiritish mumkin.

Molekular biologiyaning jadal rivojlanish yo‘liga kirganligining sababi aniq fanlarning yirik olimlar armiyasi – fiziklar, kimyogarlar, kristallograflar va matematiklarning biologik muammolarni echishga faol kirishishlari tufayli yuz bera boshladi. Ular ishtirokida yechimi topilgan muammolar quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

- DNK ning tuzilishi, biologik funksiyasi, barcha RNK xillari va ribosomalarni, shuningdek, barcha genetik kodning ochilishi;
- teskari transkripsiyani, ya’ni RNK matritsasida DNK sintezlanishining ochilishi;
- nafas olish pigmentlari funksiyasi mexanizmlarini o‘rganilishi;
- fermentlar uchlamchi strukturasi, uning enzimatik ta’sir uchun funksional ahamiyatining, oqsillarning matritsali sintezi tamoyillarining va ularning biosintez mexanizmlarining kashf etilishi;
- viruslar tuzilishining va ularning replikasiya mexanizmlarining, antitanalarning birlamchi va qisman fazoviy tuzilishining ochib berilishi;
- individual genlarni ajratish imkoniyati;
- genni oldin sun’iy, keyin biologik (fermentativ) sintez qilish, shu jumladan, organizm hujayrasidan tashqarida (in vitro) sintez qilish;
- genlarni bir organizmdan boshqasiga, shu jumladan, inson hujayralariga ko‘chirish;
- tobora ko‘payib borayotgan miqdorda individual oqsillarning, asosan fermentlarning, shuningdek, nuklein kislotalarning kimyoviy tarkibini aniqlash;
- tobora murakkabligi yuqorilashib borayotgan biologik obyektlar nuklein kislotalardan tortib, to ko‘p komponentli fermentlar, viruslar, ribosomalar va boshqalarga aylanadigan “o‘z-o‘zini yig‘ish” hodisalarini aniqlash;
- biologik funksiyalar va jarayonlarni tartibga solishning allosterik va boshqa xildagi asosiy tamoyillarini tushuntirish.

## **2.2. Hujayraning kimyoviy tarkibi. Hujayra organellari va ularning biokimyoviy tavsifi**

Tirik organizmlar tarkibida tirik organizmlarning mutlaq o‘ziga xos bo‘lgan va jonsiz tabiatda uchramaydigan bironta kimyoviy element mavjud emas. Hozirgi kunda tirik organizmlar tarkibida D.I.Mendeleyevning davriy jadvalidagi jami 112 ta kimyoviy elementlardan 70 dan ortig‘i uchrashi aniqlangan, ulardan 20 ga yaqini barcha turdagi organizmlarda uchraydi. Yer sharidagi tirik organizmlar tarkibidagi moddalar miqdorini aniq o‘lchashning imkoniyati yo‘q. Shunga qaramay, bu ko‘rsatkichni turli xil mualliflarning fikriga ko‘ra, u  $10^{13}$  tonnadan  $10^{14}$  tonnagacha bo‘lgan miqdorni tashkil qiladi deb taxmin qilinadi.

K.A.Timiryazev biologik muammolarni yechish uchun faqat eksperimental usulning o‘zi yetarli emasligini, uning yechimini topish uchun tarixiy usuldan ham foydalanish kerakligini ta’kidlagan. Aynan shu dialektik pozitsiyada bo‘lgan taniqli rus olimi, geokimyofanining asoschilaridan biri – V.I.Vernadskiy (1863-1945) biosferaning tuzilishi

haqida fikr yuritdi. U o'zining mashhur "Biosfera" kitobida (1926) hayot Yer yuzida tasodifiy hodisa emasligini, u Yer qobig'ining tuzilishi bilan chambarchas bog'liq ekanligini asoslab berdi.

Vernadskiyning fikriga ko'ra, Yer qobig'ida doimiy ravishda sodir bo'ladigan geokimyoviy jarayonlar va tirik materiyaning kimyoviy elementar tarkibi evolyutsiyasi o'zaro bir-biriga bog'liq bo'lgan jarayondir. Yerdagi hayotning rivojlanishi tobora ko'proq kimyoviy elementlarni hayotiy jarayonlarga jalb qilinishiga olib keldi.

Qator avlodlarning hayoti davomida ko'p elementlar metabolizmida ishtirok etib borishi natijasida tirik organizmlarning asosiy tarkibiy komponentlariga aylanib, ularning organizm uchun zaruriy ekanligi irsiy jihatdan mustahkamlandi. O'z navbatida, tirik organizmlar Yer qobig'ining kimyoviy tarkibiga jiddiy ta'sir ko'rsatadi, ular o'rtasida doimo o'zaro ta'sirlanish va o'zaro bog'liqlik jihatlari mavjud.

Biroq bu o'zaro ta'sir munosabatlari miqdoriy jihatdan to'g'ri proporsional nisbatga ega emas. Shunday qilib, noorganik tabiatda ko'p hollarda erimaydigan birikmalar (Si, Fe, Al) keng tarqalgan bo'lsa, tirik organizmlarda bu elementlar juda kam miqdorda uchraydi. Shu bilan birga, biosferaning asosiy qismi oson eriydigan va gazsimon birikmalarni (C, N, P, S) tashkil etadigan elementlardan iborat, ammo ularning Yer qobig'idagi miqdori nisbatan kamdir. Ushbu elementlarning yaxshi eruvchanligi shubhasiz, ularning organizmga kirishini osonlashtiradi, shuningdek, metabolitik jarayonlarda faol ishtirokini ta'minlaydi. V.I.Vernadskiy biosferaning kimyoviy elementlarini tirik organizmlar tarkibiga miqdoriy ko'rsatkichiga qarab "dekada"larga bo'lishni taklif qildi (1-jadval).

**1-jadval. O'simlik va hayvonlarning o'rtacha elementar tarkibi**

<b>Dekadalar</b>	<b>Biosferadagi taxminiy ko'rsatkich ho'l massaga nisbatan %</b>	<b>Elementlar</b>
<b>Makroelementlar</b>		
I	10	O, H
II	1	C
III	0,1	N, P, K, Ca, Si,
IV	0,01	Mg, S, Fe, Na, Cl, Al
<b>Mikroelementlar</b>		
V-VII	0,001-10 <sup>-5</sup>	Mn, B, Cu, Zn, Ba, Li, Ni, Rb, F va boshq.
<b>Ultramikroelementlar</b>		
VIII-XIV	10 <sup>-6</sup> -10 <sup>-12</sup>	Mo, I, As, Ag, Hg, Au, Pb, Ra va boshq.

Alohida olingan taksonomik guruhlar va ba'zi kimyoviy elementlarga bo'lgan talab bir xil emas. Masalan, mishyakning o'sishga ijobiy ta'siri faqat bir qator yo'sinlar va mog'or zamburug'lari uchun xos ekanligi ishonchli tarzda isbotlangan. Bundan tashqari, V.I.Vernadskiy va uning shogirdi A.P.Vinogradovlar o'simliklarning elementar kimyoviy tarkibi, ularning sistematik belgisi sifatida xizmat qilishi mumkinligi haqidagi qoidani taklif qildilar. Xususan, suv o'tlarida yodning miqdori va taksonomik tavsiflanish bo'yicha ishonchli darajadagi korrelatsiya mavjudligi ko'rsatib berilgan. Tabiatda ancha keng tarqalgan qo'ng'ir suv o'tlarining Laminariaceae oilasining yodga boy bo'lgan avlodlari va turlari mavjud. Shu bilan birgalikda, aytish mumkinki, o'sha dengizlarning o'zida tarqalgan Fucaceae oilasiga mansub qo'ng'ir suv o'tlari tarkibida yod ancha kam uchraydi.

Biosferadagi elementlarning tarqalishi, ularning biologik roli va D.I.Mendeleyev davriy sistemasida tutgan o'rni o'rtasida ma'lum bir bog'lanish mavjud. Tirik organizmlarda uchraydigan moddalarning 99 % dan ko'prog'i ushbu davriy sistemaning dastlabki uch davrida, ya'ni yengil elementlaridan tashkil topgan. Umumiy qoidaga muvofiq, bir kimyoviy guruhning o'zida kichik guruhdagi yengil elementlardan og'ir elementlarga qarab o'tishda (masalan,  $Zn > Cd > Hg$ ) elementlarning massasi va toksikligi oshadi, hamda biryo'la ularning biomassa tarkibidagi miqdori kamayadi.

O'z ichiga 4-davrning Mn. Fe. Co. Ni. Cu. Zn va boshqa (20 dan 30 gacha) elementlari "o'tuvchi metallar" deb nomlangan bo'lib, bu elementlarning ko'plab birikmalari yuqori biologik faollikka ega. Bu ularning kompleks birikmalar hosil qilishda markaziy atom rolini bajara olish qobiliyatlari bilan bog'liqdir. Murakkab birikmalar ko'pincha katalitik faollikka ega bo'lib, fermentlar molekulasining (masalan, temir gemin fermentlarining) tarkibiga kiradi.

Davriy sistemaning ba'zi kichik guruhlari elementlari biologik jarayonlarni u yoki bu darajada bir-birini almashtirishi mumkin (masalan, Ca va Ba, Cl va Br). Biosfera massasining taxminan 98 % to'rt xil element: vodorod, kislorod, uglerod va azotlardan tashkil topgan. Ular elektronlarni osongina birlashtiradilar va kuchli kovalent bog'lanishlarni hosil qiladilar. Bu elementlar atomlarining kichik o'lchamlikdaligi ham qisqa, ham kuchli kimyoviy bog'lanishlarning shakllanishiga sababchi bo'ladi. Bu xildagi barqaror bog'lanishga ega bo'lgan molekular kimyoviy va boshqa ta'sirlarga nisbatan chidamli bo'ladi. Mazkur elementlarning ko'p karrali (qo'sh va uchlamchi) bog'larni hosil qilish qobiliyati katta ahamiyatga ega, chunki shu sabab ular noyob xossalarga ega bo'ladi hamda ko'p sonli va har xil turdagi birikmalarni hosil qiladi.

Yerdagi kremniy zaxiralari uglerodga nisbatan 135 baravar ko'p. Biosferadagi kremniyning roli uglerodga qaraganda ahamiyatliroq tuyuladi. Ammo unday emas. Kislorod ishtirokida kremniy  $SiO_2$  dan bir xildagi, erimaydigan va faollikka ega bo'lmagan polimerlarni hosil qiladi. Uglerod atomlarining kremniyga nisbatan kichikroq o'lchamlari, ularni yanada mustahkamligini ta'minlaydi. Jumladan, kovalent faqat bittagina emas, balki

qo'sh va uch bog'larni ham hosil qilish imkonini beradi. Ugleroddan boshqa biron bir kimyoviy element turli xil konfiguratsiyalarni, o'lchamlarni, funksional guruhlarni, kimyoviy va biologik faolliklarga ega bo'lgan molekulalarni hosil qila olmaydi.

Tirik organizmlar tarkibini asosan: oqsillar, nuklein kislotalar, uglevodlar, lipidlar, suv, mineral moddalar tashkil qiladi. Ular bilan bir qatorda ba'zi boshqa organik moddalar: karbon kislotalar, uglevodorodlar, aminlar, spirtlar, aldegidlar ham tirik organizmlarning tarkibida uchrashi mumkin.

Faqat o'simlik to'qimalariga xos bo'lgan moddalar mavjud, ularga efir moylari, alkaloidlar, taninlar kiradi. Nihoyat, tirik organizmlarning to'qimalarida odatda oz miqdorda uchraydigan, lekin modda almashinuvi boshqarilishida muhim rol o'ynaydigan moddalar: gormonlar, fermentlar, vitaminlar, antibiotiklar, fitonsidlar va boshqalar organik moddalarning alohida guruhlari sifatida ajratilishi kerak. Bu moddalarni biologik faol birikmalar guruhi sifatida birlashtiriladi.

Hujayraning eng kichik organlari organoidlar (organellalar) bo'lib, ular yana hujayraning subhujayraviy elementlari deyiladi. Bularga hujayra membranasi, yadro, mitoxondriya, endoplazmatik retikulum, lizosomalar, mikrosomalar, ribosomalar, xloroplastlar va gialoplazmalar kiradi. Bundan tashqari, hujayrada mikrotanachalar, peroksisoma, glikosoma va nihoyat, vakuolalar hamda ba'zi zaxira donachalari kiradi.

Agar hujayraning kimyoviy tarkibi to'g'risida mulohaza yuritsak, undagi makromolekular birikmalarning miqdoriy ko'rsatkichlari 2-jadvalda o'z aksini topgan.

**2-jadval. Hujayra tarkibidagi ba'zi birikmalarning miqdoriy ko'rsatkichlari**

Moddalar	Miqdoriy ko'rsatkichlar		Molekular og'irligi
	Gramm hisobida	% hisobida	
Suv	$15,6 \times 10^{-13}$	70	18
Quruq modda	$6,7 \times 10^{-13}$	30	$1 \times 10^3 - 1 \times 10^6$
Jumladan: nuklein kislotalar	$1,0 \times 10^{-13}$	15	$1 \times 10^6$
Oqsillar	$4,7 \times 10^{-13}$	70	$6 \times 10^4$
Lipidlar	$0,7 \times 10^{-13}$	10	$1 \times 10^3$
Polisaxaridlar	$0,3 \times 10^{-13}$	5	$2 \times 10^4$

2-jadvaldan ko'rinib turibdiki, hattoki tirik materiyaning eng oddiy elementi – hujayra o'zaro bir-biri bilan ma'lum mutanosib nisbatlarda bo'lgan millionlab makromolekulalardan tashkil topgan. Yuqorida keltirilgan murakkab supermolekular komplekslar subhujayraviy elementlarni hosil qiladi. Xususan, hujayraning yadrosi nuklein kislotalar va oqsillardan tashkil topgan bo'lib, aynan shu polimerlar ribosomal subbirliklarni ham hosil qiladi.

Oqsillarning lipidlar bilan hosil qilgan birikmalari endoplazmatik retikulum, mitoxondriyalar, lizosomalar va boshqalarning membranalarini shakllantiradi. Oqsillarning polisaxaridlar bilan hosil qilgan birikmalari hujayra membranalari tuzilmalariga xosdir. Keltirib o'tilgan tuzilmalarning har biri maxsus biokimyoviy faollikka ega, barcha subhujayraviy elementlarning faoliyati bir-biri bilan o'zaro bog'liq va o'ta nozik ravishda muvofiqlashtirilgan. Aynan shu sabablarga ko'ra tabiatda tirik materiyaning doimiy yangilanishi va ko'payishi, uzluksizligi ta'minlanadi va ko'p jihatdan hanuzgacha sirli bo'lib kelayotgan hayot jarayoni mavjud.

### **2.3. Hayotiy jarayonlarni o'rganishda qo'llaniladigan usullar**

Biokimyoni tadqiq qilish usublari kimyoning boshqa sohalarida qo'llaniladigan usublarga o'xshaydi, lekin ulardan farq qiladigan jihatlar ham mavjud, chunki tirik organizmlar biopolimerlarini tadqiq qilish alohida yondashuvni talab qiladi, bu murakkab tuzilishga ega bo'lgan birikmalar u yoki bu fizik omillarning ta'siri tufayli xilma-xil o'zgarishlarga duch keladi. Biologik kimyo uslublarini amaliy jihatdan ikki guruhga bo'lish mumkin:

- biokimyoviy jarayonlarni organizmning butunligiga shikast yetkazmasdan amalga oshiriladigan usulblar;

- analitik-dezintegratsiya tadqiqot usublari.

Organizmning butunligiga shikast yetkazmay modda va energiya almashinuvini tadqiq qilishga qaratilgan tadqiqotlarni amalga oshirishda nishonlangan atomlar:  $^{24}\text{Na}$ ,  $^{33}\text{P}$ ,  $^2\text{H}$ ,  $^{15}\text{N}$  va hokazolardan foydalaniladi. Masalan, shu uslub asosida kalamushlar ratsioniga asparagin kislota, glutamin kislota va alanin aminokislotalarini qo'shib oziqlantirish asosida sun'iy "qandli diabet" kasalligi kelib chiqishi isbotlangan, ya'ni bu uch xil aminokislotadan organizmda glyukozani sintezlanishi mumkin ekanligi aniqlangan.

Analitik-dezintegratsion uslub to'g'risida fikr yuritilganda, uni taomili shundan iboratki, bunda organizmning butunligiga shikast yetkazibgina qolmay, balki uni organlari, to'qimalari, hattoki hujayralarigacha dezintegratsiyalashga to'g'ri keladi. Shunday qilib, hujayrada sodir bo'ladigan jarayonlarni o'rganishni boshlash uchun, hujayrani tarkibiy qismlarga ajratishni amalga oshirish kerakligini ta'kidlash kerak. Biokimyoviy tadqiqotlarning ushbu usullari metabolik jarayonlarni o'rganishda ko'p hollarda qo'llaniladigan sitokimyoviy usullardan foydalanishni ham o'z ichiga olishi mumkin.

Analitik-dezintegratsion uslubdan foydalanganda tadqiq qilinuvchi to'qima, eng avvalo, gomogenizatsiyalanadi. Gomogenizatsiya natijasida gomogen massa-gomogenat olinib, uni keyinchalik differensial sentrifugalanadi. Bunda sentrifuganing aylanish tezligi, ekstraksiyalovchi eritmaning konsentratsiyasi, ion kuchi, vodorod ionlari konsentratsiyasi va gradiyentini o'zgartirish orqali boshqarish yo'li bilan yuqorida qayd qilingan subhujayraviy komponentlarni, ya'ni hujayra membranalari, yadroni po'sti bilan, mito-

xondriyalar, endoplazmatik to‘r, lizosomalar, mikrosomalar, ribosomalar, o‘simliklarda xloroplastlar va, shuningdek, gialoplazmalarni ajratib olish mumkin bo‘ladi.

Tadqiqotning keyingi bosqichi ajratib olingan subhujayraviy elementlarning nishon (marker) fermentlari faolligini aniqlash orqali ularning tozaligiga ishonch hosil qilishdan iborat.

Molekular biologiyaning zamonaviy rivojlanishi biologiyada yangi yo‘nalish – biotexnologiya va gen muhandisligining jadal rivojlanishiga keng yo‘l ochib berdi.

Biotexnologiya – sanoat ishlab chiqarishida tirik organizmlardan va biologik jarayonlardan unumli foydalanish demakdir. Biotexnologik jarayonlardan foydalanish ko‘lami juda kengdir, masalan, oqova suvlarni biologik tozalash, o‘simliklarni biologik uslubda himoya qilish, shuningdek, hayvonlar uchun ozuqa oqsillari, aminokislotalarni, ilgarilari umuman ajratib olib bo‘lmaydigan dori-darmonlar (masalan, insulin gormoni, o‘shish gormoni, interferon)ni sanoat miqyosida ishlab chiqarish, o‘simliklarning yangi navlari, hayvonlarning zotlari, mikroorganizmlarning shtammlarini va boshqalarni yaratish shular jumlasiga kiradi.

Genetik muhandisligi fani DNK molekulasida genlarning yangi kombinatsiyalarini yaratuvchi fandır. DNK molekulasini ajratish va uni o‘stirish imkoniyatini mavjudligi odamning insulin va interferon gormonlari sintezi uchun mas‘ul geniga ega bo‘lgan bakteriyani gibrid hujayrasini yaratish imkonini berdi. Bu yo‘nalishdagi tadqiqot ishlanmalari dori-darmon preparatlari ishlab chiqarishda farmatsevtika sanoatida qo‘llaniladi. Hozirgi kunda gen transplantatsiyasidan foydalanib, kasalliklarga, muhitning noqulay sharoitlariga chidamli, fotosintez va atmosfera azotining o‘zlashtirilishi samarali bo‘lishini ta‘minlaydigan o‘simlik navlari yaratilmoqda.

## **2.4. Moddalar almashinuvi tirik materiyaning eng muhim xususiyati sifatida.**

### **Makromolekulalar va ularning qisqacha tavsifi.**

Tirik hujayradagi moddalar almashinuvi (metabolizmi), asosan, ikki xil: katabolik va anabolik reaksiya oqimlaridan tashkil topgan. **Katabolitik yo‘l** (katabolizm) degradatsiya, dissimilyatsiya jarayonlaridan tashkil topadi. Bunga turli xil parchalanish (gidroliz, fosforoliz) va oksidlanish reaksiyalari kiradi. Yirik organik molekulalar oddiy moddalarga parchalanib, bir vaqtning o‘zida ular tarkibidagi erkin energiya ajraladi. Energiya tanada ATF va boshqa qator birikmalar shaklida saqlanadi va keyinchalik hayotiy jarayonlar uchun sarflanadi.

**Anabolitik yo‘l** (anabolizm) – sintez, assimilyatsiya jarayonlarini o‘z ichiga oladi. Bunda nisbatan oddiy molekulalardan murakkab organik birikmalar hosil bo‘ladi. Ko‘pincha qaytarilish reaksiyalarini o‘z ichiga oladi va energiya sarfi orqali amalga oshadi. Katabolizm va anabolizm fermentlarini hujayradagi lokalizatsiyasini turli-tumanligi tufayli bu qarama-qarshi metabolik jarayonlar bir vaqtning o‘zida sodir bo‘ladi.

Anabolizm va katabolizm o'rtasidagi o'zaro bog'lanish munosabatlari uch xil darajada namoyon bo'ladi:

1. Uglevod manbalari darajasida: katabolizm mahsulotlari anabolitik reaksiyalarning dastlabki substratlari bo'lishi mumkin.

2. Energiya darajasida: katabolizm jarayonida ATF va boshqa makroergik birikmalarni hosil qiladi, ularning sarflanishi orqali anabolitik jarayonlar sodir bo'ladi.

3. Qaytariluvchi ekvivalentlar darajasida: katabolizm reaksiyalari, asosan, oksidlanish jarayoni hisoblanadi; anabolizm jarayonlari, aksincha, qaytaruvchi ekvivalentlarni o'zlashtirish asosida yuz beradi.

Kimyoviy nuqtayi nazardan, **metabolizm** ko'psonli xilma-xil reaksiyalar: oksidlanish, qaytarilish, parchalanish, molekularning birikishi, guruhlarning molekulararo ko'chirilishi va boshqalarning yig'indisidir.

Makromolekulalar 2-jadvalda keltirilgan yuqori molekular og'irlikdagi birikmalarni o'z ichiga oladi. Ularning hammasi biopolimerlardir va agar oqsillar 20 xil proteinogen aminokislotalarning biopolimerlari bo'lsa, nuklein kislotalar 5 xil azotli asoslardan – lipidlar glitserin va yuqori molekular kislotalardan, polisaxaridlar monosaxaridlardan tashkil topgan biopolimerlardir. Tirik organizmda makromolekulalarning holati doimiy ravishda o'zgarib turadi. Bu erda konsentratsiyaning o'zgarishini «aniqlaydigan» nozik mexanizmlar mavjud, uning u yoki bu tomonga qarab siljishi kompensatsiyalanadi va darhol ularni me'yor darajaga qaytariladi. Ochiq tizimlarda statsionar holatning o'zgarishi, qayta tiklanishga oid jarayonlarni keltirib chiqaradi va dinamik barqarorlashgan dastlabki statsionar holatga erishilgandan keyin uni saqlashga qaratilgan jarayonlar rivojlanadi. Shunday qilib, tirik organizmning biokimyoviy ko'rsatkichlarining nisbiy doimiyligi statik, passiv ravishda sodir bo'lmasdan, balki faol dinamik tarzda yuz beradigan jarayon hisoblanadi.

Tirik organizmga atrof-muhitdan doimiy ravishda moddalar kirib turadi, ular o'zlashtiriladi, ulardan organizmning komponentlariga aylanadi va shu bilan birga, asta-sekin organizmning o'zidagi molekular "qariydi», katabolizm-dissimilyatsiya reaksiyalari yuz beradi va parchalanish mahsulotlari organizmni tark etadi.

Bu reaksiyalarning barchasi organizmning genetik apparati nazoratida bo'ladi, shuning uchun yangidan hosil bo'lgan moddalar irsiy belgilarga mos keladi. Barcha tana oqsillarining yarmi 80 kun ichida va undagi suv esa 30 kun ichida to'liq yangilanishi nishonlangan atomlar uslubi yordamida aniqlangan.

### **Materiallarni mustahkamlash uchun savollar:**

1. Molekular biologiya nimani o'rganadi?
2. Biokimyó va molekular biologiyani o'rganish qanday g'oya va uslublarga asoslanadi?
3. O'simlik va hayvonlarning elementar tarkibi qanday?

4. Hujayralarning kimyoviy birikmalari tarkibi va ularning foiz nisbati qanday?
5. Elektron mikroskop yordamida hujayralarni o'rganish imkoniyatlari qanday?
6. Molekular biologiyaning organizm butunligiga shikast yetkazmasdan amalga oshiriladigan tadqiqot uslublarining mohiyati qanday?
7. Qanday uslublar analitik-dezintegratsion tadqiqot usublari deyiladi?
8. Gomogenizatsiya nima?
9. Differensial sentrifugalash yo'li bilan subhujayraviy elementlarni ajratib olish qanday amadga oshiriladi?
10. Hujayraning subhujayraviy organellalarga qanday tavsif beriladi?
11. Biotexnologiya va gen muhandisligi nimani o'rganadi?
12. Tirik hujayralarda sodir bo'ladigan jarayonlarni o'rganish uchun qanday usullardan foydalaniladi?
13. Moddalar almashinuvining umumiy tavsifi qanday? Assimilyatsiya nima? Dissimilyatsiyachi?
14. Anabolizm va katabolizm o'rtasidagi o'zaro bog'lanish qaysi munosabatlarda namoyon bo'ladi?
15. Metabolizm jarayonida qanday xillardagi maxsus funksiyalar bajariladi?
16. Makromolekulalar nima?

### 3. OQSILLAR, ULARNING TARKIBI, XOSSALARI VA FUNKSIYALARI

#### 3.1. Oqsillarning qisqacha tavsifi

Tirik organizm o'z tarkibiy komponentlarining yuqori darajadagi tartibdali va undagi fenotipik jarayonlar kabi turli xil biologik funksiyalarning ham sodir bo'lishini ta'minlaydigan noyob tarkibiy tuzilishga ega ekanligi bilan ajralib turadi. Bu hayotning mohiyatini tashkil etadigan organizmlarning strukturaviy-funksional tartib birligida oqsillar hal qiluvchi rol o'ynaydi va ularni boshqa organik birikmalar guruhlar bilan almashtirib bo'lmaydi.

Oqsillar yuqori molekular, tarkibida azot tutuvchi organik moddalar bo'lib, ularning molekulari aminokislotalar qoldiqlaridan tashkil topgan. Ular hujayraning tarkibiy tuzilishi va funksiyalarida muhim rol o'ynaydi, chunki ular yordamida genetik axborotning ko'chirilishi amalga oshadi. Boshqachasiga ular **proteinlar** deb nomlanadi (yunoncha, "protos" – "birlamchi", "muhim"). Darhaqiqat, oqsillar tirik organizmlar uchun miqdoriy ko'rsatkich jihatdan ham, organizmdagi ahamiyati jihatidan ham birlamchi hisoblanadi, hayvonlar organizmida oqsil quruq massa hisobida 40-50% va undan ko'proq miqdorni tashkil qilsa, o'simliklarda kamroq 1 % dan 16 % gacha, bakteriyalar, viruslar va achitqida 13 % dan 99 % gacha bo'ladi (3-jadval).

#### 3-jadval. Ba'zi organizmlarning quruq modda qoldig'idagi oqsil miqdori

Organizm turi	O'rtacha oqsil miqdori (% hisobida)
Odam va hayvon organizmi	45-70
Baliq	40-47
O'tchil o'simliklar	9-16
Daraxtlar	1-2
Bakteriyalar	50-93
Viruslar	81-99
Achitqi	31-62
Mog'or zamburug'i	13-43

3-jadvaldan ko'rinib turibdiki, o'simliklar tarkibidagi oqsil miqdori ancha kam, lekin o'simlikning jadal o'suvchi va modda almashinuvi kuchli bo'lgan qismlarida oqsil miqdori yuqori bo'ladi. Oqsillar boshqa xil organik birikmalar uchun xos bo'lmagan qator xususiyatlarga ega. Bu xususiyatlar ularning hayotiy jarayonlarini namoyon bo'lishini ta'minlovchi oqsillarning funksiyalari bilan bog'liqdir. Bu xususiyatlar jumlasiga quyidagilar kiradi:

- strukturasini cheksiz xilma-xilligi va shu bilan birgalikda, uning turga xos bo'lgan maxsusligi;

- fizik va kimyoviy o'zgarishlarning o'ta darajadagi xilma-xilligi;

- hujayra ichida yuz beradigan o'zaro ta'sirlanish qobiliyati;

- tashqi ta'sirga molekula konfiguratsiyasini o'zgartirish orqali javob berish va ta'sir tugagan zamon dastlabki holatni tiklash qobiliyati;

- boshqa kimyoviy birikmalar bilan komplekslar va tuzilmalarni hosil qilish yo'li bilan o'zaro ta'sirlanishga moyilligi;

- biokatalitik va boshqa xildagi xususiyatlarning mavjudligi.

Tirik organizmlar oqsillarining elementar tarkibiga kelsak, miqdor jihatdan ular quyidagicha bo'ladi:

uglerod 50,0-55,0 %;

vodorod 6,5-7,3 %;

azot 15,0-18,0 %;

kislorod 21,0-24,0 %;

oltingugurt 0,0-20,54 %;

kul qoldig'i 0,0-0,5 %.

### **3.2. Oqsillar kimyosida qo'llaniladigan uslublar**

Oqsillarni ajratish va tozalashning birinchi bosqichi ularni hujayralardan xoli qilishdan boshlanadi. Buning uchun hujayralarning butunligi buziladi, ya'ni ular gomogenatga aylantiriladi. Hujayralar va to'qimalarni gomogen holatga keltirishning turli xil uslublari mavjud va ularni tanlash dastlabki obyektning xususiyatlari, tarkibi, barqarorlik holati bilan belgilanadi. Ular jumlasiga quyidagilar kiradi:

1) o'simlik to'qimalari va hujayralarini qattiq tavsifli material-abraziv (kvars qumi) bilan gomogenlash;

2) porshensimon-pestikli aylanib turuvchi gomogenizator yordamida gomogenlash;

3) hujayralar suspenziyasini diametri 50-500 mikron bo'lgan kichik shisha bo'lakchalar qo'shib silkitib gomogenlash;

4) bosimni oshirish va pasaytirish asosida gomogenlash;

5) hujayra suspenziyasini elakday qurilmadan siqib o'tkazish orqali gomogenlash;

6) maxsus ultratovush-dezintegrator qurilmalari yordamida gomogenlash;

7) hujayrali biomaterialni muzlatib va eritib turishni takror-takror amalga oshirish asosida shikastlash.

Biomaterialni gomogenlashdan keyin undagi oqsillar ekstraksiyalanadi. So'ng ularni fraksiyalarga ajratish uchun "tuzlash" amalga oshiriladi. Tuz qo'shish yo'li bilan ajratilgan oqsil fraksiyalarida ko'p miqdorda tuz mavjud bo'lganligi sababli, ularni ajratish uchun oqsil cho'kmasi dializlanadi yoki molekular elak orqali gel-filtratsiyalanadi.

Oqsillarni tozalashning keyingi bosqichi xromatografiya yordamida fraksiyalash yo‘li bilan amalga oshiriladi. Xromatografiya yo‘li bilan fraksiyalashning: adsorbsion, taqsimlovchi, ion almashinuvi orqali, molekular elakli va affin xromatografiyasi uslublari mavjud. Oqsillarni elektroforez (qog‘oz, kraxmal va poliakrilamid-gellari yordamidagi) uslubida fraksiyalashdan ham foydalaniladi. Tozalangan oqsil preparatlari, dializlanadi, so‘ng liofilizatsiyalanadi (ya‘ni sublimatsiyalanadi – eritmalarini muzlatib, vakuumga joylashtirib bug‘lantiriladi), keyin ularning gomogenligi aniqlanadi, gidrolizlagandan keyin aminokislota tarkibi aniqlanadi.

### **3.3. Oqsillarning xossalari. Peptidlar va polipeptidlar. Almashinuvchi va almashinmovchi aminokislotalar.**

Oqsillar amfoter elektrolitlar hisoblanadi, chunki ularning molekulalarida ham kislotali, ham asosli guruhlar mavjud. Oqsillarning kislota-asos xususiyatlari, asosan, ionlanish xossasiga ega bo‘lgan amino-kislotalarning yon radikallari bilan belgilanadi. Bunda terminal (molekulalarning uchlaridagi) amino va karboksil guruhlarining hissasi juda oz. Oqsillarda dissotsiatsiyalangan guruhlarining mavjudligi, ularning umumiy zaryadini belgilovchi omil hisoblanadi, u vodorod ionlari konsentratsiyasiga bog‘liq bo‘ladi.

Har bir oqsil uchun muhitning shu xildagi faol reaksiya qiymati mavjudki, unda molekuladagi musbat va manfiy zaryadlar miqdori teng bo‘ladi. Zaryadlari o‘zaro teng bo‘lgan ko‘rsatkichda bo‘lgan oqsil molekulasida elektr maydonida harakatlanmaydi, uni oqsilning izoelektrik nuqtasi (IEN) deb nomlanadi va pH ko‘rsatkichi tarzida belgilanadi. Pepsinning izoelektrik nuqtasi  $PI = 1,0$ ; ureazaniki – 5,1; katalazaniki – 5,6; ribonukleazaniki – 7,8; lizozimniki – 11,0 ga teng bo‘ladi. Bunda agar oqsil tarkibida asosli aminokislotalarning miqdori ko‘p bo‘lsa, IEN darajasi 7 dan yuqori, nordon aminokislotalar ko‘p bo‘lganda esa, 7 dan past bo‘ladi. Oqsillarning izoelektrik nuqtasini izoion nuqtadan farqli ekanligini tushunib olish lozim, chunki ularning ko‘rsatkichlari har doim bir-biriga mos kelavermaydi. Oqsilning izoion nuqtasi oqsil molekulasidagi dissotsiatsiyalangan kislota guruhlarini protoni sonini, asosli guruhlar bilan birikkan qiymatiga teng bo‘lgan pH ko‘rsatkichi hisoblanadi. Shunday qilib, oqsilning izoion nuqtasi pH ko‘rsatkichining shu darajasiga mos keladiki, unda oqsil eritmasidagi oqsil molekulasining yig‘indi zaryadi nolga teng bo‘ladi.

Oqsillarning ko‘p qismi gidrofil moddalar bo‘lib, ular suvli eritmalarda yaxshi eriydi. Ularning eruvchanligi boshqa makromolekular moddalar kabi molekulaning yuza qismi konformatsiyasini makonda joylashuvi orqali belgilanadi. Oqsillarning suvda eruvchanligi neytral tuzlarning kichik konsentratsiyasini qo‘shilishi natijasida oshadi. Eruvchanlik erituvchining pH ko‘rsatkichiga, tarkibiga, haroratiga ham bog‘liq. Eritmalarda oqsillar kolloid eritma xossalarni namoyon qiladi, ular aralashmada sekin taqsimlanadi, yarim o‘tkazgich membranadan o‘tmaydi, nurni tarqatadi va yuqori

darajadagi yopishqoqligi bilan ajralib turadi. Shu bilan birga, oqsil eritmaları odatdagi kolloid eritmalar emasligini yodda tutish kerak, chunki oqsillar yakka molekulalargacha dispersiyalanadi va gomogen eritma hosil qiladi.

Tabiiy oqsillar aniq belgili fazoviy konfiguratsiyaga ega, harorat va pH ning fiziologik ko'rsatkichlarida qator fizik-kimyoviy va biologik xossalarni namoyon qiladi. Turli xil fizikaviy va kimyoviy omillar ta'sirida oqsillar iviydi va cho'kmaga tushadi, tabiiy xossalarini yo'qotadi, ya'ni denaturatsiyaga uchraydi. Shunday qilib, denaturatsiya – bu noyob tuzilishga ega bo'lgan oqsil molekulasini tartibining buzilishi bo'lib, uning natijasida oqsilning o'ziga xos xususiyatlari (eruvchanlik, elektroforetik harakatchanlik, biologik faollik va boshqalar)ni yo'qolishiga olib keladi.

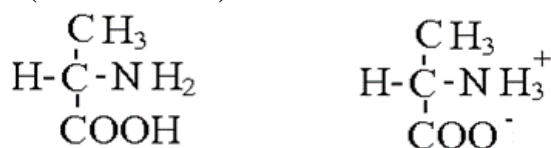
Aksariyat oqsillar eritmaları 50-60° C dan yuqori haroratgacha qizdirilganda denaturatsiyaga uchraydi. Denaturatsiya paytida, asosan, kovalent bo'lmagan bog'lar va disulfid bog'larga putur yetadi, peptid bog'larga esa ta'sir qilmaydi. Oqsil eritmasiga qisqa muddatdagi ta'sirdan keyin uni denaturatsiyani keltirib chiqaruvchi agentdan xolis qilganda oqsilning dastlabki strukturasi, funksional xossasi, xususan biologik funksiyasi ham to'liq tiklanadi.

Odatda, barcha oqsillar ultrabinafsha (UB) nurlarni yutadi. Oqsillarning ultrabinafsha (UB) nurlari spektor chegarasida yutish xususiyatidan foydalanib, ularni miqdorini 280 nm to'liq uzunligida spektrofotometrik yo'l bilan tahlil qilish uslubi ishlab chiqilgan. Oqsil eritmaları optik faol bo'lib, ular qutblangan nurlarni burish qobiliyatiga ega hamda sirkular tarzda o'ng va chap tomonga qutblangan yorug'likni bir xil yutmaydi.

Aminokislotalar haqida fikr yuritilsa, ular ham optik faollikka ega. Glitsindan tashqari hamma aminokislotalar optik faol va juft – L- va D-izomer holatda uchraydi, chunki aminoguruhli (NH<sub>2</sub>) karbon atomi asimmetrik hisoblanadi.

Polarizatsiyani burish yo'nalishi “+” yoki “-” ishoralar bilan belgilanadi. Tirik organizmlarda L va D shakldagi aminokislotalar uchraydi.

Tabiiy oqsillar tarkibida faqat L-aminokislotalar bo'ladi. Aminokislotalar suvda yaxshi eriydi. Neytral suvli eritmalaridan dissotsiatsiyalanmagan molekulalar tarzida emas, balki bipolar (amfoter) ionlar (svitterionlar) tarzida kristallanadi.



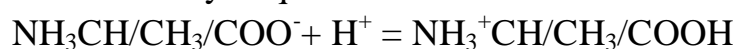
Alanin

Svitterion alanin

Kristall aminokislotalarni suvda eritganda u o'zini yo'qotgan kislota (protonning donori) sifatida:



yoki asos (akseptor) sifatida namoyon qiladi:



Aminokislolaning muhim xossaligidan biri bu ularning optik faolligidir. Ular suv (yoki HCl)da eruvchan bo‘lib, qutblangan nurni burish qobiliyatiga ega. Bu narsa barcha (glitsindan tashqari) aminokislotalarning zanjirini  $\alpha$ -qismida asimmetrik karbon atomi mavjudligidandir (ya’ni bunda karbonning to‘rttala valentliklari ham bir-biridan farqlanuvchi guruhlar bilan bog‘langan bo‘ladi).

Aminokislotalarning o‘ng yoki chap tomonga qarab solishtirma burish ko‘rsatkichi optik zichlikning miqdoriy tavsifi hisoblanadi va ko‘p aminokislotalar uchun  $[\alpha]_D^{25}$  u 10 dan  $30^\circ$  gachani tashkil qiladi; oqsillar tarkibida uchraydigan aminokislotalarning yarmidan ko‘prog‘i o‘ngga buruvchi bo‘lib, ular (Ala, Ile, Glu, Liz va boshq.)ni “+” ishora bilan belgilanadi, yarmidan kamrog‘i esa chapga buruvchi (Fen, Trp, Ley va boshq.) hisoblanadi, ularni “-” ishora bilan belgilanadi.

Yuqorida keltirilganidek, tirik organizmlar tarkibidagi oqsillarning aminokislotalari L-izomer hisoblanadi. Treonin va izoleysindan tashqari barcha aminokislotalarda bittadan asimmetrik karbon atomi uchrab, ikkitadan (L va D) izomeri bo‘lsa, treonin va izoleysinlarda ikkitadan asimmetrik karbon atomi uchraydi va to‘rttadan izomeri bo‘ladi, masalan:



Aminokislotalar-atsillanish, alkallanish, nitratlanish, eterifikatsiya va boshqa turli xil reaksiyalarga kirishadi. Barcha aminokislotalar ningidrin bilan reaksiyaga kirishib ko‘k-binafsha rangga bo‘yaladi. Ularni miqdorini kimyoviy usulda aniqlaganda ham, avtomatik analizator yordamida aniqlaganda ham shu reaksiyadan foydalaniladi.

Bundan tashqari, alohida aminokislotalar turli xil sifatiy reaksiyalarga kirishadi, masalan, nitrat kislotasi ishtirokida simob nitrat bilan tirozin qizil rangga bo‘yaladi (Millon reaksiyasi). Konsentrlangan nitrat kislotasi bilan fenilalanin va tirozin sariq rang hosil qiladi (ksantoprotein reaksiyasi). Glioksil kislotasi bilan triptofan konsentrlangan sulfat kislotasi ishtirokida ko‘k-binafsha rang (Gopkins-Kol reaksiyasi) hosil qiladi. Arginin alfa-naftol va natriy gipoxlorid bilan qizil rangga bo‘yaladi (Sakaguchi reaksiyasi). Natriy nitroprussid va 1-, 3-naftoxinon, 4-sulfonat bilan sistein qizil rang (Sullivan reaksiyasi) hosil qiladi. Ishqoriy eritmada diazotlangan sulfonat kislotasi ishtirokida gistidin va tirozin qizil rangga kiradi (Pauli reaksiyasi). Fosfomolibden-volframat kislotasi bilan tirozin ko‘k rang beradi (Folin-Chiokalteu reaksiyasi).

Deyarli barcha aminokislotalarda alfa-amino va alfa-karboksil guruhlari oqsil molekulasiining peptid bog‘larini shakllantirishda ishtirok etadi va shu bilan birga erkin aminokislotalarga xos bo‘lgan kislotasi asos xususiyatlarini yo‘qotadi. Shuning uchun oqsil

molekulalarining tarkibiy xususiyatlari va funksiyalarining xilma-xilligi aminokislotalar radikallarining kimyoviy tabiati va fizik-kimyoviy xususiyatlariga bog'liq bo'ladi.

Tabiiy oqsillar  $10^6$  xil turdagi organizmlarda mavjud. Olimlarning fikriga ko'ra, jami tirik organizmlarda uchraydigan tabiiy oqsillarning umumiy miqdori  $10^{10}$ - $10^{12}$  ga teng. E.coli nitritlar va nitratlar yoki ammiak yordamida barcha aminokislotalarni sintez qila oladi, sut kislotasi bakteriyalari esa bu qobiliyatga ega emas. Yuksak umurtqali hayvonlar barcha kerakli aminokislotalarni sintezlay olmaydi. Inson tanasida va kalamushlarda 20 xil aminokislotalardan 10 tasi sintezlanadi, shuning uchun ularni bir-biridan farqlanuvchi almashinadigan va almashinmaydigan aminokislotalarga ajratiladi (4-jadval).

*4-jadval. Almashinadigan va almashinmaydigan aminokislotalar*

<b>Almashinadigan</b>	<b>Almashinmaydigan</b>
Alanin	Arginin <sup>1</sup>
Asparagin	Valin
Asparagin kislotasi	Gistidin <sup>1</sup>
Glitsin	Izoleysin
Glutamin	Leysin
Glutamin kislotasi	Lizin
Prolin	Metionin
Serin	Treonin
Tirozin	Triptofan
Sistein (sistin)	Fenilalanin

*1-Qisman almashinadigan aminokislotalar*

Ozuqa tarkibidagi oqsillarning aminokislota tarkibi tana oqsillari aminokislotalariga qay darajada yaqin bo'lsa, uning biologik qimmati shuncha yuqori bo'ladi. Almashinmaydigan aminokislotalarni sintezlay olmaydigan hayvonlarda bu qobiliyat bo'lmasligining sababi, ularning organizmida aminlanish yo'li bilan tegishli almashinmaydigan aminokislotalarga aylanadigan tegishli ketokislotalarning hosil bo'lmasligidadir. Demak, ularning hayotiy jarayonlarini normal tarzda kechishi uchun ozuqa tarkibida almashinmaydigan aminokislotalarning barchasi bo'lishi lozim. Ozuqa tarkibida u yoki bu almashinmovchi aminokislotalarning bo'lmasligi azot almashinuvini salbiylashuvi, o'sishning to'xtashi, asab faoliyatini izdan chiqishi va h.k.larga olib keladi. Bu aminokislotalarga nisbatan bo'lgan talab har xil hayvonlarda turlicha bo'ladi. Ko'p bakteriyalar va yuksak o'simliklar bu aminokislotalarni faol ravishda sintezlaydi, bu ulardagi sintezlanish yo'lini o'xshashligini yoki yaqin ekanligini ko'rsatadi. Kavshovchi hayvonlarning qatqorin mikroflorasi oqsil bo'lmagan azotli moddalardan, masalan, oqsillarni parchalanishida hosil bo'ladigan siydikchil va ammiakdan barcha kerakli

aminokislotalarni sintez qila oladi. Bu hayvonlar uchun ozuqa tarkibidagi aminokislotalarni normallashtirmasa ham bo'ladi. Lekin hayvonlarning ratsionini nooqsil azotli moddalar bilan to'ldirib turish uchun siydikchil ishlatiladi. Ularning yangi tug'ilgan bolalarida almashinmaydigan aminokislotalarga nisbatan ehtiyoj seziladi. Cho'chqalar va parrandalar ratsioni aminokislotalar tarkibi bo'yicha muvofiqlashtirilishi zarur. Shu maqsadda aminokislotalar tarkibi jihatidan bir-birini to'ldiradigan ozuqalar tanlanadi va uni tarkibiga sanoat miqyosida ishlab chiqarilgan sintetik aminokislotalardan qo'shiladi.

### 3.4. Oqsillarning funksiyalari

Oqsillar tirik organizmlarda quyidagi funksiyalarni bajaradi:

**1. Qurilish (plastik yoki strukturaviy) funksiyasi.** Oqsillar har qanday tirik hujayraning protoplazmasini asosini tashkil qiladi. Lipidlar bilan birgalikda ular barcha hujayra membranalari va boshqa barcha organellalarning asosiy tarkibiy birikmasi hisoblanadi. Ular orasida biriktiruvchi to'qima tarkibidagi kollagen, sochlardagi keratin, qon tomiri devorlaridagi elastin va boshqalar ham muhim rol o'ynaydi.

**2. Katalitik funksiya.** Barcha fermentlar kimyoviy tuzilishiga ko'ra oddiy yoki murakkab oqsillardir. Shunday qilib, deyarli barcha biokimyoviy reaksiyalar oqsillar-fermentlar ishtirokida katalizlanadi. Oqsillarning bu funksiyasi noyobdir, u biologik tizimlardagi kimyoviy reaksiyalar tezligini belgilaydi.

**3. Harakatlantirish funksiyasi.** Tirik tabiatdagi har qanday harakat (mushaklar ishi, sodd hayvonlardagi yolg'on oyoqlar, kiprikchalar harakati, hujayradagi protoplazma harakati va boshqalar) hujayralarning oqsil tuzilmalari tomonidan amalga oshiriladi. Mushaklar qisqarishi va bo'shishi vaqtida ko'plab oqsil birikmalari ishtirok etadi. Ammo, bu hayotiy jarayonlarda asosiy rolni aktin va miozinning o'ziga xos mushak to'qimalarining oqsillari o'ynaydi. Qisqarish funksiyasi faqat mushaklarning oqsillariga xos bo'lib qolmasdan, balki hujayra faolligining eng nozik jarayonlarini (mitozda) ta'minlaydigan sitoskelet oqsillariga ham xosdir.

**4. Transport funksiyasi.** Qon oqsili – gemoglobin kislorodni o'pkadan to'qima va organlarga tashiydi. Yog' kislotalarining organizm bo'ylab tashilishi boshqa qon oqsili, albumin ishtirokida sodir bo'ladi. Lipidlarni, temirni, steroid gormonlarni va boshqalarni tashuvchi qon oqsillari mavjud. Ko'p moddalarni hujayra membranalari orqali ko'chirilishi maxsus tashuvchi oqsillar tomonidan amalga oshiriladi.

**5. Himoya funksiyasi.** Immunitetning eng muhim omillari – antitana va komplement tizimi oqsillar hisoblanadi. Qonning ivish jarayoni, uning ortiqcha miqdorda yo'qotilishidan himoya qiluvchi oqsil-fibrinogen funksiyasiga bog'liq. Bu xildagi transformatsiyalar trombin oqsili va ko'plab boshqa oqsil tabiatli ivish omillari ishtirokida amalga oshadi. Qizilo'ngach, oshqozonning ichki devorlarini shilliq pardasi oqsillar-musinlar bilan qoplangan. Ko'plab turga mansub organizmlarning toksinlari ham yashash uchun kurashda ularni himoya qiladigan oqsillardir (ilon zaharlari, bakterial toksinlar va

boshqalar). Hayvonlarning terisini ko'p xil tashqi ta'sirlardan himoya qiladigan asos kollagen ham oqsilidir. Junli himoya qoplaminin oqsili – keratin hisoblanadi.

**6. Gormonal funksiya.** Tanadagi modda va energiya almashinuvi neyroxumoral tavsifli turli mexanizmlar yordamida boshqariladi. Bu xil boshqaruv jarayonida endokrin bezlar tomonidan ishlab chiqariladigan gormonlar muhim o'ringa ega. Qator gormonlar kimyoviy tuzilishi jihatidan oqsil (insulin) yoki peptid tabiatiga (adrenokortikotrop gormon, oksitotsin, vazopressin va boshqalar) ega.

**7. Oziqlanish (zaxira) funksiyasi.** Bu funksiya homilaning rivojlanishi uchun kerakli bo'lgan zaxira oqsillar masalan, tuxum oqsili ovalbumin, sutning asosiy oqsili (kazein) ham, asosan, ovqatlanish funksiyasidan iborat. Ko'pgina o'simlik oqsillari ham, ularning urug'ida zaxira tarzida yig'iladi.

**8. Tayanch funksiyasi.** Pay, tog'ay, skelet suyaklari, tuyoqlar, asosan, oqsillardan tashkil topgan.

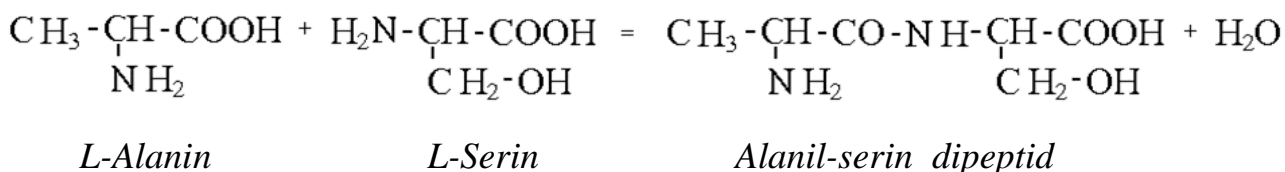
**9. Retseptor funksiya.** Ko'pgina oqsillar (ayniqsa, glikoproteinlar) alohida moddalarni tanlov asosida "tanish" va ba'zi moddalarni o'ziga biriktirish funksiyasini bajaradi.

Oqsillar funksiyalarini xilma-xilligi yuqorida qayd qilib o'tilgan funksiyalar bilan cheklanib qolmaydi. Masalan, oqsillarning boshqaruv funksiyasi faqat katalitik va gormonal ta'sirlar bilan cheklanmaydi. Oqsillar orasida genom faolligini boshqaruvchi juda muhim guruh – oqsillar borligi aniqlangan. Ba'zi polipeptidlar ferment ingibitorlari rolini bajaradi va shu orqali bu fermentlarning faolligi boshqariladi. Yaqinda xulq-atvor va psixikaning ba'zi jihatlarini boshqarishda ishtirok etuvchi miyaning maxsus oqsillari (MMO) mavjudligi aniqlandi. Bu narsa orqa miya suyuqligi va qon bilan o'tkaziladigan nozik immunokimyoviy uslublar yordamida o'tkaziladigan tahlil asosida MMO guruhi oqsillari tarkibi va xulq-atvor, psixikaning ba'zi tomonlari o'rtasida korrelatsiya mavjudligini aniqlashga imkon berdi. Oqsillar xalq xo'jaligida katta ahamiyatga ega. Avvalo, bu ahamiyatning ko'lami oqsillarning inson va qishloq xo'jalik hayvonlarining eng muhim oziq-ovqat komponenti ekanligi bilan belgilanadi. Ko'p jihatdan, odamlarning sog'ligi va qishloq xo'jalik hayvonlarining mahsuldorligi ratsiondagi protein miqdoriga bog'liq. Oqsillarning barcha organizmlar hayotidagi ahamiyatini ustuvorligi, ularning xalq xo'jaligidagi ahamiyatini, biokimyoda unga bo'lgan qiziqishni, oqsillarni o'rganishga qaratilgan biokimyoviy tadqiqotlarning markaziy o'rinda bo'lishini belgilaydi.

### 3.5. Aminokislotalar, ularning tasnifi. Oqsillar tarkibida aminokislotalarning birikishi.

Ilk bor oqsil moddalarni bundan 280 yil oldin ajratilgan, XVIII asrning ikkinchi yarmi va XIX asrning boshlarida o'simlik va hayvonlar tarkibida uchraydigan qator oqsil moddalar haqidagi ma'lumotlar bayon qilindi.

Oqsillar tarkibini o'rganish bo'yicha chuqur va qiziqarli tadqiqotlar biokimyoning asoschilaridan biri bo'lgan mashhur rus biokimyogari A.Y.Danilevskiy (1838-1923) tomonidan XIX asrning 80-yillari amalga oshirila boshlandi. Uning fikricha, oqsil molekulasi o'zaro o'xshash zanjirlarning bir-biri bilan birikishidan hosil bo'ladi, bunda karbon atomlari azot atomlari bilan navbatma-navbat keladi. U birinchi bo'lib oqsillarning polimer tavsifli tuzilishini bashorat qildi. E.Fisher (1912) oqsillarni tuzilish nazariyasini ta'riflab berdi, unga binoan, aminokislotalar bir-biri bilan alfa-karboksil va alfa-aminoguruhlar yordamida birikadi, masalan:



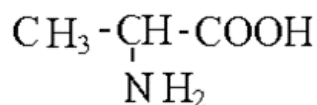
Aminokislotalarni radikallarning kimyoviy tuzilishiga asoslanib tasniflanadi. Shu nuqtayi nazardan aromatik, alifatik, shuningdek, tarkibida oltingugurt yoki gidroksil tutuvchi aminokislotalar farqlanadi. Agar radikal neytral (bitta aminoguruh va bitta karboksil guruhga ega) bo'lsa, ular **neytral aminokislotalar** deb yuritiladi. Agarda amino yoki karboksil guruh ortiqcha bo'lsa, unda o'zaro mos holda **asosli** yoki **kislotali aminokislota** deyiladi.

Aminokislotalarni zamonaviy tasniflash ularning qutblanganligi, ya'ni ularning suv bilan ta'sirlanish xususiyatiga asoslanadi. Shu nuqtayi nazardan 4 ta sinfga ajratiladi:

- a) qutbsiz (gidrofob);
- b) qutbli (gidrofil);
- d) nordon (manfiy zaryadlangan);
- e) asosli (musbat zaryadlangan).

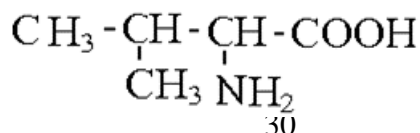
#### Qutbsiz (gidrofob) aminokislotalar:

##### 1. L-alanin

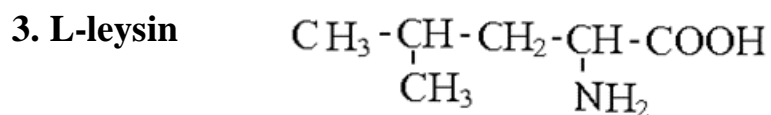


Ilmiy nomi (I.n.):  $\alpha$ -amino-propion kislota.

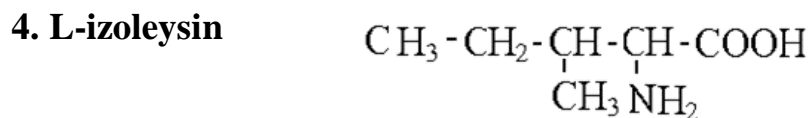
##### 2. L-valin



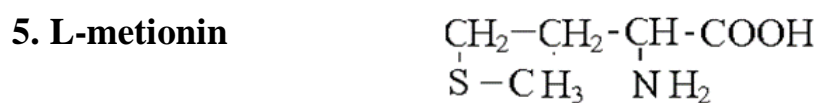
I.n.:  $\alpha$ -amino-izovalerian kislota.



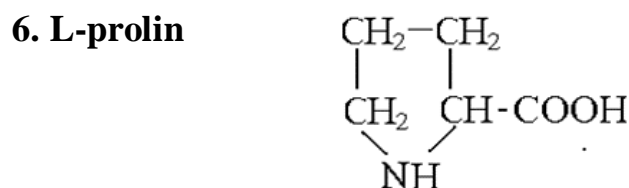
I.n.:  $\alpha$ -amino- $\gamma$ -metil valerian kislota.



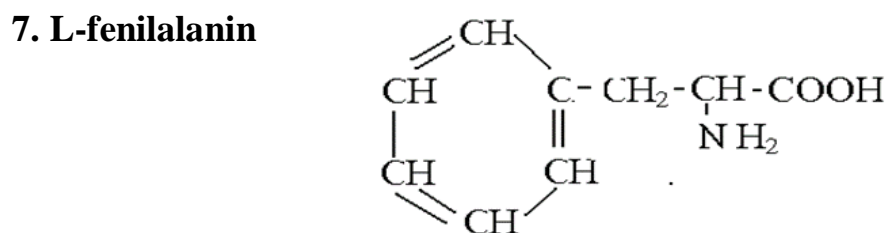
I.n.:  $\alpha$ -amino- $\beta$ -metil valerian kislota.



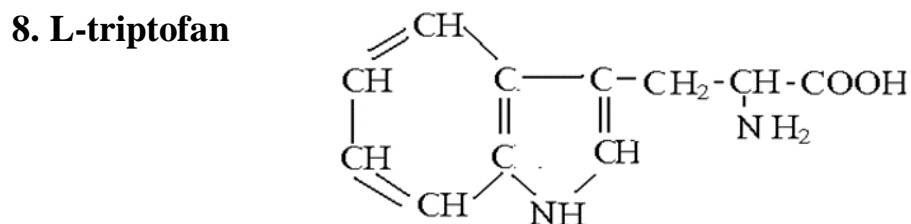
I.n.:  $\alpha$ -amino- $\gamma$ -tio-metil moy kislota.



I.n.:  $\alpha$ -pirrolidin karbon kislota.

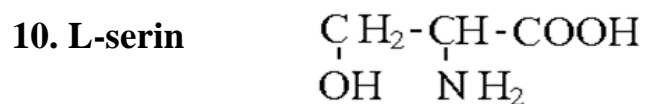
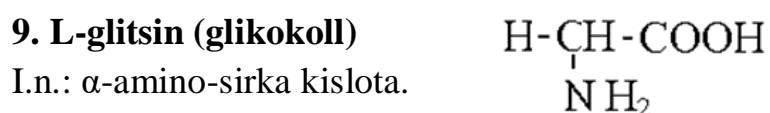


I.n.:  $\alpha$ -amino- $\beta$ -fenil-propion kislota.

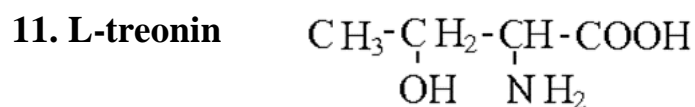


I.n.:  $\alpha$ -amino- $\beta$ -indolil-propion kislota.

**Qutbli (gidrofil) aminokislotalar:**



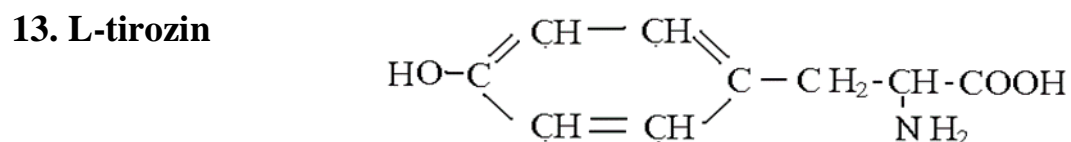
I.n.:  $\alpha$ -amino- $\beta$ -oksi-propion kislota.



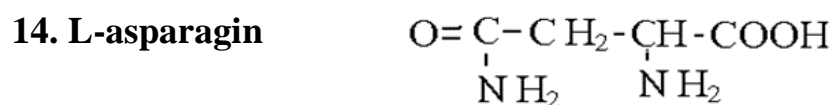
I.n.  $\alpha$ -amino- $\beta$ -oksi-moy-kislota.



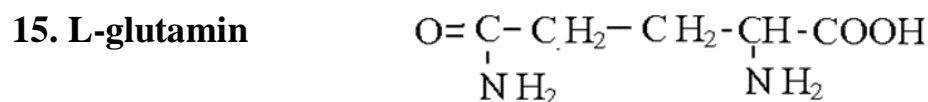
N.n.:  $\alpha$ -amino- $\beta$ -tio-propion kislota.



I.n.:  $\alpha$ -amino- $\beta$ -oksifenil-propion kislota.

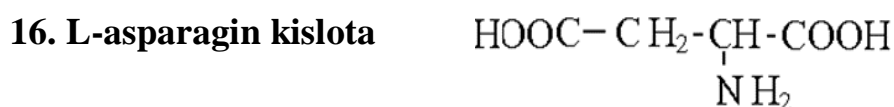


I.n.:  $\alpha$ -amino-qahrabo-amid kislota.

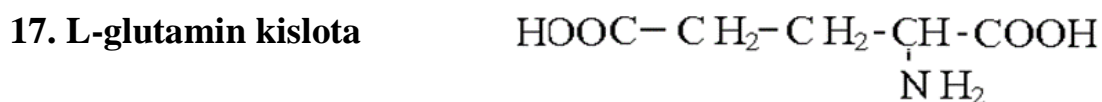


I.n.:  $\alpha$ -amino -glutar-amid kislota.

### Nordon (manfiy zaryadlangan) aminokislotalar:



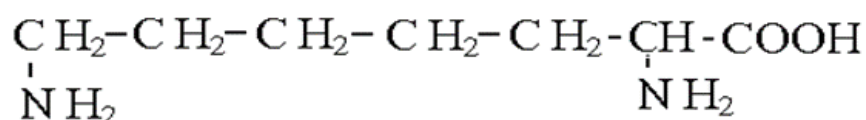
I.n.:  $\alpha$ -amino-qahrabo kislota



I.n.:  $\alpha$ -amino-glutar kislota.

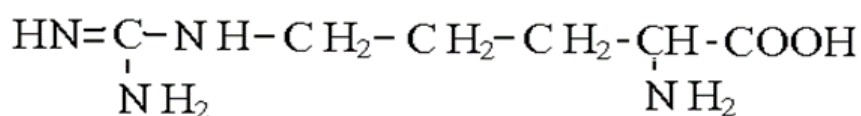
### Musbat zaryadlangan(asosli) aminokislotalar:

#### 18. L-lizin



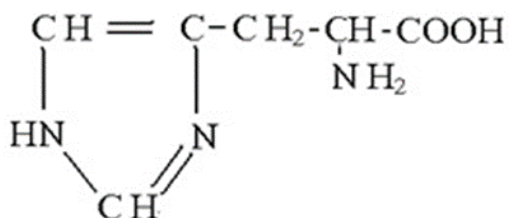
I.n.:  $\alpha$ -,  $\epsilon$ -diaminokapron kislota.

#### 19. L-arginin



I.n.:  $\alpha$ -amino-  $\sigma$ -guanidinovalerian kislota.

#### 20. L-gistidin



I.n.:  $\alpha$ -amino- $\beta$ -imidazolil propion kislota.

Molekular og'irligi 6000 Da gacha bo'lgan polipeptidlarga **peptidlar**, 6000 Da va undan yuqori bo'lsa **oqsillar** deyiladi. Nazariy jihatdan, agar ikkita aminokislotadan ikkita dipeptid hosil bo'lsa, to'rttasidan 24 ta tetropeptid va proteinogen 20 xil aminokislotadan

esa 2.4.10<sup>18</sup> ga teng sondagi izomerlarni olish mumkin. Olimlarning fikriga ko'ra, E.coli organizmida jami 3000 xil oqsil bo'lsa, odamlarda L.Polingning hisoblariga ko'ra, oqsillarning miqdori taxminan 100000 ni tashkil qiladi. Lekin so'nggi tadqiqotlar bu ko'rsatkich ancha yuqori ko'rsatkichda ekanligini isbotlamoqda.

Ma'lumki, odam, hayvonlar, o'simliklar to'qimalari va organlaridagi hamda mikroorganizmlar tarkibidagi oqsillar bir-biridan tubdan farqlanadi, ular turga xos xususiyatga ega. Boshqa organizmning oqsili, masalan, hayvon qoniga kiritilgan tovuq tuxumi oqsili unga toksik ta'sir ko'rsatadi.

Oqsillarning turga oid maxsusligi faqat aminokislota tarkibi, balki molekulada ularning ketma-ketligi bilan ham farqlanadi. Oziq-ovqat bilan qabul qilingan oqsil moddalari bevosita to'g'ridan-to'g'ri organizmning ichki muhitiga kirmaydi, balki ovqat hazm qilish organlari orqali o'tib, ular aminokislotalargacha parchalanadi va bundan keyin turga xos maxsuslikka ega bo'lmay qoladi.

Qonga so'rilgan aminokislotalar, keyinchalik to'qimalarda muayyan organizmning o'ziga xos bo'lgan oqsillar tarkibiga kiradi. Hozirgi kunda turli xil hayvonlar turlarida bir xil biologik funksiyani bajaradigan oqsillarning kimyoviy tuzilishida farqli jihatlar mavjudligi aniqlandi. Organizmning turli to'qimalari va organlari oqsillari ham o'ziga xos maxsuslikka ega. Bu xildagi o'ziga xoslik, ma'lum to'qima va organ funksiyasi, shuningdek, oqsillarning tuzilishida farqning mavjudligi bilan izohlanadi.

### **3.6. Oqsillarning polipeptid tuzilishi**

Zamonaviy sharoitda ko'plab yuqori molekular og'irlikdagi oqsillarning aminokislota ketma-ketligi aniqlandi va ularning kimyoviy sintezi amalga oshirildi va bu narsa polipeptidlar orasida peptid bog'larning mavjudligini bildiradi. Oqsillarning polipeptid tuzilishga egaligini quyidagi dalillar to'liq isbotlaydi:

1. Tabiiy oqsillarning tarkibida titrlanadigan -COOH va -NH<sub>2</sub> guruhlari kam, chunki ular bog'langan holda bo'ladi.

2. Oqsillar gidrolizidan keyin aminokislotalargacha parchalanadi, shuning uchun titrlanadigan -COOH va -NH<sub>2</sub> guruhlari soni ko'payadi.

3. Proteolitik fermentlarning ta'sirida oqsillar aniq belgilangan bo'lak (fragment)larga bo'linadi, ular polipeptidlar bo'lib, ularning terminal aminokislotalariga faqat o'ziga mos keladigan proteinazalargina ta'sir etadi. Keyinchalik, bunday bo'laklarning strukturasi kimyoviy sintez yo'li bilan to'liq isbotlandi.

4. Biuret ham, oqsil ham biuret reaksiyasini beradi, demak, ikkala holatda ham peptid bog' borligini isbotlaydi.

5. Gomogen oqsillarning rentgenogrammasini tahlili ham oqsillarning polipeptid tuzilishini tasdiqlaydi.

6. Keyingi vaqtlarda insulin (51 aminokislotalar qoldiqlaridan tashkil topgan), lizozim (121), ribonukleaz (124)larni kimyoviy sintezlanishidan so'ng oqsillarning polipeptid strukturasi to'g'risida hech qanday shubha qolmadi.

### **3.7. Oqsillarning birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi va to'rtlamchi tuzilmalari (strukturasi).**

Biokimyogarlar polipeptid zanjirda uchrovchi aminokislotalarning o'zaro bir-biri bilan bog'lanishlarini batafsil o'rganish asosida K.Linderstryom-Lang oqsil molekulasining strukturaviy tuzilishi to'rt darajada, ya'ni birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi va to'rtlamchi tuzilmali ekanligiga oid fikrlarini tasdiqlanishi asosida bu muammolarning yechimiga yanada yaqinlashdilar.

**Oqsilning birlamchi strukturasi.** Bugungi kunga qadar 3000 dan ortiq har xil oqsillarning birlamchi strukturalari aniqlandi, bu shubhasiz biokimyoning yutug'idir. Birlamchi struktura deganda polipeptid zanjirda aminokislota qoldiqlarining joylashishi tartibi, ketma-ketligi tushuniladi. Birlamchi strukturani bilgan holda, agar muayyan polipeptid bittagina zanjirdan iborat bo'lsa, unda bu oqsil molekulasining aniq formulasini yozish mumkin. Agar oqsil bir nechta polipeptid zanjirlardan iborat bo'lsa, unda birlamchi tuzilishni aniqlash murakkabroq bo'ladi, chunki bu zanjirlarni oldindan bir-biridan ajratishga to'g'ri keladi.

Oqsillarning birlamchi strukturasi aniqlash uchun avval aminokislota tarkibini, ya'ni gomogen tozalikda bo'lgan oqsil namunasida 20 xil aminokislotalarning nisbiy ko'rsatkichini aniqlash kerak. Bu jarayon oqsilni gidrolizlash va bundan keyin aminokislotalarni miqdorini tahlil qilish orqali amalga oshiriladi. Keyin polipeptid zanjirining -COOH va -NH<sub>2</sub> uchlarida joylashgan bittadan aminokislotalarni aniqlashga kirishiladi. N-uchida joylashgan aminokislotalar 1-ftor, 2-,4-dinitrobenzol yoki gidrazin reagentlaridan foydalanib, tegishli ravishda Sanger yoki Akobori uslubida aniqlanadi. Bu reaktivlar polipeptidning aynan N-uchida joylashgan aminokislota bilan birikadi.

Polipeptidning C-uchida joylashgan aminokislotalarini aniqlash uchun polipeptidga qaytaruvchi xossaga ega bo'lgan modda, masalan, natriy borgidratdan foydalaniladi va bunda C-uchida joylashgan aminokislota tegishli aminohosilaga, ya'ni aminospirtga aylantiriladi. Bundan tashqari, bu maqsadda karboksipeptidaza uslubi bilan ham foydalaniladi. Hozirgi kunda oqsillarning birlamchi strukturasi aniqlash muammosi laboratoriyaning jihozlanish darajasiga va vaqtga bog'liq masala desa bo'ladi. Bu fikrning daliliy isboti, yuqorida keltirilganidek, talaygina tabiiy oqsillarning birlamchi strukturalari aniqlanganligidir.

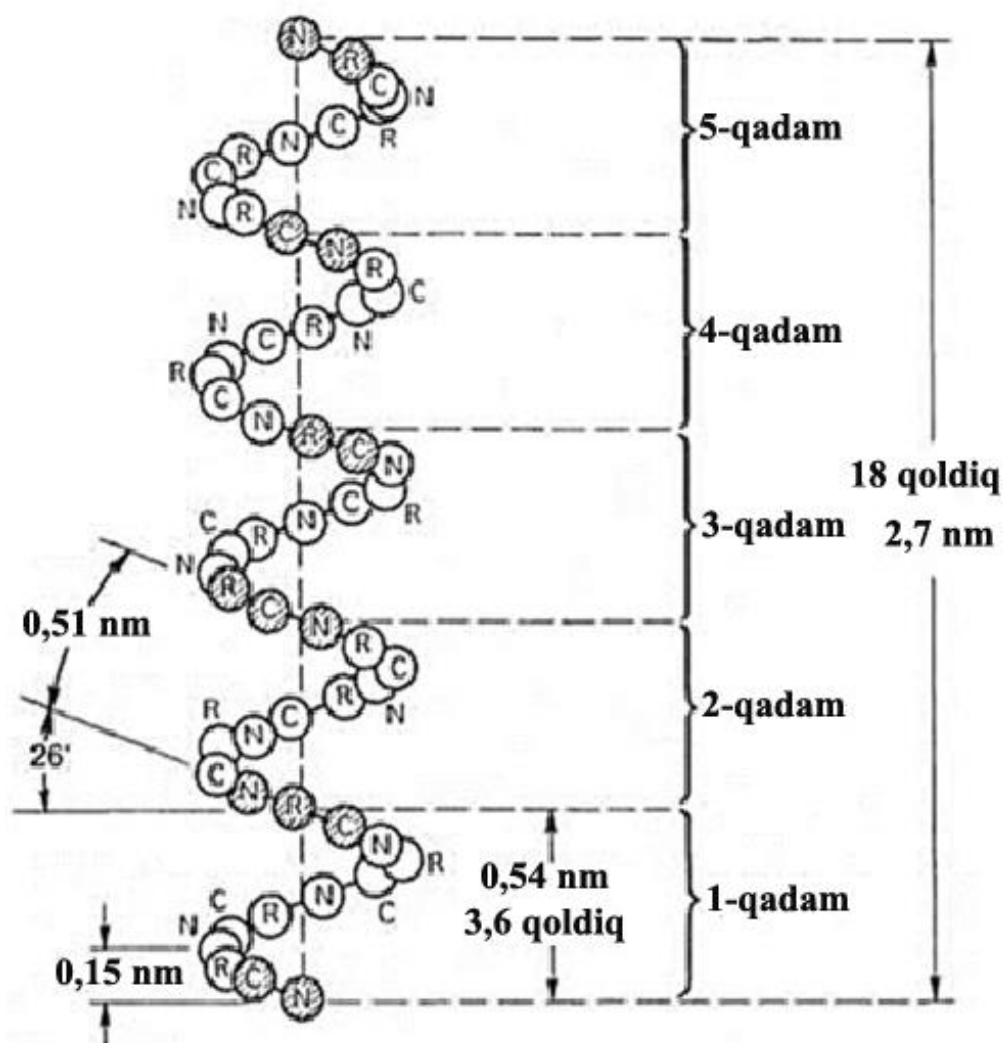
Ular orasida eng birinchisi 51 aminokislota qoldig'idan iborat bo'lgan insulin (Senger, 1954) hisoblanadi. Birlamchi strukturasi aniqlangan eng yuqori molekulyar oqsil, to'rtta polipeptid zanjirdan iborat bo'lgan immunoglobulin hisoblanib, uning tarkibida

jami 1300 aminokislota qoldig'i borligi ma'lum. Bu tadqiqot uchun Dj.Edelman va R.Porter (1972)lar Nobel mukofotini olishga muvaffaq bo'lishgan.

Shuningdek, odam mioglobini (153 ta aminokislota qoldig'i), ikki molekula alfa-globin (141 ta aminokislota qoldig'i) va ikki molekula beta-globin (146 ta aminokislota qoldig'i)dan tashkil topgan odam qoni gemoglobini, odamning yurak mushagi sitoxromi (105 ta aminokislota qoldig'i), sut lizosimi (130 ta aminokislota qoldig'i), qoramol ximotripsinogeni (245 ta aminokislota qoldig'i) va boshqa ko'p oqsillar, jumladan, fermentlar va toksinlarning birlamchi strukturalari to'liq o'rganilgan.

**Oqsillarning ikkilamchi strukturasi.** Dastlabki olingan rentgenogrammlar ipsimon polipeptid zanjirlar qatori ma'lum darajada buralgan tuzilmalar borligini ko'rsatdi. Ikkilamchi struktura deganda, polipeptid zanjirning shu xildagi konfiguratsiyasi, ya'ni uning buralishi, taxlanishi tushuniladiki, bunda oqsil polipeptid zanjir buralgan yoki taxlangan tarzda spiralsimon yoki boshqa xildagi konfiguratsiyani qabul qiladi. Bu jarayon xaotik (tartibsiz) tarzda yuz bermay, balki ma'lum birlamchi strukturada belgilangan dasturga muvofiq amalga oshadi. Polipeptid zanjirning strukturaviy va eksperimental konfiguratsiya talablariga javob beradigan ikki xil: alfa-spiral va beta-spiral tuzilmalari yaxshi o'rganilgan. L.Poling tadqiqotlariga muvofiq globular oqsillar uchun alfa-spiral xos. Polipeptid zanjirning buralishi o'ngga qarab soat strelkasiga o'xshash buraladi bu tabiiy oqsillarning aminokislota tarkibi bilan belgilanadi.

Spirallar shakllanishining asosi aminokislotalarning vodorod bog'larini hosil qilish qobiliyati hisoblanadi. Alfa-spirallarda qator qonuniyatlar mavjudligi aniqlangan. Spiralning bir aylanish qadamiga 3,6 aminokislota qoldig'i to'g'ri keladi. Spiralning bir aylanish qadamiga oid masofa 0,54 nm ni, bitta aminokislota hisobiga 0,15 nm ni tashkil qiladi. Spiralning balandligi  $26^0$  ga teng; spiralning 5 aylangani (18 ta aminokislota qoldig'i)dan keyin polipeptid zanjirning strukturaviy konfiguratsiyasi takrorlanadi. Bu alfa-spiral konfiguratsiyasini takrorlanish davri 2,7 nm ekanligini ko'rsatadi. Har bir oqsil uchun o'ziga xos tavsifli spiralizatsiya darajasi xos (1-rasm).

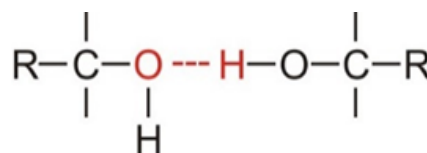
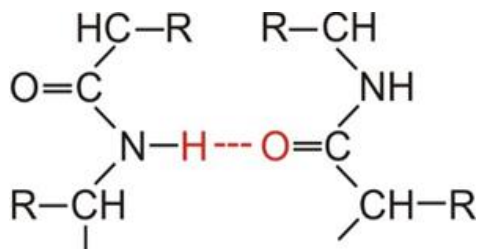


1-rasm. Alfa-spiralning strukturasi va ko'rsatkichlari

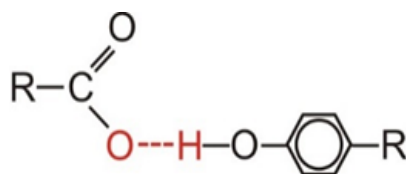
Barcha globular oqsillarning polipeptid zanjiri polipeptidning oxirigacha spirallangani bo'lmaydi. Oqsil molekulasida alfa-spiral chiziqli qismlar bilan navbatma-navbat almashinib turadi. Masalan, agar gemoglobinning alfa va beta zanjirlari 75 % ga spirallangan bo'lsa, u holda lizozim 42 % ga, pepsin esa atigi 30 % gagina spirallangan bo'ladi. Shunday qilib, ikkilamchi strukturaning barqarorligi, asosan, vodorod bog'lari hisobiga ta'minlanadi. Vodorod bog'lari nokovalent bog' bo'lib, uni barqarorligi juda past bo'ladi. Vodorod bog'larining vujudga kelish mexanizmini ikki molekula suvning o'zaro ta'sirlanishi (dipol) misolida ko'rsatish mumkin. Odatda, suv dipolida musbat zaryadlarning ortiqcha miqdori vodorod atomlari bilan, manfiy zaryadlarning ortiqcha miqdori esa kislorod atomi bilan bog'lanadi. Ikki molekula suvning tegishli tarzda yaqinlashuvida vodorod atomini xossasiga muvofiq bir molekula suvning kislorodi bilan ikkinchi suv molekulasining vodorodi o'rtasida o'zaro elektrostatik ta'sirlanish yuz beradi. Buning oqibatida har bir suv molekulasidagi vodorod va kislorod o'rtasidagi bog'lanishlar susayadi hamda bunga mos holda birinchi molekula suvning vodorodi bilan ikkinchi molekula suvning kislorodi o'rtasida kuchsiz bog'lanish paydo bo'ladi. Bu kuchsiz

bog‘lanishni **vodorod bog‘lari** deb yuritiladi. Oqsil molekulasida muhim vodorod bog‘lanishi kovalent bog‘langan musbat zaryadli vodorod atomi va kovalent bog‘langan manfiy zaryadlangan kislorod atomi o‘rtasida hosil bo‘ladi. Quyida oqsil molekulasida joylashgan vodorod bog‘lanishiga misollar keltirilgan:

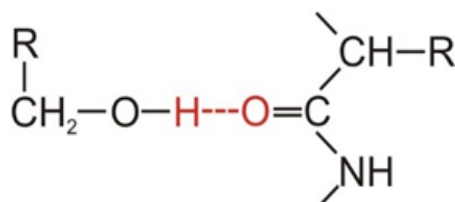
a) *peptid bog‘lar o‘rtasida bog‘lanish:* b) *ikkita gidroksil guruhlarini o‘rtasidagi bog‘lanish:*



d) *ionlangan -COOH guruhlarini va tirozinning -OH guruhlarini o‘rtasidagi bog‘lanish:*



e) *serinning -OH guruhi va peptid bog‘ o‘rtasidagi bog‘lanish*

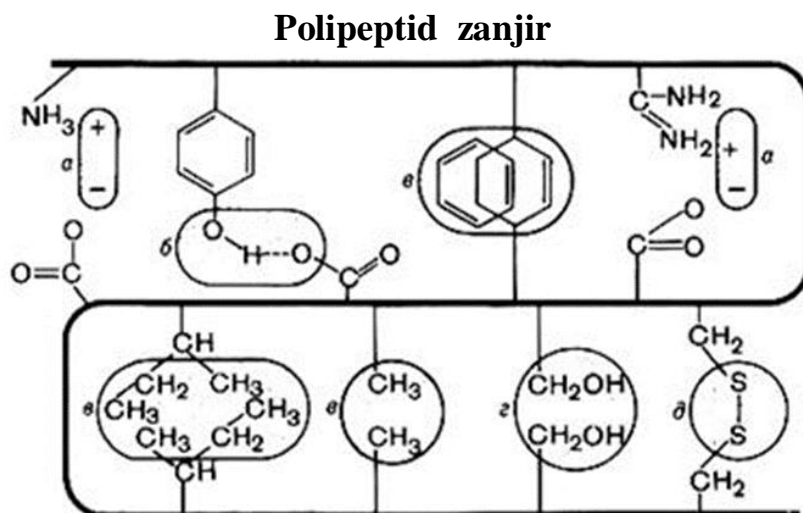


**Oqsillarning uchlamchi strukturasi.** Oqsillarning uchlamchi strukturasi deganda polipeptid spiralingning makonda joylashishi yoki polipeptid spiraling yoki polipeptid zanjirning tegishli hajmdagi makonda ma’lum tartib asosida taxlanishi tushuniladi.

Birlamchi strukturani spiral tiplari ham yoki polipeptid zanjir spirallarnini yig‘indisi va polipeptid zanjirning chiziqli qismlari ham, bu zanjirning hamji va shakli haqidagi tasavvurni shakllantira olmaganligi sababli, tadqiqotchilar oldida oqsillarning uchlamchi konfiguratsiyasini aniqlash yaqin davrlargacha muammo bo‘lib keldi. Bu muammolarni yechimini topishda yuqori darajadagi tahliliy imkoniyatga ega bo‘lgan rentgen tuzilmaviy tahlil uslubi muhim ahamiyatga ega bo‘ldi.

So‘nggi olti o‘n yillikda, rentgen tuzilmaviy tahlil uslubining imkoniyatlaridan foydalanib, 450 dan ziyod oqsillarning uchlamchi strukturalari aniqlandi, ular jumlasiga: gemoglobin, pepsin, ximotripsin, ribonukleaza, lizosim, tripsin va uning ingibitori, odam immunoglobulinini fragmentlari, karboangidrazasi, aspartataminotransferazasi, insulini va

qator oqsillar kiradi. Rentgen nurlarini difraksiyasiga asoslangan yangi uslublar 160 ga yaqin fermentlarning kristall strukturalarini aniqlash imkonini berdi. Uchlamchi strukturalarni stabilashda nokovalent bog‘lanishlar: elektrostatik o‘zaro ta’sirlar, vodorod bog‘lari, qutbsiz guruhlarining o‘zaro gidrofob ta’sirlanishlari, dipol-dipol o‘zaro ta’sirlanishlar, disulfid bog‘lar va boshqalar qatnashadi (2-rasm).



**2-rasm. Oqsillarning uchlamchi strukturasi stabillovchi nokovalent bog‘lanish tiplari.**  
*a*-elektrostatik o‘zaro ta’sirlanish; *b*-vodorod bog‘; *d*-qutbsiz guruhlarining o‘zaro gidrofob ta’sirlanishlari; *e*-dipol-dipol o‘zaro ta’sirlanishlar; *f*-disulfid bog‘lar.

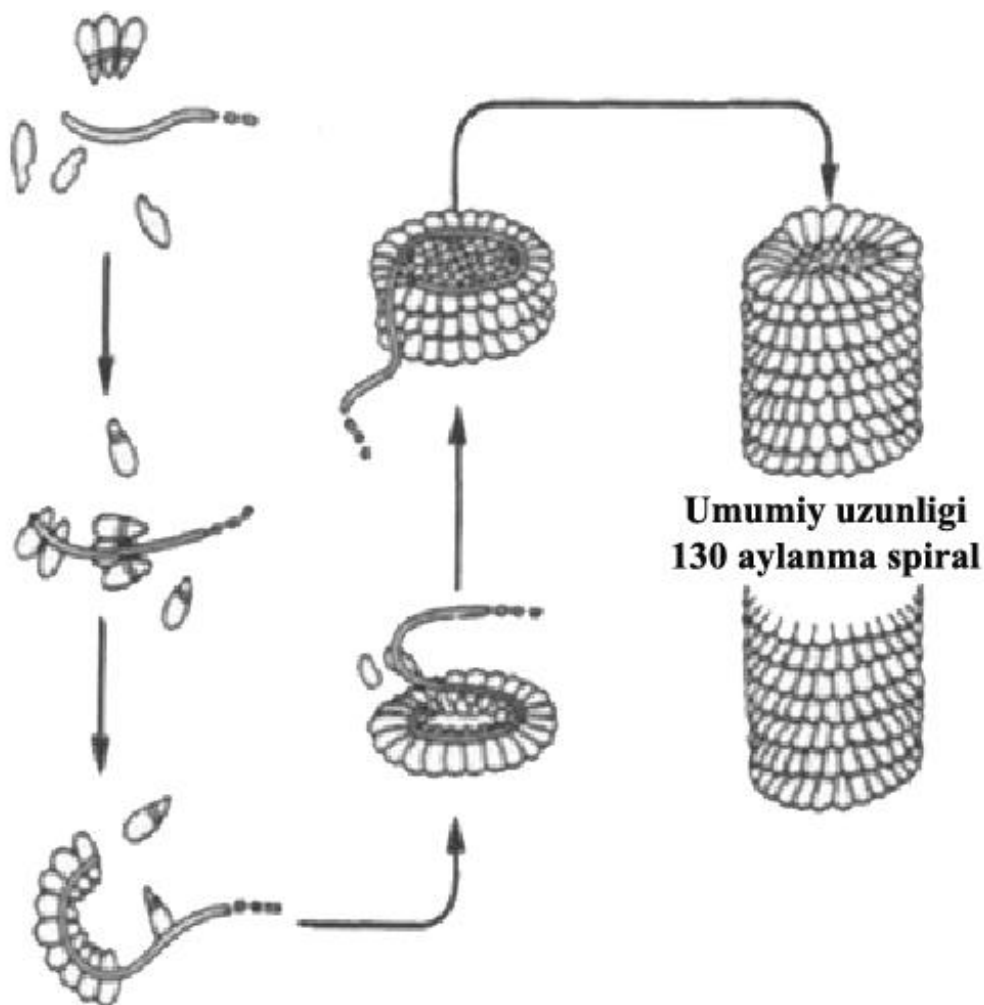
Uchlamchi strukturani harakatga keltiruvchi kuch aminokislotalardagi yon radikallarning suv molekulasi bilan o‘zaro ta’sirlanishidir. Shunday qilib, oqsilning uchlamchi strukturasi bu aminokislota ketma-ketligi, aniqrog‘i polipeptid zanjirda oqsil molekulasini kattaligi, shakli va aminokislota qoldiqlarining qutbliligi bilan belgilangan (determinallangan) tarzdagi oqsil molekulasining hajmiy strukturasi. Uchlamchi strukturada molekula ichidagi bog‘lanishlar evaziga oqsil zanjirining tuganakka o‘xshash taxlanishi yuz beradi.

**Oqsillarning to‘rtlamchi strukturasi.** To‘rtlamchi struktura deganda birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi tuzilmasi bir xil (yoki har xil) alohida olingan polipeptid zanjirlarning struktura tuzilishi va funksiyalari bo‘yicha yagona makromolekular birikma sifatida shakllanib makonda joylashuvi tushuniladi. To‘rtlamchi strukturani barqarorlashtiruvchi asosiy kuchlar protomerning kontaktli qismlari orasidagi nokovalent bog‘lanishlar bo‘lib, ular bir-biri bilan universal prinsipga muvofiq tirik tabiatga xos – komplementarlik tipi asosida o‘zaro bog‘langan bo‘ladi. Oqsillar yuqori molekular og‘irlikdagi birikmalar jumlasiga kiradi, ular yuzlab, hatto minglab aminokislota qoldiqlarining birikib makromolekular strukturaga aylanishi tufayli hosil bo‘ladi. Oqsillarning molekular og‘irligi 6000 (pastki chegara) Da dan 1.000.000 Da va undan

yuqori bo'lishi mumkin. Ikki yoki ko'p sonli oqsillarning o'zaro birikib kompleks hosil qilishi bilan to'rtlamchi tuzilma shakllanadi, ya'ni bunda submolekular darajadagi kompleks hosil bo'ladi. Oqsilning yagona strukturasi tarkibidagi alohida polipeptid zanjirlarning soniga muvofiq, bu polipeptid zanjirlarning har birini protomerlar yoki subbirliklar deb nomlanadi. Bu makromolekular multimerlar juda murakkab tuzilishga ega bo'lishiga qaramasdan, ularning tarkibidagi aminokislotalarning tarkibi va ketma-ketligi ko'plab oqsillarda aniqlangan va shu asosda kimyoviy yo'l bilan ularning molekular og'irligini ham yuqori darajadagi aniqlikda hisoblash imkoni paydo bo'ldi.

Biroq, tabiatda uchraydigan juda ko'p xil oqsillarning kimyoviy tuzilishi aniqlanmagan, shuning uchun molekular og'irlikni aniqlashning turli xil zamonaviy uslublari (gravimetrik, osmometrik, viskometrik, xromatografik, elektroforetik, ultrasentrifugalash, optik va boshqalar)dan foydalaniladi.

Ular orasida sedimentatsion, gel-xromatografiyasi va elektroforez uslublaridan ko'p foydalaniladi. Funktsional oqsillarning ko'pchiligi bir necha polipeptid zanjirlarning kovalent bog'lari bilan emas, balki nokovalent bog'lar yordamida birikishidan hosil bo'ladi. Protomer (yoki subbirlik) deb nomlangan har bir alohida olingan polipeptid zanjirining o'zi ko'pincha biologik faollikka ega bo'lmaydi. Subbirliklardan hosil bo'lgan molekula oligomer (yoki multimer) deb ataladi. Oligomer oqsillar ko'pincha juft sonli protomerlardan tashkil topadi (2, 4, 6, 8, 10, 12 va h.k.). Xususan, yuqorida keltirilganidek, gemoglobin molekulasi ikkita bir xil alfa-spiral va ikkita bir xil beta-polipeptid zanjirlaridan tashkil topgan, ya'ni u tetramer hisoblanadi. Tamaki mozaikasi virusi oligomer molekulani izohlash uchun mumtoz namuna hisoblanadi, uning molekular og'irligi 40 000 000 Da bo'lgan ulkan molekuladir. Bu makromolekulani tegishli uslublar yordamida dissotsiatsiyalaganda (detergentlar qo'shib), qaytadan makromolekula o'z-o'zidan tiklanishi mumkin ekan. Bunda RNK va oqsildan iborat bo'lgan reaksiya aralashmaga dissotsiatsiyani yuzaga chiqaruvchi ta'sir ko'rsatilgandan keyin, bu ta'sirni yo'qotish (detergentdan xolis qilish) asosida to'rtlamchi strukturani va barcha fizik-kimyoviy parametrlarni, shuningdek, biologik funksiyalar (virusning infeksiya qobiliyati)ni to'liq tiklanishi (3-rasm) mumkinligi ma'lum bo'ldi.



**3-rasm. Tamaki mozaikasi virusining o‘z-o‘zidan tiklanishi.**

U bitta RNK molekulasidan va 2130 oqsil subbirligidan iborat bo‘lib, ularning har biri 17500 Da og‘irlikka ega bo‘ladi. Virusning uzunligi taxminan 300 nm, kengligi 17 nm. RNK spiralsimon shaklga ega. RNK atrofida oqsil subbirligi joylashib, ulkan submolekular spiral shakldagi tuzilma hosil qiladi, ularda 130 ga yaqin aylanma spiral mavjud.

Oqsil molekulalarining mavjudligi va shakli haqida ilgari ultrasentrifugalash, qutblangan nurni sindirish va diffuziya ko‘rsatkichlari asosida baholanar edi. Bu ma’lumotlar tabiatda globular (sferik) va fibrillar (ipsimon) tuzilishga ega bo‘lgan oqsillar mavjudligini ko‘rsatadi. Hozirgi vaqtda oqsil molekulalarining shakli haqidagi umumiy fikrlar to‘liq tasdiqlangan, lekin zamonaviy tadqiqot usullaridan foydalanishgina oqsil molekulalarining fazoviy konfiguratsiyasi (uch o‘lchovli tuzilishi) tafsilotlarini aniqlashga imkon berdi. Skanerlovchi mikroskopdan va rentgen nurlarini tarqalish tahlilidan foydalanish, oqsillarning makonda joylashuv strukturasi, unga mos bo‘lgan shakllarinigina emas, balki oqsil molekulalarining assimetriyasini uch o‘lchamli darajasini batafsil aniqlash imkoniyatini yaratdi. Hatto, globular qon oqsillari (gemoglobin, albumin va

globulinlar)ni tahlil qilinganda, ular bu o'lchov birliklarida assimetrik ekanligi ma'lum bo'ldi. Ta'kidlash joizki, oqsillarning faqat fizik-kimyoviy xossalari emas, balki biologik xususiyatlari ham ularning fazoviy tuzilishi bilan belgilanadi.

Hozirgi vaqtda oqsillarni birlamchi, ikilamchi, uchlamchi va to'rtlamchi strukturalari mavjudligini asoslashga oid dalillar mavjud. Bundan tashqari, har bir alohida olingan oqsil ma'lum funksiyani bajarilishini ta'minlaydigan o'ziga xos strukturasi bilan tavsiflanadi. Shunday qilib, xilma-xil oqsillarning struktura tuzilishini o'rganish tirik tizimlarning tabiatini va demak, hayotning mohiyatini bilib olish uchun kalit bo'lib xizmat qilishi mumkin. Kelajakda oqsillarning tuzilishi va biosintezida uchraydigan nuqsonlar tufayli kelib chiqadagan ko'plab irsiy kasalliklarga oid muammolar yechimini topish mumkin bo'ladi.

### 3.8. Oqsillarning nomlanishi va tasniflanishi

Hozirgi vaqtgacha oqsillarni nomlash va tasniflashning uyg'un tizimi ishlab chiqilmagan. Oqsil kimyosi bu masalalar yuzasidan oqsillarni an'anaviy ravishda guruhlarga ajratilishi tasodifiy ko'rsatkichlar (fizik-kimyoviy xossalar, molekulalar shakli, lokalizatsiyasi va kelib chiqishi, aminokislota tarkibi)ga asoslangan bo'lib, ularning strukturasi va bajaradigan funksiyalari bo'yicha hozirgi kunning bilim darajasi talabiga to'liq javob beradi deb bo'lmaydi. Holbuki, faqat kimyoviy reaksiyalarni katalizlash qobiliyatiga ega bo'lgan oqsillar guruhi, ya'ni fermentlar uchungina katalizlaydigan kimyoviy reaksiyalar turlari va reaksiyaga kirishuvchi moddalarning kimyoviy tabiatiga asoslangan holda nomlash va tasniflashning mukammal tizimi ishlab chiqilgan.

Sxematik ravishda oqsillarni quyidagicha tasniflash mumkin:

- |                               |                      |
|-------------------------------|----------------------|
| I. Oddiy oqsillar             | II Murakkab oqsillar |
| 1. Protaminlar va gistonlar   | 1. Xromoproteinlar   |
| 2. Prolaminlar va glutelinlar | 2. Nukleoproteinlar  |
| 3. Albuminlar va globulinlar  | 3. Lipoproteinlar    |
| 4. Proteinoidlar              | 4. Glikoproteinlar   |
| 5. Tabiiy peptidlar           | 5. Fosfoproteinlar   |
|                               | 6. Metalloproteinlar |

**Oddiy oqsillar** faqat aminokislota qoldiqlaridan tashkil topgan va ular gidrolizlaganda erkin aminokislota qoldiqlarini hosil qiladi.

**Murakkab oqsillar** tarkibi ikki yoki undan ziyod komponentdan tashkil topgan oqsillar bo'lib, ular oddiy oqsil va nooqsil komponent (nooqsil guruh)dan tashkil topgan makromolekula hisoblanadi. Murakkab oqsillarni gidrolizi natijasida erkin aminokislotalar qatori ularga qo'shimcha ravishda, oqsil tabiatiga ega bo'lmagan komponentlar ham hosil qiladi.

### 3.8.1. Oddiy oqsillarning tuzilishi, xossalari va ahamiyati

**Protaminlar va gistonlar.** Protaminlar va gistonlar uncha yuqori molekular og'irlikka ega bo'lmagan, o'ziga xos aminokislota tarkibi va fizik-kimyoviy xossaga ega bo'lgan oqsillardir.

**Protaminlar.** Protaminlarning tarkibida 60 % dan 85 % gacha miqdorda arginin (masalan, syomga balig'ining tuxumlaridan ajratib olingan **salmin** oqsilini tarkibida) uchraydi. Seld balig'ining tuxumidan ajratib olingan **klupein** oqsilini tarkibida jami 30 ta aminokislota qoldig'i bo'lib, uning 21 tasi arginindir. Bu oqsillar nukleoproteinlar tarkibining oqsil qismini (tarkibida DNK tutuvchi, murakkab oqsillarni) tashkil etadi. Protaminlar DNK ning biokimyoviy inertligini ta'minlaydi, bu xususiyat esa, organizmning irsiy belgilarini saqlanishi uchun zarurdir. Shu narsa isbotlanganki, spermatogenez jarayonida protaminlarning sintezi sitoplazmada yuz beradi, keyin bu protaminlar fosforlanib, hujayra yadrosiga o'tadi va spermaning yetila borgani sari nukleoproteinlardan gistonlarni siqib chiqaradi, bunda u DNK bilan barqaror kompleks hosil qiladi. Protaminlar suvda juda yaxshi eriydi, ularning PI (izoelektrik nuqtasi) ishqoriy muhitda bo'ladi. Ularning tarkibida sistein, triptofan, asparagin kislotalar bo'lmaydi. Protaminlar – NH<sub>2</sub> guruhlariga boy bo'lganligi sababli, bu oqsillar polivalent organik kation hisoblanadi va nuklein kislotalar bilan juda oson reaksiyaga kirishadi.

Gistonlar ham asosli xossali, molekular og'irliklari 12000 Da dan 30000 Da gacha bo'lgan oqsillardir. Ularning tarkibida lizin va argininlarning miqdori ustunlik qiladi. Ammo gistonlar tarkibida bu aminokislotalarning miqdori sezilarli darajada (20-30%) kamligi sababli asosli xossalar sustroq namoyon bo'ladi. Mazkur oqsillar protaminlarga qaraganda yuqoriroq molekular massaga ega.

Gistonlar kislotalarning kuchsiz eritmaları (0,2 n. HCL)da yaxshi eriydi, ammiak, spirt ta'sirida cho'kmaga tushadi. Ularning tarkibida triptofan va ko'p hollarda sistein, sistinlar bo'lmaydi. Bu oqsillar hujayraning yadrosi tarkibida murakkab oqsil-dezoksiribonukleoprotein tarzida uchrab, genomning metabolitik funksiyasini boshqarilishida muhim ahamiyatga ega bo'ladi. Hayvon va o'simlik gistonlarida argininning lizinga bo'lgan nisbat ko'rsatkichida, shuningdek, oqsil fraksiyalarida o'zaro o'xshashlik mavjudligi isbotlangan. Rentgen tuzilmaviy va elektron mikroskopik tahlil ma'lumotlariga ko'ra, shakllangan yadroga ega bo'lmagan organizmlar (bakteriyalar, ko'k-yashil suv o'tlari)ning xromosomalarida gistonlar topilmagan. Shu bilan birgalikda bakteriyalar va ba'zi ko'k-yashil suv o'tlaridan lizin va argininga boy bo'lgan oqsil fraksiyalari ajratib olinganligi ma'lum. Zamburug'larda gistonlarning bor-yo'qligi to'g'risida qarama-qarshi fikrlar mavjud.

**Prolaminlar va glutelinlar.** Bu oqsillar kelib chiqishi jihatidan o'simlik tabiatli oqsillar hisoblanib, o'ziga xos aminokislota tarkibi va fizik-kimyoviy xossalari bo'yicha ajralib turadi.

**Prolaminlar**, asosan, gʻallasimonlar (bugʻdoy, arpa va javdar)ning urugʻi tarkibida, kleykovinani asosi sifatida uchraydi. Bu oqsillarning oʻziga xos xususiyati 60-80 % li etanolda erishi, boshqa barcha oqsillar esa bu sharoitda choʻkmaga tushadi. Ularning vakili sifatida bugʻdoy endospermasining gliadin, makkajoʻxorining zein, arpaning gordein oqsillarini keltirish mumkin. Bu oqsillar tarkibi va molekular massasi jihatidan oʻzaro farqlanuvchi oqsillar kompleksini tashkil qiladi. Tadqiqotlar natijasida isbotlanganki, prolaminlar va glutelinlar tarkibida 20-25 % glutamin kislota, 10 % prolin uchraydi. Bu oqsillar oʻsimliklarning zaxira oqsillari hisoblanadi.

**Glutelinlar** neytral erituvchilarda erimaydi, ishqoriy (hattoki 0,2-2,0% NaOH da) va nordon eritmalarda yaxshi eriydi hamda ular urugʻlardan tashqari oʻsimliklarning yashil qismlarida ham uchraydi. Bugʻdoyning ishqoriy eritmada eriydigan oqsili kompleksi glutelin, guruchniki esa orizenin deyiladi. Bugʻdoyning gliadin va glutelin oqsillari birgalikda kleykovinani hosil qiladi, uning sifat koʻrsatkichi esa un va tayyorlangan xamirning sifatini belgilaydi.

**Albuminlar va globulinlar.** Albuminlar – suvda yaxshi eruvchi oqsillar, ular neytral tuzlarning toʻyingan (masalan, ammoniy sulfat) eritmalarida choʻkmaga tushadi. Faqat bir xil kislota tuzini oʻzi (ammoniy sulfatdan tashqari) choʻktirish uchun yetarli boʻlmay tuzlar aralashmasi (osh tuzi va magniy sulfat yoki natriy sulfat va magniy xlorid)dan foydalanishga toʻgʻri keladi. Ammoniy sulfat bilan choʻktirganda albuminlar 65 % li toʻyinishdan boshlab choʻka boshlaydi, choʻkishni nihoyasiga yetkazish uchun esa 100 % gacha toʻyintirish kerak. Shuni alohida qayd etish lozimki, “albuminlar” va “globulinlar” atamasi bu oqsillarning distillangan suv va  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  ning yarim toʻyinmagan eritmasida erish xossasiga asoslangan. 5-jadvalda albuminlar va globulinlarning eruvchanligi toʻgʻrisidagi maʼlumotlar keltirilgan.

5-jadval. Albumin va globulinlarning eruvchanligi

Oqsil	Erituvchi					
	Dist.suv	NaCl suyul. eritma	NaCl toʻyin. eritma	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> toʻyin. eritma	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> yarim toʻyin. eritma	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> toʻyin. eritma
Albuminlar	Eriydi	Eriydi	Eriydi	Eriydi	Eriydi	Erimaydi
Globulinlar	Erimaydi.	Eriydi	Erimaydi	Erimaydi	Erimaydi	Erimaydi

5-jadval maʼlumotlaridan koʻrinib turibdiki, globulinlar faqat osh tuzining suyultirilgan eritmasida eriydi, lekin qon zardobi tarkibida uchraydigan β-globulin bu qoidadan mustasno ravishda 50 % li ammoniy sulfat eritmasida eriydi. Qon plazmasi tarkibidagi albuminning globulinga boʻlgan nisbat koʻrsatkichi oqsil koeffitsiyenti hisoblanib diagnostik ahamiyatga ega. Albumin va globulinlar bir-biridan molekular

massalari bo'yicha ham farqlanadi, ular o'zaro mos holda 40000-70000 Da va 150000 Da va undan yuqori bo'ladi. Glitsinning miqdori ham birinchilarida 1%, ikkinchilarida 3,5 % bo'ladi. Hozirgi kunda odam qoni albumini toza gomogen holatda ajratib olingan va u jami 575 aminokislota qoldig'idan tashkil topganligi aniqlangan.

Albuminning izoelektr nuqtasi pH 4,7 ga teng. U muhitning pH = 8,6 bo'lgan sharoitda maksimal zaryadlanadi. Shuning uchun elektr maydonidagi bu oqsil anodga qarab harakatlanadi.

Globulinlar alfa-1, alfa-2 (glikoproteinlar), beta-1, beta-2-globulinlar va gamma-1, gamma-2 globulinlariga bo'linadi. Beta-globulinlar jumlasiga seruloplazmin kiradi, u transport va oksidlovchi sifatidagi funksiyalarni bajaradi.

Gamma globulin immunoglobulinlar jumlasiga kiradi. Ular orasida "asosiy antitana" immunoglobulin G hisoblanib, u 2 ta yengil va 2 ta og'ir polipeptid zanjirlardan iborat, ularning har biri o'zaro mos holda 216 va 450 tadan aminokislotalar qoldiqlariga ega bo'ladi. O'simliklar ham albumin va globulinlarga boy. Dukkakli va yog'li o'simliklar oqsillarining ancha qismi globulinlardan, xususan, bunga no'xatning ligumini, loviyaning fazeolini, kanakunjutning edestini misol bo'la oladi.

**Proteinoidlar.** Proteinoidlar – bu tayanch to'qimalarining oqsillaridir. Proteinoidlarga biriktiruvchi to'qima tarkibiga kiradigan kollagen; soch, shox, tuyuq, patlar tarkibiga kiradigan keratinlar; pay, tog'ay tarkibiga kiradigan elastin, suyak to'qimasining oqsili ossein, ipak qurti oqsili fibroin, dengiz bulutlari oqsili sponginlar va boshqalar kiradi. Bu oqsillar tarkibida oltingugurt miqdorining ko'pligi bilan ajralib turadi. Proteinoidlar suvda, tuzda, suyultirilgan kislotalarda va ishqorlarda erimaydi. Ko'p proteinoidlar ovqat sifatidagi ahamiyatga ega emas, chunki ovqat hazm qilish fermentlari ularga ta'sir qilmaydi. Proteinoidlar mono-karbon aminokislotalardan tashkil topgan; ularning tarkibida glitsin, alanin va tirozinlar ko'p uchraydi.

**Tabiiy peptidlar.** So'nggi yillarda qator o'ziga xos funksiyalarni bajaradigan molekular og'irliklari past bo'lgan peptidlarning mavjudligi aniqlandi. Biologik faollikka ega bo'lgan tabiiy peptidlarni ta'sir etish xususiyatiga va kimyoviy tuzilishiga qarab to'rt guruhga bo'linadi:

a) gormonal faollikka ega bo'lgan peptidlar (vazopressin, oksitotsin, kortikotropin, glukagon, kalsitonin, melanostimullovchi gormon, gipotalamusning rilizing-omillari va boshqalar).

b) ovqat hazm qilish jarayonida ishtirok etadigan peptidlar (gasirin, sekretin);

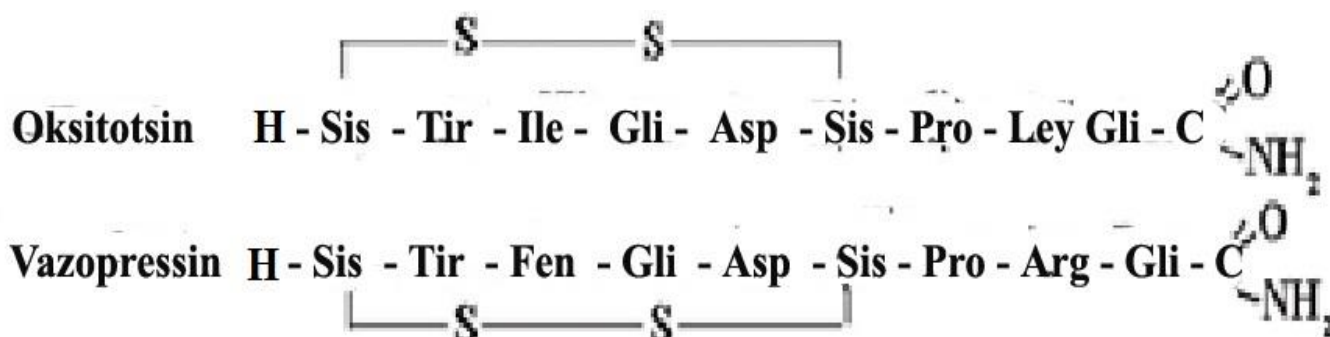
d) manba sifatida qon zardobini alfa-2-globulin fraksiyasi xizmat qiluvchi peptidlar (angiotenzin, bradikinin va kallidin);

e) neyropeptidlar.

Oqsil kimyosi sohasida olib borilgan tadqiqotlarning murakkabligini quyidagi misol orqali namoyish qilish mumkin. Gipotalamusning rilizing-omili tiroliberinni 1 g miqdorda

toza shaklda ajratish olish uchun avstraliyalik biokimyogarlarga qo‘ylardan yig‘ib olingan 7 tonna gipotalamusni qayta ishlashga to‘g‘ri keldi.

Gormonal peptidlardan nanopeptid oksitotsin va vazopressin katta qiziqish uyg‘otadi. Ularning tarkibiy tuzilishi quyida keltirilgan:



Oksitotsinning biologik funksiyasi to‘lg‘oq paytida bachadon silliq mushaklarining qisqarishi va sut sekretsiasining boshlanishini ta‘minlashda sut bezlari alveolalari atrofida joylashgan mushak tolalarini qisqarishini stimullashdan iborat. Vazopressinga kelsak, bu gormon qon plazmasining osmotik bosimini va tanadagi suv balansini boshqaradi.

Gormonal peptidlardan glukagonni ta‘kidlash o‘rinlidir. U 29 ta aminokislotalar qoldiqlaridan iborat bo‘lib, u karbon suvlar almashinuvini boshqarishda ishtirok etadi. Bu gormon oshqozonosti bezining alfa hujayralari tomonidan sintezlanadi. Bundan tashqari, odam va hayvonlarning glukagon gormonlari bir xil tuzilishga ega ekanligi aniqlandi.

Ovqat hazm qilish jarayonini boshqarilishida ishtirok etadigan peptidlar orasida **sekretin** va **gastrin**ni qayd etish lozim.

**Sekretin** 27 ta aminokislotalarning qoldiqlaridan tashkil topgan. Bu gormon oshqozonosti bezi shirasini, qisman o‘tini, ichak shirasining ajralishini stimullaydi, gastrinni ajralishiga to‘siq bo‘ladi.

**Gastrin** oshqozon shilliq qavati tomonidan ishlab chiqariladi, me‘da shirasi va xlorid kislotasining sekretsiasini stimullaydi. Bundan tashqari, gastrin funksiyasi jumlasiga glukagon va insulin sekretsiasini stimullash, oshqozon va ingichka ichakning qisqartiruvchi mushaklarining tonusini oshirish ham kiradi.

Qon zardobini **alfa-2-globulin fraksiyasi** manba bo‘lib xizmat qiladigan peptid-**angiotenzin**: H-Asp-Arg-Val-Tir-Ile-Gis-Pro-Fen-H tarkibli oktapeptid hisoblanadi. Bu guruhga bradikininni ham kiritish mumkin, u: H-Arg-Pro-Pro-Gli-Fen-Ser-Pro-Fen-Arg-H tarkibli nonapeptiddir. Ushbu peptidlar kapillarlarning o‘tkazuvchanligini oshiradi, tomirlarni qisqartiruvchi va og‘riqni kuchaytiruvchi ta‘sirga ega.

Qator neuropeptidlar, xususan, **endorfin** va **enkefalinlar**, o‘rganilgan, ular og‘riqni qoldiradi va ularning bu xususiyati, hatto morfinga nisbatan minglab marotaba kuchli ekanligi ma‘lum. Bu opioid peptidlar – markaziy asab tizimi (MAT)ning qator

bo'limlarida asab impulslari uzatilishini modullovlash ta'siriga ega bo'lgan neuropeptidlar guruhiga kiradi.

Ularning ta'sir etish retseptorlari **opiat** (masalan, morfin) va ularga yaqin bo'lgan birikmalarnikiga o'xshash bo'ladi. Eng ko'p sonli endopioid retseptorlar talamus, gipotalamus, neyrogipofiz va markaziy asab tizimining boshqa qator qismlarida topilgan. Opioid peptid retseptorlari periferik asab tizimida ham mavjud.

Opioidlar og'riqni his qilish, gormonlar ta'sirida moddalar almashinuvi jarayonlarini tartibga solish, yurak-qon tomir faoliyati, stress reaksiyalari va boshqa qator fiziologik funksiyalarni boshqarilishiga ta'sir qiladi. Masalan, igna bilan davolash (akupunktur analgeziya)da orqa miya suyuqligidagi opioidlarning miqdori ortadi, bu esa davolash jarayonida tizimning faollashuvidan dalolat beradi. Opioid peptidlar his-tuyg'u va xulq-atvor tabiatiga ma'lum darajada ta'sir ko'rsatadi.

Hozirgi kunda bir necha o'nlab opioid peptidlarning mavjud ekanligi ma'lum. Ularning vakillari: alfa-beta- va gamma-endorfinlar, alfa- va beta-neoendorfinlar, dinorfin, pentapeptidlardan metionin-enkefalin va leysin-enkefalinlar hisoblanadi. Yuqorida qayd etilgan funksiyalardan tashqari, peptidlar juda qiziqarli va muhim boshqa funksiyalarni ham bajaradilar. Uyquni boshqarish uchun javob beradigan peptid tabiatli gormonlar borligi aniqlandi. Ba'zi maxsus peptidlar, ehtimol, xotira hodisalarida, shartli reflekslarning hosil bo'lishida ishtirok etadigan moddalar hisoblanadi. Uzoq muddatli xotiraning shakllanishi, saqlanishi neyronlarda ma'lum peptidlarning sintezi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Hozirgi kunda tabiiy peptidlar tadqiqotchilar e'tiborini o'ziga jalb qilmoqda, chunki ulardan amaliy tibbiyotda dori-darmonlar sifatida foydalanish maqsadida, ularni ajratish, kimyoviy tuzilish, funksiyasi, kimyoviy biosintezi jihatlari o'rganish bo'yicha tadqiqotlar olib borilmoqda.

Tabiiy peptidlar jumlasiga **glutation** – glutamin kislotasi, sistein va glitsindan tashkil topgan tripeptid ham kiradi. Bu peptid hayvon va odam hujayralarida (ayniqsa, miya, ko'zning gavharida), bakteriyalar, xamirturush, zamburug'lar, yashil o'simliklarda uchraydi. Glutation oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida faol ishtirok etadi. Glutationning hujayralarda bajaradigan asosiy funksiyasi oqsillarning sulfogidril guruhlarini oksidlanishdan himoya qilishdir. Glutation, shuningdek, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida ishtirok etuvchi qator fermentlar uchun koferment vazifasini bajaradi. Glutation hayvonlar va odamlarning qizil qon tanachalaridagi almashinuv jarayonlarida hosil bo'ladigan  $H_2O_2$  ning parchalanishi yoki dorivor preparatlarning autooksidlanishida ishtirok etadi. Masalan, tirik hujayra uchun yot bo'lgan birikmalarni (galogenli alifatik yoki aromatik uglevodrodlarni) detoksifikatsiyalashda, ularni suvda eruvchan, buyrak orqali chiqariladigan shaklga aylantirishda ishtirok etadi.

### 3.8.2. Murakkab oqsillar

Murakkab oqsillar ikki komponent: oddiy oqsildan va nooqsil tabiatli moddadan tashkil topgan. Nooqsil tabiatli qismi prostetik guruh (yunoncha, “prostheo” – “biriktiraman”, “qo‘shib olaman”) deb nomlanadi. Odatda, bu guruh oqsil molekulasini bilan birgalikda barqaror birikma hosil qiladi. Yuqorida qayd etilganidek, prostetik guruhning kimyoviy tuzilishiga qarab, murakkab oqsillarni: xromoproteinlar, nukleoproteidlar, lipoproteinlar, glikoproteinlar, fosfoproteinlar va metalloproteinlarga bo‘linadi.

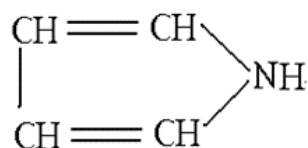
#### 3.8.2.1. Xromoproteinlar

**Xromoproteinlar.** Bu oqsillar oddiy oqsillarning bo‘yovchi komponentlar bilan birikishidan hosil bo‘lib, nomlanishi ham shundan kelib chiqqan. Gemproteinlar orasida temir tutuvchi gemproteinlar (prostetik guruhi – temir tutuvchi xalqasimon komponent), magniy tutuvchi magniy-porfirinlar, shuningdek, izoalloksazinning hosilasini tutuvchi flavoprotein farqlanadi. Xromoproteinlar qator o‘ziga xos biologik funksiyalarni bajaradi, ular jumlasiga hayotiy faoliyatning muhim fundamental jarayonlari: fotosintez, hujayraning va organizmning nafas olishi, kislorod va karbonat angidridning tashilishi, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari, yorug‘lik va rangni idrok etish va boshqalarni kiritish mumkin.

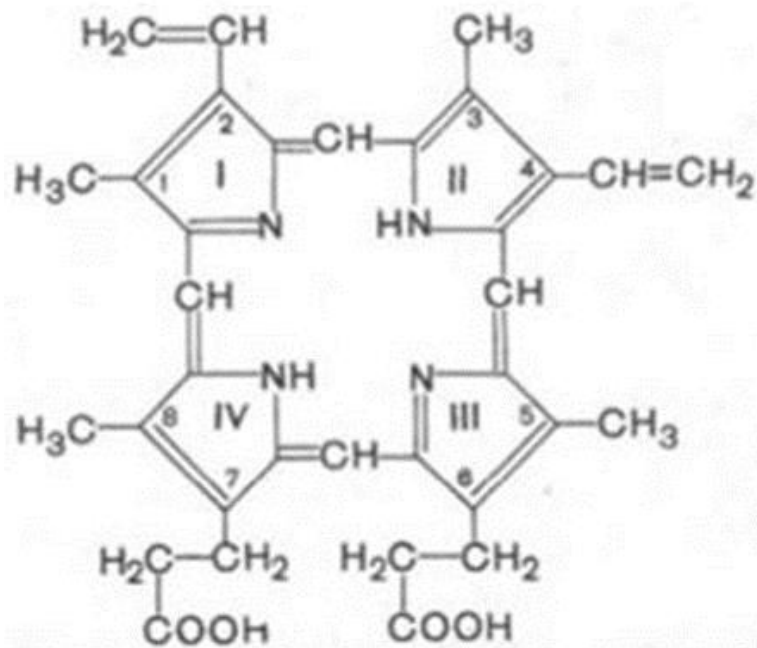
**Xlorofill** magniy-porfirin oqsil bilan birgalikda suv molekulasini vodorod va kislorodga parchalab o‘simliklarning fotosintetik faolligini ta‘minlaydi, temirporfirinli gemproteinlar unga teskari bo‘lgan reaksiyani, ya‘ni energiyani ajralishi bilan bog‘liq bo‘lgan suv molekulasini hosil bo‘lish reaksiyani katalizlaydi.

**Gemproteinlar.** Ularga gemoglobin va uning hosilalari, mioglobin, xlorofill tutuvchi oqsillar va ferment (sitoxrom tizim to‘lig‘icha, katalaza, peroksidaza)lar kiradi. Bu birikmalar tarkibidagi nooqsil tabiatli komponent temir yoki magniy hisoblanadi va ularning oqsillarini tarkibi va strukturasi har xil bo‘ladi, shu tufayli ular xilma-xil biologik funksiyalarni bajarilishini ta‘minlay oladi.

**Gemoglobin.** Bu murakkab oqsilning oqsil komponenti sifatidagi qismi globindan va nooqsil qismi gemdan tashkil topgan. Gemoglobinning turga oid farqli jihatlari globinga bog‘liq, binobarin gemning tuzilishi hamma turlarda bir xil bo‘ladi. Ko‘p gem tutuvchi oqsillarning prostetik guruhlarining strukturasi asosida porfirin halqa bo‘lib, u porfirinning tetrapirrol birikmasi hisoblanadi. U to‘rtta pirrol halqadan tashkil topgan va tuzilishi quyidagicha:



Bu halqalar o'zaro bir-biri bilan metin (-CH=) ko'priklari yordamida birikadi va porfin hosil qiladi. Porfin o'ziga to'rtta metil (CH<sub>3</sub>) guruhi, ikkita vinil (-CH=CH<sub>2</sub>), ikkita propion kislota (CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-COOH) qoldig'i qo'shib olib protoporfirin IX ga aylanadi (4-rasm).

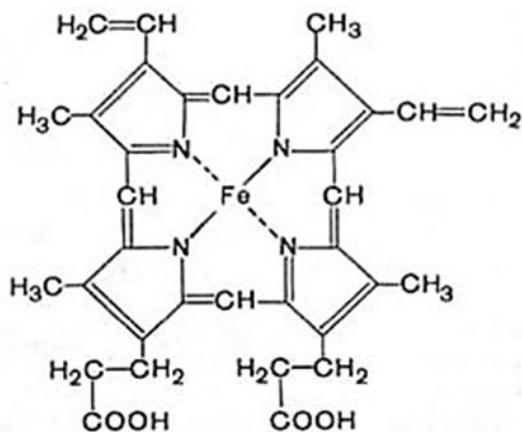


4-rasm. **Protoporfirin IX ning tuzilishi.**

*1-3-5-8-tetrametil, 2-4-divinil*

*6-porfin, 7-dipropionat*

Protoporfirin IX ga temir birikadi va gem hosil bo'ladi (5-rasm).



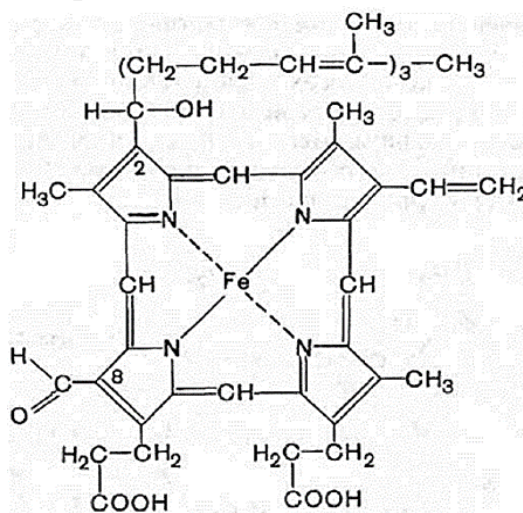
5-rasm. **Gemning tuzilishi**

Yon zanjirda joylashgan guruhning kimyoviy tabiatiga muvofiq porfirinlar: etio-, mezo-, kopro- va protoporfirinlar sifatida tasniflanadi. Ular orasida tabiatda keng

uchraydiganlari protoporfirindir. Jami ularning 15 xil izomeri uchraydi va keng tarqalgani, protoporfirin IX hisoblanadi. Gem-porfirin gemoglobin va uning hosilalarinigina emas, balki mioglobin, katalaza, peroksidaza, *b*, *c* va *c*<sub>1</sub> sitoxromlarning ham prostetik guruhi hisoblanadi. Sitoxrom *a* va *a*<sub>3</sub> larning integral kompleksi tarkibiga kiradigan, sitoxromoksidaza deb nomlangan prostetik guruhni gem *a*, shuningdek, formilporfirin deb yuritiladi (6-rasm).

Gem *a* metil guruh o‘rniga formil qoldiq ( 8-o‘rinda) va bitta vinil guruh o‘rniga (2-o‘rinda) izoprenoid zanjir tutadi. Temir o‘zining to‘rtta bog‘i yordamida porfirin bilan kompleks hosil qiladi, gemoglobin va sitoxromlar molekularidagi temirning qolgan 5- va 6-koordinatsion bog‘lari oqsil komponenti bilan har xil bog‘lanadi.

Xususan, gemoglobinda (mioglobinda ham) 5-koordinatsion bog‘ tufayli temir oqsil molekulasining gistidinini imidazol guruhi bilan birikadi. Temirning 6-koordinatsion bog‘i kislorod (oksigemoglobin va oksimiogemoglobin hosil qilish yo‘li) yoki boshqa ligandlar: CO, sianidlar va boshqalar bilan birikadi.



6-rasm. Gem *a* (formilporfirin)ning tuzilishi.

Sitoxromlarda aksincha, temirning 5- va 6- koordinatsion bog‘lari oqsil molekulasining gistidin va metionin qoldiqlari (sitoxrom *c* da yana vinil guruhi va sistein qoldiqlari) bilan bog‘lanadi. Bu esa temirning gemoglobin tarkibida bajaradigan funksiyasini tushinish imkonini beradi, kislorodni biriktirib olishda uning valentligi o‘zgarmaydi (sitoxromdagi temirning valentligidagidan farqli), bunda gemoglobin va mioglobin tarkibidagi temir kislorodni biriktirib olganda ham, uni uzatganda ham ikki valentli bo‘lib qoladi.

Gemoglobin kislorodni o‘pkadan to‘qimalarga va karbonat angidridni to‘qimalardan o‘pkaga tashilishini ta‘minlash kabi noyob funksiyani bajaradi. Gemoglobinning ulkan molekulasida ko‘p xildagi atomlarning o‘zaro ta‘sirilanishi asosida nafas olish jarayoni – hayotning namoyon bo‘lishi ta‘minlanadi. Olimlarning hisoblariga muvofiq bitta

eritrotsitda 340.000.000 molekula gemoglobin bo‘lar ekan. Temir atomi gem-pigmentning markazida joylashgan va u qonni qizil rangga bo‘yaydi.

Voyaga yetgan odamda globin-gemoglobin oqsili ikkita alfa- va ikkita beta-zanjirlardan tashkil topgan. Tetramerda subbirlklar shu xilda taxlanganki, ularning uzunligi 6,4 nm va eni 5,5 nm ga teng bo‘lib, sferik shaklni hosil qiladi. Har bir subbirlk o‘zining bir “burma”sida, boshqacha aytganda, “cho‘ntagida” gemning yassi halqasini tutadi.

To‘rtta subbirlkdagi to‘rtta gem umumiy molekulaga nisbatan shunday joylashganki, gemning bir chekkasi molekulaning ichki qismiga qarab turibdi, boshqa qismi tashqi, suv-tuzli tomonga qarab turadi. Yuqorida e‘tirof etilganidek, alfa-globin zanjirlari ikkitadan 141 aminokislota qoldiqli, beta-globinli zanjirlari 146 aminokislota qoldiqlaridan iborat va shunday qilib, gemoglobinning oqsil qismi jami 574 ta aminokislota qoldig‘idan tashkil topgan. Organizmda bir yo‘la asosan globin protomerlarini birlamchi strukturasi bo‘yicha farqlanuvchi gemoglobinning ikkita yoki undan ko‘proq fraksiyalari uchrashi mumkin. Bu hodisani gemoglobinning geterogenligi deb nomlanadi.

Odamlarning gemoglobin bo‘yicha uch xil populatsiyasi mavjudligi aniqlangan:

1. Tarkibida **minor** komponentlar mavjudligi tufayli yuz beradigan **geterogenlik**, bunda: agar gemoglobinning asosiy me‘yoriy shakli (HbA) ikkita alfa- va ikkita beta-zanjirlardan iborat bo‘lsa, unda minor gemoglobin (Hb)da beta-zanjir o‘rnida ikkita sigma-zanjir bo‘lib, u beta-zanjirdagidan o‘nta aminokislota qoldig‘i bo‘yicha farqlanadi.

2. **Genetik geterogenlik**: voyaga yetgan odamlarda gemoglobinlarning genetik determinlangan variantlari 300 xilgacha bo‘lishi mumkin. Ularning ko‘pchili me‘yoriy hisoblanib, ba‘zilari kasallik sabablari bo‘lishi mumkin

3. **Embrional geterogenlik**: ikki xil fraksiya tarzida uchraydi, ulardan asosiysi HbF (fetal gemoglobin) bo‘lib, u “soda” (“primitive”) gemoglobin deb yuritiladi. Me‘yor chegarasida bo‘lganda, tug‘ilish paytida bu gemoglobin umumiy gemoglobin (Hb)ning 60-70 %ni tashkil qiladi. Yosh kattalashgan sari HbFning miqdori kamayib boradi, voyaga yetgan odamlarda u bo‘lmaydi.

Gemoglobin subbirlklarining birlamchi tuzilmalarini o‘rganishga bo‘lgan qiziqish tadqiqotchilarni anomal deb nomlangan gemoglobinlarning strukturasi aniqlashga yo‘naltirdi. Odamlarning qonida, umuman olganda, gemoglobinlarning 150 ga yaqin mutant tiplari uchraydi. Qonda bu gemoglobinning xillari genlarning mutatsiyasi tufayli paydo bo‘ladi.

Shakli, kimyoviy tarkibi va zaryadi bo‘yicha farqlanadigan anomal gemoglobinlar elektroforez va xromatografiya uslublari yordamida ajratib olindi. Ular orasida shakli, kimyoviy tuzilishi va zaryadi bo‘yicha me‘yoriy gemoglobinlardan farq qiluvchi anomal gemoglobinlarning borligi aniqlandi. Ko‘chirilayotgan irsiy axborotning o‘zgarishi

ko‘pincha yagona triplet (uchlik)ning mutatsiyasi tufayli sodir bo‘ladi, bu gemoglobinning polipeptid zanjirida u yoki bu aminokislota boshqasiga almashinishiga olib keladi.

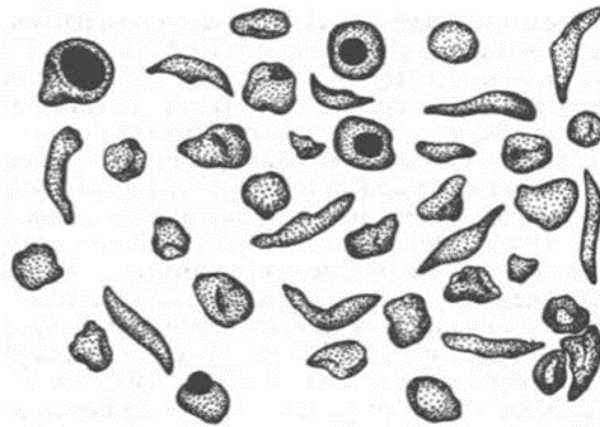
Ko‘p hollarda nordon aminokislotalarning ishqoriy yoki neytral aminokislota bilan almashinuvi va bu almashinuvning har ikkala polipeptidnin ham alfa-, ham beta-zanjirlarida sodir bo‘lishi tufayli hosil bo‘lgan anomal gemoglobin me‘yoriy gemoglobindan farqlanadi. Bu farq gemoglobinning zaryadi bo‘yicha va unga mos tarzda elektroforetik harakatchanligida namoyon bo‘ladi (6-jadval).

Gemoglobinning strukturasi va unga mos holda funksiyasini o‘zgarishini keltirib chiqaradigan ba‘zi mutatsiyalar o‘limga olib kelishi mumkin va gemoglobinning bu xildagi o‘zgarishi bilan tug‘ilgan chaqaloqlar yoshligidayoq nobud bo‘ladilar.

*6-jadval. Odamning anomal gemoglobinida almanishigan aminokislotalar*

Gemoglobin tipi	Peptid zanjirning tarkibi	Me‘yoriy aminokislota qoldig‘i va uning zanjirdagi o‘rni	Almashinib qolgan aminokislota
A <sub>1</sub>	$\alpha_2\beta_2$	-	-
A <sub>2</sub>	$\alpha_2\beta_2$	-	-
C	$\alpha_2\beta_2$	Glu 6 $\beta$ zanjirda	Liz
D $\alpha$	$\alpha_2\beta_2$	Glu 23 $\alpha$ zanjirda	?
D $\beta$	$\alpha_2\beta_2$	Ley 28 $\beta$ zanjirda	Glu
E	$\alpha_2\beta_2$	Glu 26 $\beta$ zanjirda	Liz
F	$\alpha_2\gamma_2$	-	-
G	$\alpha_2\beta_2$	Glu 43 $\beta$ zanjirda	Ala
GpH	$\alpha_2\beta_2$	Asp 68 $\alpha$ zanjirda	Liz
H	$\beta_4$	-	-
I	$\alpha_2\beta_2$	Liz16 $\alpha$ zanjirda	Asp
M	$\alpha_2\beta_2$	Val 67 $\beta$ zanjirda	Glu
O	$\alpha_2\beta_2$	Glu116 $\alpha$ zanjirda	Liz
S	$\alpha_2\beta_2$	Glu 6 $\beta$ zanjirda	Val

200 dan ziyodroqni tashkil qiladigan gemoglobin bilan bog‘liq kasalliklar **gemoglobinozlar** deb nomlanadi. Ularni agar me‘yoriy gemoglobinning u yoki bu zanjiri strukturasi irsiy o‘zgarishi bilan bog‘liq bo‘lsa **gemoglobinapatiya** (ko‘pincha ularni “molekular kasalliklar” jumlasiga ham kiritishadi), agar me‘yoriy gemoglobinning u yoki bu zanjirini sintezi izdan chiqsa **talassemiya** deb nomlanadi. Shuningdek, temir tanqisligi anemiyasi (kamqonligi) kasalligi ham mavjud.



7-rasm. Me'yoriy va o'roqsimon eritrotsitlar.

Irsiy gemoglobinopatiyaga mumtoz misol sifatida Janubiy Amerika, Afrika va Janubiy-Sharqiy Osiyo mamlakatlarida keng tarqalgan o'roqsimon-hujayrali anemiyaning keltirib o'tish mumkin. Bu kasallikda eritrotsitlar o'roqsimon shaklga kirib qoladi (7-rasm).

L. Poling va xodimlar gemoglobin S me'yoriy gemoglobindan qator xossalari bilan farqlanishini, xususan to'qimalarga kislorodni yetkazgandan so'ng qiyin eriydigan holatga o'tib, urchuqsimon kristalloidlar tarzida cho'kib taktoid deb nomlangan cho'kmaga tushishini ko'rsatib berdilar. Taktoid esa hujayrani deformatsiyalaydi va kuchli gemolizni keltirib chiqaradi. Kasallik juda og'ir o'tadi va bolalarning chaqaloqligidayoq nobud bo'lishiga olib keladi. V. Ingram fikriga muvofiq, HbS gemoglobin bilan bog'liq kimyoviy defektning yuzaga kelishi, me'yoriy gemoglobindagi beta-zanjiri molekulasining N-uchining 6- o'rnida joylashgan glutamin kislotasini valin bilan almashinib qolishidir (6-jadval). Bu gemoglobinning  $\beta$ -zanjirini sintezini kodlovchi DNK molekulasining mutatsiyasilanish natijasidir.

Qolgan barcha aminokislotalarning ketma-ketligi xuddi me'yoriy gemoglobin HbA<sub>1</sub> dagi kabi ketma-ketlikka ega:

1	2	3	4	5	6	7	8
HbA: Val-Gis-Ley-Tre-Pro-Glu-Glu-Liz...							
HbS: Val-Gis-Ley-Tre-Pro-Val-Glu-Liz...							

Lekin faqat bittagina aminokislotaning almashinib qolishi eritrotsitning shaklini o'zgarishiga olib kelmasdan, balki o'roqsimon-hujayrali anemiyaning rivojlanishi uchun ham yetarli ekanligi ma'lum bo'ldi.

**Talassemiya** genetik jihatdan me'yoriy gemoglobinning zanjirlaridan birining izdan chiqishi bilan bog'liq kasallik hisoblanadi. Agar  $\beta$ -zanjirning sintezi izdan chiqsa, unda  $\beta$ -talassemiya rivojlansa,  $\alpha$ -zanjirniki izdan chiqsa,  $\alpha$ -talassemiya rivojlanadi.  $\beta$ -talassemiyada qonda HbA<sub>1</sub> bilan birga 15 % gacha HbA<sub>2</sub> paydo bo'ladi va HbF ning miqdori 15-60 % gacha oshadi. Kasallik giperplazmiya va ilikning yemirilishi, jigar,

taloqning shikastlanishi, kalla suyagining deformatsiyasiga olib keladi va og'ir gemolitik anemiya tarzida kechadi. Talessemyada eritrotsitlarning shakli tubdan o'zgaradi.

Gemoglobinning ko'p sonli hosilalari orasida tibbiyot xodimlari uchun birinchi galda oksigemoglobin -HbO<sub>2</sub> – gemoglobinning molekular kislorod bilan birikmasi qiziqish uyg'otadi. Gemoglobinning gemi temirning koordinatsion bog'lari yordamida kislorod biriktirib oladi, bunda temirning valentligi o'zgarmaydi va temir ikki valentligicha qoladi. Bu gemoglobinni oksidlangan gemoglobin deyiladi. Kislorodning gemoglobinga birikishini oksidlanish emas, balki oksidlangan gemoglobin (HbO<sub>2</sub>), shuningdek, undan ajralishini, ya'ni Hb va kislorodga dissotsiatsiyalanishining qaytarilish emas, balki – qaytarilgan gemoglobin (Hb) deyish kerak, chunki har ikkala holatda gemdagi temirning valentligi o'zgarmaydi.

Kisloroddan tashqari gemoglobin boshqa har xil gazlar, jumladan, CO, NO va boshqalar bilan osongina birikadi. Masalan, karbon ikki oksidi ("is gazi") bilan zaharlanish jarayoni sodir bo'lganda, u bilan gemoglobin barqaror birikma karboksigemoglobin (HbCO) hosil qiladi. Bunda hosil bo'lgan birikmaning o'ta barqarorligi tufayli gemoglobin kislorodni biriktirib olish qobiliyatini yo'qotadi, to'qimalar kislorod bilan ta'minlanmay qoladi va organizmning bo'g'ilib qolishi orqali uning o'limiga sababchi bo'ladi. O'lim 70 % Hb ning is gazi bilan birikishi yuz bergandan so'ng, ya'ni to'qimalarning (birinchi navbatda miyaning) kislorod bilan ta'minlanishi yetarli bo'lmaganligi sababli sodir bo'ladi. O'z vaqtida, O<sub>2</sub> (nafas bilan kirayotgan toza kislorod)ning bosimini oshirish HbCO ning HbO<sub>2</sub> ga aylanishini ta'minlash asosida is gazi bilan zaharlanishning oldini olishi mumkin.

**Metgemoglobin.** Azot oksidlari, nitrobenzol bug'lari va boshqa birikmalar bilan zaharlanganda gemoglobinning bir qismi metgemoglobin (HbOH)gacha oksidlanadi. Metgemoglobin ham kislorodni o'pkadan to'qimalarga tashish qobiliyatiga ega emasligi sababli kislorod yetishmaganligi tufayli organizmni o'lim holatiga olib kelishi mumkin. Bunda ham o'z vaqtida ko'rsatilgan yordam orqali, yuqorida e'tirof etilganidek, kasalni og'ir holatdan chiqarish va o'limning oldini olish mumkin bo'ladi.

Shunday qilib, xulosa qilib aytganda, gemoglobinning funksiyasi kislorod va karbonat angidridni transport qilish va qon bufer hajmining doimiyligini ta'minlashdan iboratdir. O'pkada mavjud bo'lgan O<sub>2</sub>ning gradiyenti tufayli u kapillarlar devori orqali plazmaga diffuziyalanadi va eritrotsitlarga o'tadi. Arterial qon gemoglobini 96 % gacha O<sub>2</sub> bilan to'yinadi. To'qimalarda O<sub>2</sub> eritrotsitlardan plazma orqali hujayraaro suyuqlikka, keyin esa interstitsial (to'qimaoraliq) suyuqlikka diffuziyalanadi, bir vaqtning o'zida CO<sub>2</sub> qarama-qarshi yo'nalish tomon diffuziyalanadi.

Karbonat angidridning to'qimalardan alviolar havo yo'nalishigacha tashilishi qisman karbaminogemoglobin tarzida amalga oshadi. CO<sub>2</sub>ning asosiy qismi karboangidraza ta'sirida gidratlanib, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>ga aylanadi, keyin u dissotsiatsiyalanadi. Umumiy karbonat angidridning 60 % ga yaqini vena plazmasi orqali, 32 % karbamid-CO<sub>2</sub> va eritrotsitlarning

$\text{HCO}_3^-$ si tarzida tashiladi. Lekin vena plazmasi bilan  $\text{HCO}_3^-$  tarzida tashiladigan 60 % karbonat anhidridning tashilishi ham bilvosita Hb yordamida amalga oshadi, chunki Hb funksional jihatdan  $\text{HbO}_2$ ga nisbatan kuchsiz kislota bo'lib,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ning dissotsiatsiyalanishida vodorodning akseptori sifatida xizmat qiladi. Gemoglobin funksional nuqtayi nazardan  $\text{HbO}_2$ ga nisbatan kuchsiz kislota hisoblanadi. Bu ikki oqsil qonning bufer tizimini hosil qilib, uning pH ko'rsatkichining doimiyligini ta'minlaydi.

**Flavoproteinlar.** Bu oqsillarning tarkibidagi nooqsil tabiatli guruhi izoalloksozinning hosilalari oksidlangan flavinmononukleotid (FMN) va flavinadenindinukleotid (FAD)lardir. Flavoproteinlar to'qimaviy nafas olishni ta'minlovchi oksidlovchi-qaytaruvchi fermentlar tarkibiga kiradi. Ulardan ba'zilarining tarkibida metall ionlari bo'ladi. Tarkibida gemsiz temir<sup>2+</sup> tutuvchi flavoprotein fermentlar jumlasiga: ksantinoksidaza, aldegidoksidaza, SDG, digidroratdegidrogenaza, atsil-Ko-degidrogenazalar kiradi. Bu fermentlar mitoxondrial flavoproteinlarning 80 %ni tashkil qiladi va ular hujayraning bioenergetikasida muhim ahamiyatga ega.

### 3.8.2.2. Nukleoproteinlar

Nukleoproteidlar hujayralarning yadrosi va protoplazmasida uchraydi. Bu oqsillar hujayra yadrosining tarkibiy qismi bo'lib, hujayraning bo'linishida va irsiy belgilarni ko'chirilishida muhim ahamiyatga ega. Nukleoproteinlar oddiy oqsillardan va nuklein kislota qoldiqlaridan tashkil topgan. Nuklein kislotalar bu murakkab oqsillarning nooqsil tabiatli qismi hisoblanadi. Tabiatda nukleoproteinlarning bir-biridan o'zlarining tarkibi, kattaligi, fizik-kimyoviy xossalari bilan farqlanadigan ikki xili: dezoksiribonukleoprotein (DNP)lar va ribonukleoprotein (RNP)lar uchraydi.

Hujayrada sintezlanadigan oqsillarning tabiati birinchi navbatda DNPga, aniqrog'i, DNKga bog'liq, tirik organizmlarning xususiyatlari, ularning subhujayraviy organellalari, hujayralari va, umuman, butun organizmning tuzilishi sintezlanadigan oqsillarning xossalari bilan belgilanadi, deb e'tirof etishga to'liq asos bor. DNK irsiy belgilarni saqlaydi. Nukleoproteinlar va ularga mos tarzda nuklein kislotalari bilan juda murakkab biologik jarayonlar bevosita bog'liqdir, ular jumlasiga mitoz, meyoza, embrional va xatarli o'sish va boshqalarni kiritish mumkin. Ko'p eukariot organizmlarning hujayralarida yadro interfaza bosqichida bo'lganda DNK va oqsil molekulasidan iborat bo'lgan filament deb nomlangan qalinligi o'zgarib turadigan ipchalar (o'rtacha 10 nm, kamdan kam 2 nm) hosil bo'ladi. Filamentlarning qalinligi qo'sh zanjirli DNK strukturasi atrofida oqsilning bor yoki yo'qligiga bog'liq bo'lsa, uning uzunligi DNK ning molekular massasi bilan belgilanadi.

Ma'lumki, 1 xromosoma 1 molekula DNKga ega bo'ladi, uzunligi bir necha santimetr bo'lishi mumkin. Xromatin tarkibiga 1 molekula DNK, 5 ta sinfga mansub giston oqsillar va nogiston oqsillar kiradi. DNPning oqsil tarkibi to'g'risida fikr yuritilganda, ular kattaligi, aminokislota tarkibi va zaryad ko'rsatkichi (doimo musbat)

bo'yicha farqlanadigan 5 ta sinfga mansub bo'lgan gistonlar ekanligini e'tirof etish lozim. Xususan, o'rtacha molekular massasi 20000 Da bo'lgan lizinga boy ( $H_1$ ) va molekular massasi 15000 Da gacha bo'lgan argininga boy gistonlar farqlanadi. Ularni quyidagicha tasniflash mumkin:

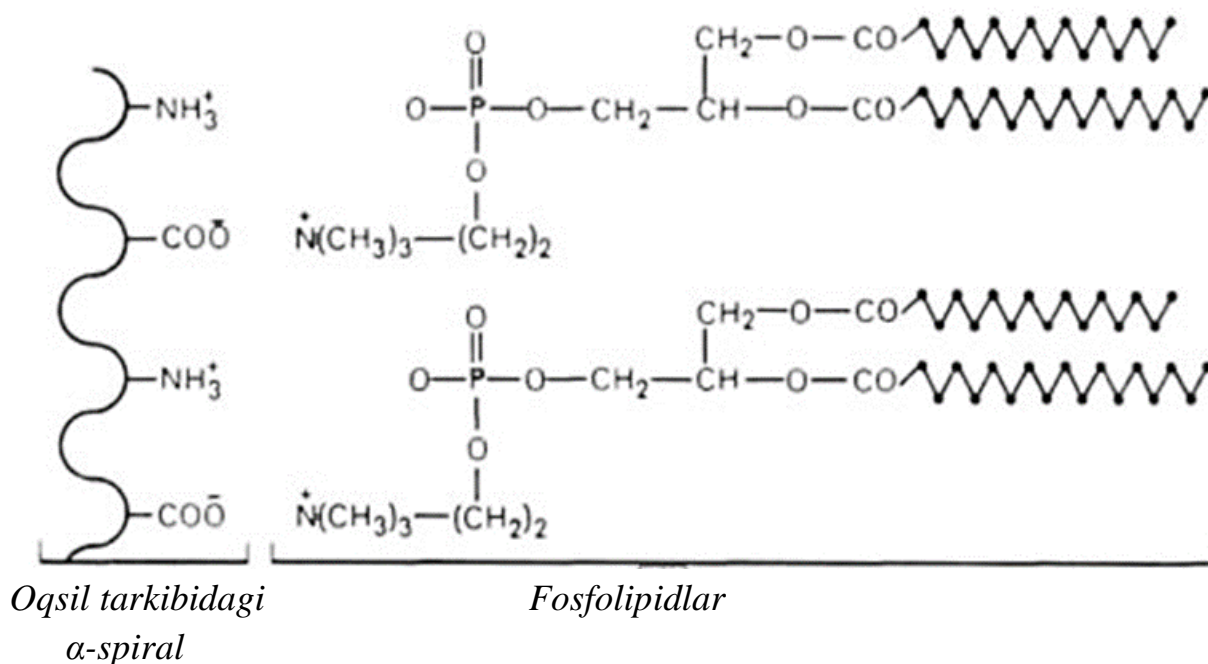
- $H_1$  – lizinga boy,
- $H_2$  – arginin va lizinga boy,
- $H_{2A}$  – arginin va lizinga mo'tadil boy,
- $H_3$  – argininga boy,
- $H_4$  – glitsin va argininga boy.

Nogiston oqsillarga murakkab oqsillar, fermentlar, shuningdek, boshqaruv jarayonlarida ishtirok etuvchi oqsillar kiradi deb taxmin qilinadi. Nogiston oqsillar giston oqsillardan tarkibida nordon aminokislotalarning mavjudligi bilan farq qiladi. Har xil nukleoproteinlarning tarkibida uchraydigan nuklein kislotalarining miqdori 40 % dan 60 % gacha (masalan, pro- va eukariotlarning ribosomalarida) bo'ladi. Virus nukleoproteinlarida nuklein kislotalarning miqdori umumiy massaning 2-5 % dan oshmaydi.

### 3.8.2.3. Lipoproteinlar

Lipoproteinlarning nooqsil tabiatli qismi yog' va yog'simon moddalar – lipidlar hisoblanadi. Ular o'rtasidagi bog'lanishlar xilma-xil darajadagi barqarorlikka ega bo'lishi mumkin. Lipoproteinlar tarkibida nooqsil komponent sifatida neytral yog'lar, erkin yog' kislotalari, fosfolipidlar va xolesterinlar bo'lishi mumkin. Lipoproteinlar hujayra membranasi, yadro, mitoxondriya, mikrosomalarning biomembranalari tarkibiga kirishi, shuningdek, erkin holda uchrashi mumkin. Lipoproteinlarga yana o'pkaning tromboplastik oqsili, tovuq tuxumining lipovitillini, ba'zi fosfolipidli oqsillar va h.k.lar ham kiradi. Lipoproteinlar mielin po'st, nerv to'qimasi, xloroplastlar, fotoretseptorlar va elektron-transport tizim, ko'z to'ri va boshqalarning strukturaviy kompleks tuzilmalarining tarkibiga kirishi isbotlangan.

Lipoproteinlar  $\alpha$ -lipoproteinlar,  $\beta$ -lipoproteinlar, pre- $\beta$ -lipoproteidlar va xilomikronlarga bo'linadi. Oqsil komponentlarini lipidlar bilan birikish mexanizmi to'g'risida gapirganda, lipoproteinni hosil bo'lishida har xil tabiatli lipid komponentlardagi ionlangan atomlar guruhlarining bor yoki yo'qligi bilan belgilanadigan nokovalent bog'lanishlar ishtirok etishiga oid ma'lumotlar mavjud. Agar lipoproteinni hosil bo'lishida fosfolipid ishtirok etsa, u bilan oqsil molekulasini o'rtasidagi bog'lanish ion tipida bo'ladi (8-rasm).



**8-rasm. Oqsil va fosfolipid oʻrtasidagi ion tipidagi bogʻlanish.**

Koʻpincha biomembranalarning yuqori darajali tartibga ega boʻlgan qoʻsh zanjirli oqsil-lipid strukturasi hosil boʻlishida lipoproteinlarning har xil kombinatsiyadagi nokovalent taʼsirlanish kuchlari ishtirok etadi.

### 3.8.2.4. Glikoproteinlar

Glikoproteinlarning nooqsil komponenti oqsillar bilan ancha barqaror holda birikkan karbon suvlar va ularning hosilalari hisoblanadi. Glikoproteinlarning tarkibiga karbon suv komponenti sifatida: glyukoza- va galaktozoaminaminlar, glyukoza, mannoza, ksiloza, arabinoza, glukuron, sirka, sulfat, neyramin va sial kislotalar va boshqalar kirishi mumkin. Turli glikoproteinlarda karbonsuv komponenti bilan oqsil molekulasining birikishi: asparagin, serin yoki treonin aminokislotalaridan biri orqali amalga oshadi.

**Gialuron kislota** biriktiruvchi toʻqima boʻlib, hujayralarning pardasi (obolochkasi), koʻzning sinovial suyuqligi va shishasimon tanasining asosiy moddasi hisoblanadi. Uning molekular massasi  $10^5$  dan  $10^7$  Da gacha boʻladi. Gialuron kislotaning ipsimon polimer strukturasi  $\beta$ -(1→3) glukozid bogʻlar bilan birikkan D-glukuron kislotasi va N-atsetil-D-galaktozaminidan tashkil topgan disaxarid birliklarining navbatma-navbat almashinib kelishi natijasida hosil boʻladi. Disaxaridlarning bu strukturaviy birliklari oʻzaro bir-biri bilan odatdagi  $\beta$ -(1→4) – bogʻlar yordamida birikadi.

**Xondroitinsulfat kislota** ham gialuron kislotaga oʻxshash nohujayraviy asos sifatida xizmat qiluvchi moddalar polimeri (m.m.50000Da)dir, lekin undagi N-atsetil-D-glyukozamin oʻrniga N-atsetil-D-galaktozamin joylashgan boʻlib, uning 4-gidroksil guruhi karbon atomiga sulfat guruh birikkanligi bilan farqlanadi.

Biologik faol glikoproteinlar jumlasiga yaqinda fanga maʼlum qilingan ekzogen stimulyatorlar taʼsiriga javoban hayvon hujayralarida sintezlanadigan **interferonlarni**

kiritish mumkin. Ular antivirus va o'smaga qarshi xossalarga, shuningdek, hujayraviy va immunoboshqaruv ta'siriga ega. Interferonlarning karbonsuv komponentlari, aminokislota ketma-ketligi, molekular massasi, farmakologik ta'siri bilan farqlanadigan xillari mavjud. Interferonlar tarkibi 160 ga yaqin aminokislota qoldiqlaridan tashkil topgan, ular orasida gidrofob aminokislotalar ko'proq bo'ladi. Ularning tarkibida bittagina prolin uchraydi.

**Glikoproteinlar guruhiga qon zardobi oqsillari** (albumindan tashqari): transferrin, seruloplazmin, shuningdek, gonodotrop va follikula stimullovchi gormonlar, ba'zi fermentlar, shuningdek, mutsin, tog'ay va suyak to'qimalari glikoproteinlari, tuxum oqsili (ovomukoidlar) ham kiradi. Lipoglikoproteidlarda karbonsuv komponenti oqsil bilan birgalikda informatsion, himoya, immulogik, almashinuv va h.k. funksiyalarni bajaradi.

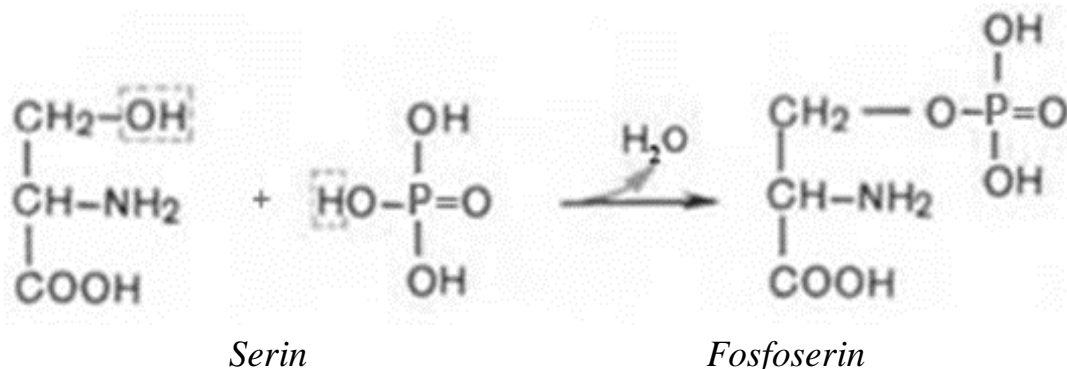
### 3.8.2.5. Fosfoproteinlar

**Fosfoproteinlar.** Ularning o'ziga xos xususiyati shundan iboratki, tarkibida ancha miqdorda ortofosfat kislota bo'ladi va u serin, ba'zan treoninning oksi guruhlari bilan murakkab efir bog' yordamida birikkan bo'ladi. Boshqa oksiaminokislotalar (tirozin, oksiprolin) fosfat efirlar hosil qilmaydi.

Fosfoproteinlarga yosh organizmlarning oziqlanishida muhim ahamiyatga ega bo'lgan oqsillar kiradi. Bu oqsillar jumlasiga ivish natijasida cho'kma hosil qiladigan sutning asosiy oqsili – kazein, tuxum sarig'i oqsili – vitillin va fosvitin, baliq oqsili – ixtulinlarni kiritish mumkin. Bu oqsillar tarkibida 1 % dan 10 % gacha fosfor bo'ladi.

Fosfoproteinlar, shuningdek, miyada bo'ladi. Maxsus guruh proteinkinazalari ishtirokida har xil oqsil (ferment, membrana, ribosomal va boshqa)larning fosforlanishlari nisbatan qisqa muddatli doimiy ravishda yuz berib turadi. Bu xil fosforlanishlar boshqaruvchi, vaqtinchalik tavsifga ega va aftidan bu oqsillar strukturaviy-doimiy tavsifli fosfoproteinlardan farq qiladi. Kazeinga kelsak, bu oqsil tarkibida fosfat kislota qoldig'idan tashqari karbonsuv komponenti ham uchraydi, ya'ni u fosfoglikoprotein hisoblanadi.

Fosfoproteinlarning o'ziga xos tavsifli jihati oqsil molekulasidagi  $\beta$ -oksiaminokislota, asosan serin va qisman treoninning gidroksil guruhi fosfat kislota orqali murakkab efir bog' yordamida birikishidir:



So‘nggi paytda fosfolipidlarning hujayrada kechadigan metabolitik jarayonlarida faol ishtirok etishi to‘g‘risidagi ma‘lumotlar olindi.

### 3.8.2.6. Metalloproteinlar

**Metalloproteinlar** – bu metall ionlarining oqsil molekulasini bilan birikib hosil qilgan kompleksi bo‘lib, bunda metall oqsil strukturasi bevosita tarkibiy qismi hisoblanadi. Bu oqsillar tarkibida koordinatsion bog‘lanuvchi metall atomlarini tutadi.

**Metalloproteinlarning tipik vakillari sifatida:** ferritin, transferrin, gemosederinlarni keltirib o‘tish mumkin.

**Ferritin** – suvda eriydigan oqsil (m.m. 400000 Da), tarkibida o‘rtacha 20 % gacha temir bo‘ladi. Shu oqsil tarzida temir taloq, jigar, iliklar tarkibida yig‘iladi va organlar hamda butun organizmning temir zaxirasi vazifasini bajaradi. Ferritin tarkibidagi temir anorganik temir tutuvchi birikmalar:  $(\text{FeO}\cdot\text{OH})_8$ ,  $(\text{FeO}\cdot\text{O}\cdot\text{PO}_3\text{H}_2)$  oksidlangan shaklda bo‘lib, bunda ular anorganik  $\text{O}=\text{Fe}-\text{OH}\dots$ ,  $\text{O}=\text{Fe}-\text{OH}\dots$ , polimerlar, ba‘zan esa, ularning fosfatli tuzlari tarzida oqsil qismini peptid zanjirlari orasida (apoferritin deb nomlangan) joylashgan bo‘ladi va temir atomlari koordinatsion yo‘l bilan peptid guruhlarining azot atomi bilan birikadi.

**Transferrin** – suvda eriydigan oqsil, asosan qon zardobida uchraydigan  $\beta$ -globulin (tarkibida 0,13 % temir tutuvchi, m.m. 90000 Da) hisoblanadi. Temir oqsil bilan tirozinning gidroksili orqali bog‘langan (koordinatsion bog‘) deb taxmin qilinadi. Bu oqsil molekulasida ikki atom temir bo‘lib, organizmda u temirni tashuvchisi sifatidagi funksiyani bajaradi.

**Gemosiderin.** Bu oqsil suvda erimaydi va bundan tashqari tarkibni 25 % nukleotidlar va karbonsuvlardan tashkil topgan. Gemosiderin, asosan, jigar va taloqning retikuloendotelial hujayralari tarkibida uchraydi.

**Metalloproteinlarning** ikkinchi guruhiga qator fermentlar ham kiradi, ularning faolligi uchun metall yo oqsil komponenti va substrat o‘rtasidagi ko‘prik vazifasini bajaradi yoki aniqroq qilib aytganda, metall ularda bevosita katalitik funksiyani bajaradi.

Keyingi yillarda olib borilgan tadqiqotlar, ba‘zi fermentlarning faolligi molekulada metall ionlarining mavjudligi bilan bog‘liq ekan. Masalan, alkogoldehidrogenaza, karboangidraza va karboksipeptidazalarning molekulasida **rux** ion, fosfogidrolaza, fosfotransferazalarda **magniy** ion, sitoxromlarda, periksidaza, katalaza va ferridoksin-NADF-oksireduktazalarda 2 va 3 valentli **temir ionlari**, arginaza va fosfotransferazalarda **marganes** ion, tirozinaza va sitoxromoksidazalarda 1 va 2 valentli **mis** ion, ksantinoksidaza, nitrogenaza va nitratreduktazalarda **molibden** ion borligi isbotlandi.

#### **Materiallarni mustahkamlash uchun savollar:**

1. Qanday moddalar oqsillar deb yuritiladi?
2. Oqsillar qayerda uchraydi?
3. Oqsillar qanday funksiyalarni bajaradi?

4. Oqsillarni tadqiq qilishda qanday uslublardan foydalaniladi?
5. To‘qimalarni gomonegizatsiyasi deganda nimani tushunasiz, uning qanday xillari bor?
6. Differensial sentrifugalash yo‘li bilan qanday tadqiqotlar o‘tkaziladi?
7. Oqsillarni fraksiyalash va tozalash uslublari.
8. Oqsillarni fizik-kimyoviy xossalari.
9. Oqsillarning izoelektrik va izoion nuqtalari.
10. Oqsillarning aminokislota tarkibi.
11. Aminokislotalarning tasniflanishi.
12. Gidrofob aminokislotalar.
13. Gidrofil aminokislotalar.
14. Nordon aminokislotalar.
15. Asosli aminokislotalar.
16. Oltingugurt tutuvchi aminokislotalar.
17. Oksiaminokislotalar.
18. Aminokislotalarning fizik-kimyoviy xossalari.
19. Almashinuvchi va almashinmovchi aminokislotalar.
20. Tabiiy oqsillarning xilma-xilligi.
19. Oqsillarning polipeptid tuzilish nazariyasi
20. Oqsillarning birlamchi strukturasi.
21. Oqsillarning ikkilamchi, uchlamchi va to‘rtlamchi strukturalari.
23. Oqsillarning tasniflanishi.
24. Oddiy oqsillar. Protaminlar va gistonlar.
25. Prolaminlar va glutelinlar.
26. Albuminlar va globulinlar.
27. Proteinoidlar tuzilishi, xossalari va funksiyalari.
28. Tabiiy peptidlar. Gormonal peptidlar.
29. Ovqat hazmida ishtirok etuvchi peptidlar.
30. Neyropeptidlar, tuzilishi funksiyasi.
31. Qon zardobining alfa-2-globulini asos bo‘lgan peptidlar.
32. Glutation va opiat gormonlar.
33. Murakkab oqsillar, tuzilishi xossalari.
34. Xromoprotein tuzilishi, xossalari, funksiyalari.
35. Gemoglobinoziya, talassemiya kasalliklarining kelib chiqish sabablari.
36. Nukleoproteinlar tuzilishi, xossalari, funksiyalari.
37. Lipoproteinlar tuzilishi, xossalari, funksiyalari.
38. Glikoproteinlar tuzilishi, xossalari, funksiyalari.
39. Fosfoproteinlar tuzilishi, xossalari, funksiyalari.
40. Metalloproteinlar tuzilishi, xossalari, funksiyalari.

## 4. FERMENTLAR

### 4.1. Fermentlarning ahamiyati

Fermentlar yoki enzimlar oqsil tabiatli o'ta yuqori darajada maxsuslikka ega bo'lgan moddalar sinfi bo'lib, ular tirik organizmlarda kechadigan ko'p minglab kimyoviy reaksiyalar, xususan, sintez, parchalanish, xilma-xil tavsifiga ega bo'lgan o'zaro bir-biriga aylanish reaksiyalarini katalizlaydi. Hozirgi kunda fermentlarni o'rganuvchi fan enzimologiyani yutuqlari biokimyo va molekular biologiyani ko'p muammolarini yechimi qatori, uning qiyosiy va evolyutsion nuqtayi nazardagi jihatlariga ham oydinlik kiritishda ustuvor o'rinni egallamoqda. Fermentlar irsiy belgilarni saqlanishi, ko'chirilishi, bioenergetika, biomolekulalarning parchalanishi va sintezlanishi kabi hayotiy jarayonlarda ishtirok etadi, umuman olganda, ularning ishtirokidagi bu reaksiyalarning yig'indisi **hayot** deb nomlangan mo'jizaviy jarayonning mazmun va mohiyatini tashkil qiladi.

Fermentlar anorganik katalizatorlardan qator xususiyatlari bo'yicha farqlanadi. Ular yuqori samaraga ega va mo'tadil harorat va bosimda ham anorganik katalizatorlarga nisbatan million marta faolroq bo'ladi. "Enzim" (yunoncha, "enzyme" – "achitqi ichida"), shuningdek, "ferment" (lotincha, "fermentation" – "achish")dan olingan atamalar bo'lib, gaz ajralishi orqali sodir bo'ladigan achish degan mazmunga ega. Shu yo'sinda bu biofaol moddalarni o'rganish bo'yicha yangi enzimologiya yoki fermentologiya deb nomlangan alohida fan shakllandi. Fermentlarni o'rganish biologiyaning barcha fundamental va amaliy sohalari uchun, shuningdek, xalq xo'jaligi, tibbiyotda foydalanish uchun zarur bo'lgan kimyo, oziq-ovqat va farmatsevtika sanoatining katalizatorlari, vitaminlar va boshqa biologik faol moddalarni ishlab chiqarish sanoatlari uchun muhim ahamiyatga ega.

Umumiy va molekular enzimologiyaning zamonaviy yutuqlari, uning yangi tarmog'i – **tibbiy enzimologiyani** rivojlanishiga sababchi bo'ldi. Bu fanning maqsad va vazifalari jumlasiga enzimopatologiya, enzimodiagnostika va enzimoterapiya muammolarini yechimiga oid bo'lgan metodologik yondashuvlarni ishlab chiqish kiradi. Inson umrini uzaytirish bilan bog'liq bo'lgan oziqlanish muammolari, ya'ni samarali ovqatlanish, ovqat mahsulotlarining miqdoriy va sifatliy ko'rsatkichlari, ferment tizimlari faoliyatining me'yoriyligini ta'minlashga oid muammolarning yechimi ham enzimologik tadqiqotlar asosida amalga oshiriladi.

Ko'p irsiy patologik holatlar ham u yoki bu ferment tizimlarining izdan chiqishi yoki umuman fermentlarni sintezlanmasligi tufayli kelib chiqadi. Hujayraviy o'sish va rivojlanish, fiziologik funksiyalarning differentsiatsiyasi (harakatlanish, makonda ko'chib yurish, moddalarning tashilishi, qo'zg'alanish va tormozlanish va h.k.lar) biokatalizatorlarning ishtirokida bo'lib o'tadi.

## 4.2. Fermentlarning kimyoviy tuzilishi. Kofermentlar.

Bugungi kunda fermentlar oqsil tabiatli moddalar ekanligi to'liq isbotlangan. Tabiatda ham oddiy oqsil tabiatli, ham murakkab oqsil tabiatli fermentlar mavjud ekanligi ma'lum. Oddiy oqsil tabiatlilari gidroliz natijasida faqat aminokislota qoldiqlarigacha parchalanadi. Bu xil fermentlar gidrolitik fermentlar bo'lib, ularga: pepsin, tripsin, papain, ureaza, lizotsin, ribonukleaza, fosfataza va boshqalarni kiritish mumkin. Ko'p fermentlar murakkab oqsil tabiatli bo'lib, ular tarkibi aminokislotalardan tashkil topgan polipeptid zanjirlaridan tashqari enzimatik faollikni ta'minlanishida muhim rol o'ynaydigan u yoki bu xildagi nooqsil tabiatli komponent (koferment)dan tashkil topadi. Fermentlarning oqsil tabiatli polipeptid qismini **apoferment**, faol ferment molekulasini **xoferment (xoloenzim)** deb nomlanadi. Fermentning nooqsil kismi **prostetik guruh** yoki **koferment** deyiladi. Bu fermentlar xoferment (faol) holatiga o'tishi uchun apoferment koferment bilan birikishi lozim. Apoferment va kofermentning o'zaro birikishi ikki xil: eritmalarda dissotsiatsiyalanmaydigan, ya'ni barqaror (kovalent bog' yordamida) holda va eritmalarda oson dissotsiatsiyalanidigan, ya'ni barqarorlikka ega bo'lmagan (ion, vodorod bog'lari, gidrofob o'zaro ta'sirlanishlar va boshqa) holda bo'lishi mumkin. Birinchi holatda nooqsil tabiatli komponent **kofaktor** deb yuritilsa, ikkinchi holatda uni nomi **kofermentligicha** qoladi. Bunda bir xil nooqsil tabiatli komponentning o'zi bir ferment tarkibida o'zini kofaktor sifatida namoyon qilsa, xuddi shu birikma boshqa ferment tarkibida koferment sifatida namoyon qilishi mumkin ekan. Masalan, atsetilkoenzim-A-karboksilaza tarkibidagi biotin kofermenti apoferment bilan kovalent bog' orqali birikkan bo'ladi. Boshqa holatlarda esa shu nooqsil tabiatli birikma polipeptid zanjir bilan kuchsiz (vodorod, elektrostatik, radikallarning o'zaro tortishuvi, efir va h.k.) bog'lar yordamida birikkan bo'lib osongina dissotsiatsiyalanib ketadi. Bunda ferment preparatini ajratib olish jarayonidagi operatsiyalarda foydalanilgan past molekullari moddalardan tozalash uchun dializ qilganda, dializat oqsil komponentini o'zidan iborat bo'lib qoladi va buning natijasida muayyan ferment o'z faolligini yo'qotadi.

Dializlanadigan kofermentlar jumlasiga B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, PP vitaminlarini kiritish mumkin. Lekin ular o'rtasidagi farqni mutloq tarzda tushinish ham o'rinli emas, chunki masalan, bir holatda FAD (flavinadenindinukleotid – B<sub>2</sub> vitaminini hosilasi) D-aminokislotalarini oksidazalari tarkibida uchraganda **koferment** tarzida uchrab, dializ qilganda polipeptiddan osongina ajralsa, to'qimani nafas olish fermentlari tarkibida bo'lganda, u apoferment bilan mustahkam ravishda kovalent bog' orqali birikkan bo'lib, dializ qilganda apofermentdan ajralmaydi va, demak, u **kofaktor** sifatida uchraydi.

Fermentlarning nooqsil tabiatli qismi (koferment yoki kofaktori) sifatida organik va anorganik (metallar) moddalar xizmat qilishi mumkin.

Ular kimyoviy nuqtayi nazardan quyidagi guruhlariga bo'linadi:

1. Nukleotid tuzilishiga ega bo'lgan nooqsil moddalar.
2. Vitaminlar va ularning hosilalari.

3. Boshqa noqsil tabiatli moddalar.

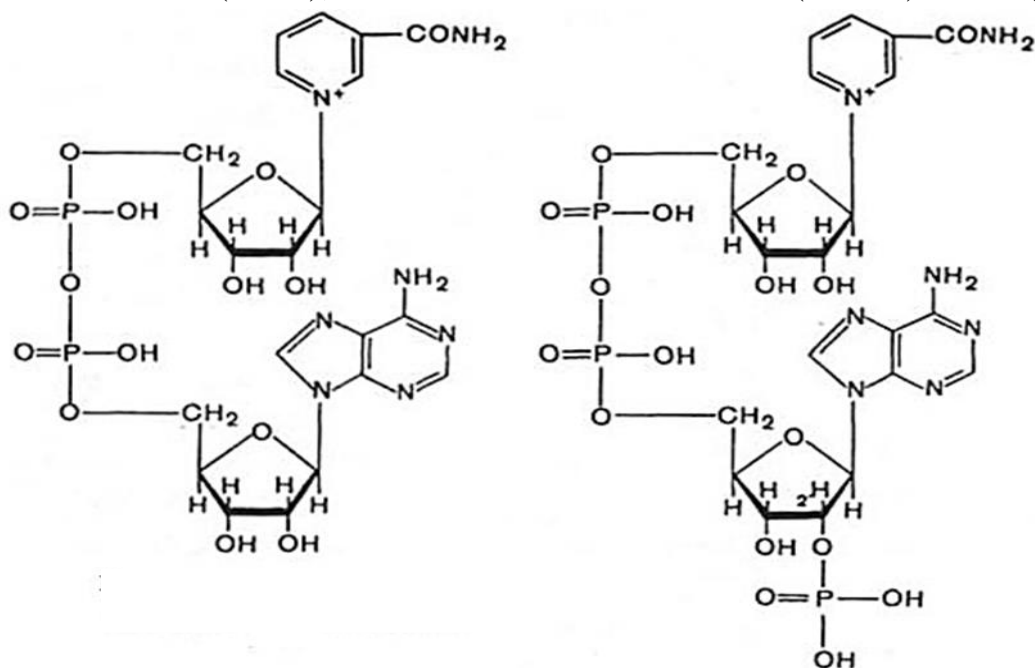
4. Metallar va tarkibida metall tutuvchi noqsil tabiatli moddalar.

Hozirgi kungacha 3000 dan ziyod fermentlar ma'lum bo'lib, ularning ko'pchiligi o'zining katalitik faolligini namoyon qilishi uchun ferment molekulasi tarkibida koferment yoki kofaktorlarning bo'lishi kerak bo'ladi. Bu fermentlar jumlasiga: oksireduktazalar va transferazalar, ligazalarning hammasi, liazalarning ancha qismi va ba'zi izomerazalar kiradi. Yuqorida keltirilganidek, faqat gidrolazalar kofermentlarga "muhtoj" emas, ular katalitik jarayonni molekulada mavjud bo'lgan faol markaz ishtirokida amalga oshiradi.

Kofermentlarning kimyoviy tabiati xilma-xildir. Ular orasida alifatik, aromatik, hamda geterosiklik tuzilishga ega bo'lgan organik birikmalar uchraydi va bu kofermentlar bir komponentli va ko'p komponentli bo'lishi mumkin.

Kofermentli enzimlarning 85 % nukleotid tabiatiga ega bo'lib, ulardan taxminan 165 tasi  $\text{NAD}^+$ , 155 tasi  $\text{NADP}^+$ , 50 tasi ham  $\text{NAD}^+$  ham  $\text{NADP}^+$ , 80 tasi koenzim A va 225 tasi  $\text{ATP}^+$  tutadi. Piridoksalfosfat ham ancha keng tarqalgan kofermentlardan biri hisoblanadi. Qator fermentlarning tarkibida koferment sifatida FMN va FAD, shuningdek, xinoid tabiatli birikmalar uchraydi.

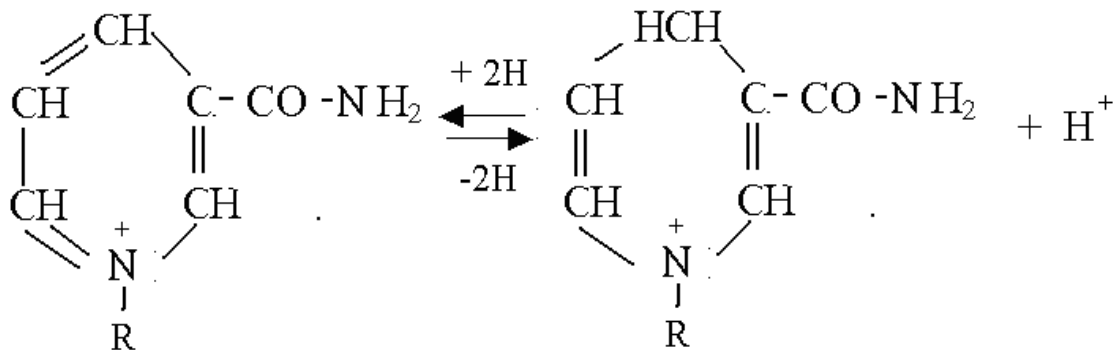
**Nukleotid fosfatli kofermentlar.** Bunga nikotinamidli kofermentlar-nikotinadenindinukleotid ( $\text{NAD}$ ), nikotinadenindinukletidfosfat ( $\text{NADP}$ ) kiradi (9-rasm).



9-rasm.  $\text{NAD}^+$  va  $\text{NADP}^+$  ning tuzilishi

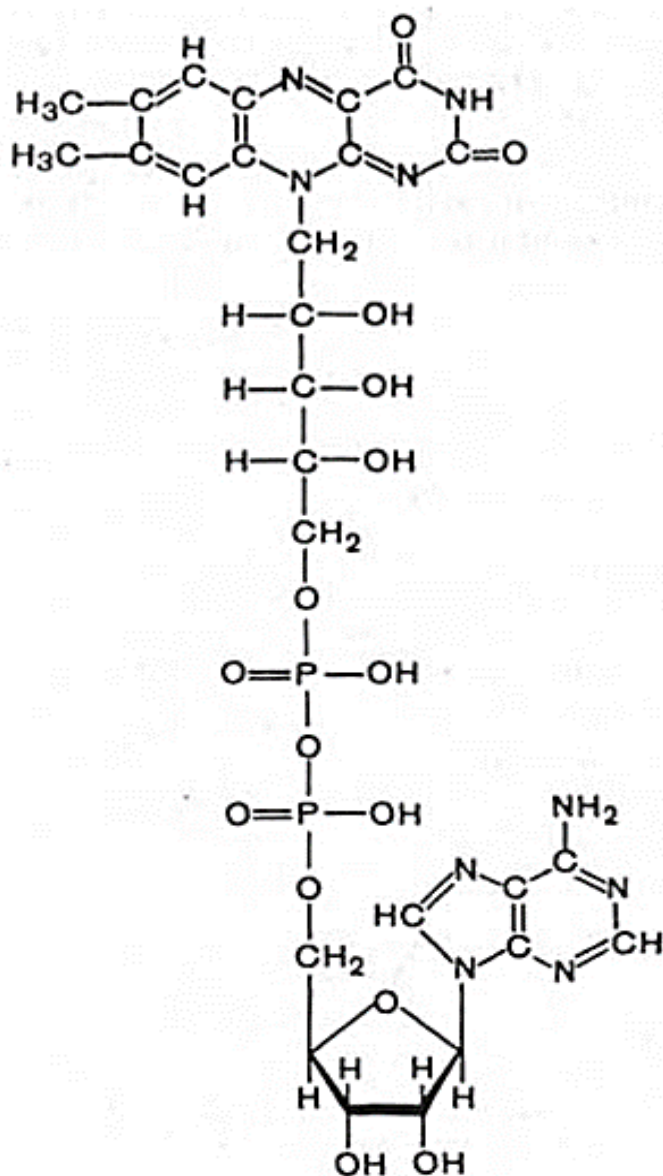
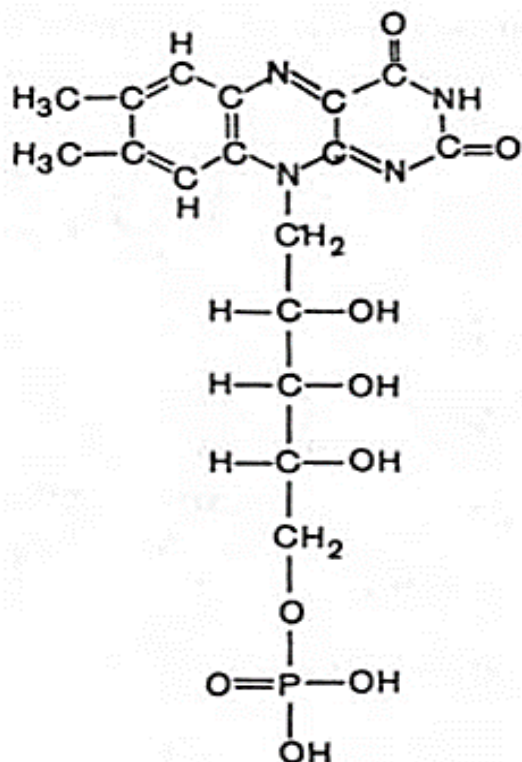
Ular pirimidin va purin asoslari, ikki molekula karbonsuv va pirofosfat kislotadan tashkil topgan. Bu kofermentlar tarkibida PP vitamini uchraydi, shu sababli ularni vitaminlarning hosilalari tabiatli kofermentlarga kiritish mumkin.  $\text{NADP}^+$  kofermenti  $\text{NAD}^+$  dan molekulaning adenozin qismini 2-karbon atomiga yana bir molekula ortofosfat kislota qoldig'i birikkanligi bilan farq qiladi.

$\text{NAD}^+$  va  $\text{NAD}^{\text{F}+}$ ni aynan kofermentlar guruhiga kiritsa bo‘ladi, chunki ular oqsil molekulasi bilan unchalik barqaror birikmaydi va biokimyoviy reaksiyalar siklida bir fermentdan boshqasiga ko‘chib o‘tishi mumkin. Koferment oqsil molekulasi bilan elektrostatik va gidrofob ta’sirlanish kuchlari evaziga birikadi. Nikotinamid kofermentlar juda ko‘p degidrogenazalarning tarkibida uchraydi.  $\text{NAD}^+$  va  $\text{NAD}^{\text{F}+}$  tutuvchi degidrogenazalar gidrid ( $\text{H}^+$ ) ionni substratdan kofermentning nikotinamid qismiga ko‘chiradi, bunda proton reaksiyon muhitga o‘tadi:



Qaytarilgan  $\text{NADH}_2$  va  $\text{NAD}^{\text{F}+}\text{H}_2$  larning piridin xalqasini azoti zaryadga ega emas va piridin xalqaning 4-karbon atomida substratdan tortib olingan vodorodni o‘ziga biriktirib oladi. Bunda hosil bo‘lgan  $\text{NADH}$  va  $\text{NAD}^{\text{F}+}\text{H}$ ning apoferment bilan bog‘lanishi yo‘qoladi va degidrogenazadan ajraladi. Keyin qaytarilgan kofermentlar elektron va protonlarni ikkinchi fermentning akseptoriga ko‘chirish orqali oksidlanadi. Shunday qilib,  $\text{NAD}^+$  va  $\text{NADH}$ , shuningdek,  $\text{NAD}^{\text{F}+}$  va  $\text{NAD}^{\text{F}+}\text{H}$ lar siklik ravishda o‘z funksiyasini bajarib, dismutatsiyalarda ishtirok etadi, ya’ni bir metabolitni boshqa metabolit yordami bilan qaytarilishini ta’minlaydi.

**Flavinli kofermentlar.** Bu guruhga flavinmononukleotid (FMN) va flavinadenindinukleotid (FAD)lar kiradi. Bu ikkala nukleotidni bir yo‘la  $\text{B}_2$  vitamini (riboflavin)ning hosilasi sifatida ham qarash mumkin (10-rasm).



10-rasm. FMN va FADlarning kimyoviy tuzilishi.

FMN nukleotid (yaqqol) emas, chunki uni tarkibida ribozani o‘rniga ribitol spirti uchraydi, u nukleozid bog‘ hosil qilmaydi. Bu birikmada azotli asos sifatidagi funksiyani purin va pirimidin asoslari jumlasiga kirmaydigan izoalloksazin bajaradi. Ikkala flavinli nukleotid ham fermentlarning oqsil komponenti bilan barqaror, hatto ba‘zan kovalent bog‘ yordamida bog‘langan bo‘ladi, shu bois ularni prostetik guruh deb yuritiladi. Bu kofermentlar qator oksidlovchi-qaytaruvchi fermentlarning tarkibiga kiradi.

Hozirgi kungacha 80 ga yaqin flavinli fermentlarning borligi isbotlangan, ularning ko‘pchiligining tarkibida nooqsil komponent sifatida FAD uchraydi. Flavoproteinli tabiatga ega bo‘lgan fermentlar xilma-xil oksidlovchi-qaytaruvchi reaksiyalarni, jumladan: poluatsetallarni laktonlargacha, spirtlarni aldegidlargacha, amidlarni imidlargacha, to‘yingan karbonil birikmalarni alfa- va beta- to‘yinmagan birikmalargacha oksidlanishini katalizlaydi. Boshqa flavinli fermentlar jumlasiga dehidrogenazalar kirib, ular oksidlanadigan moddalardan oraliq ko‘chiruvchilarning protonlariga elektronlarni

ko'chiradi. Masalan, uch karbon kislotalar siklida qahrabo kislotaning fumar kislotasigacha oksidlanishi flavinli fermentlar ishtirokida kechib, bunda alfa- va beta-dehidratatsiya yuz beradi va u suksinatdehidrogenaza (SDG) tomonidan katalizlanadi. SDG vodorodni bevosita oksidlanadigan moddadan uzib oladi, ya'ni u birlamchi dehidrogenaza hisoblanadi.

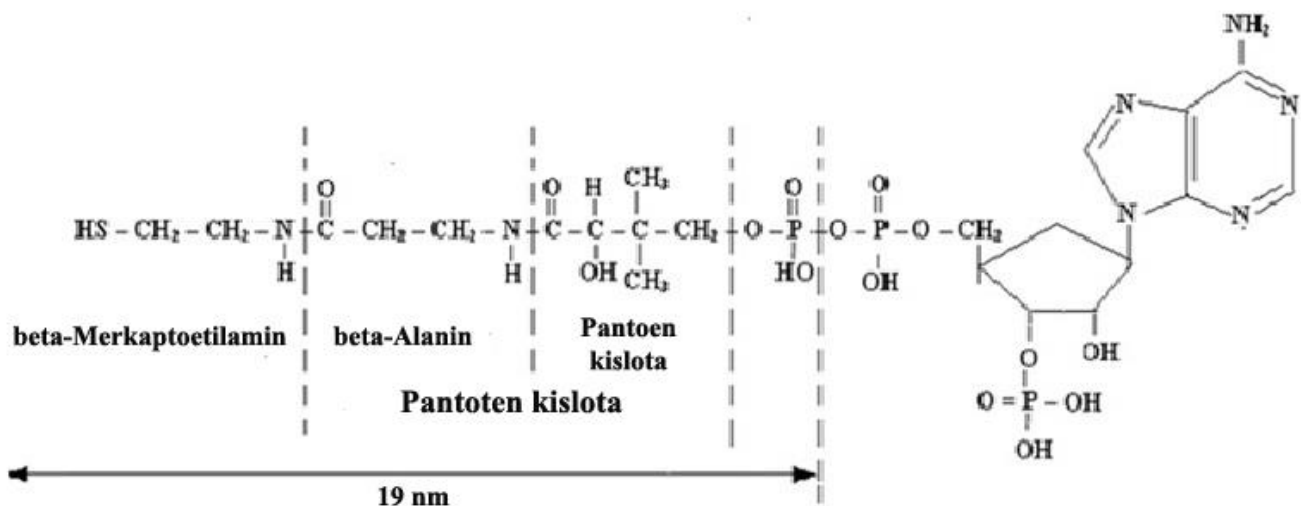
Flavoproteinlar orasida ikkilamchi dehidrogenazalar ham uchraydi, ular vodorodni NADH va NADPHdan, ya'ni birlamchi  $\text{NAD}^+$  va  $\text{NADP}^+$  tutuvchi dehidrogenazalardan qabul qilib oladi. Flavoproteinlar tarkibida metall (metalloflavoprotein), gem tutuvchi, temir-oltingugurt markazli xillari ham bo'lishi mumkin. Bu murakkab flavoproteinlarning oqsil qismini o'zida miniatur holatda bo'lgan butun bir elektron ko'chiruvchi tizim joylashgan bo'ladi. Metalloflavoproteinlarga aldehidoksidaza, ksantinoksidazalar kiradi. Ksantinoksidaza dimer bo'lib ( $M=275000$  Da), uning molekulasini tarkibida ikki molekula FAD, ikki atom molibden, 8 atom temir uchraydi. Bu ferment temir-oltingugurtli oqsillar jumlasiga kiradi. Aldehidoksidaza faqat aldehidlarning oksidlanish reaksiyasini katalizlaydi va kimyoviy tuzilishi jihatidan ksantinoksidazaga o'xshaydi.

ATF va boshqa nukleotidtrifosfat (TTF, UTF, STF)lar fosfotransferazalarning kofermentlari hisoblanadi, ular fosfat kislota qoldig'ini nukleozidtrifosfatlardan boshqa birikmalarga ko'chiradi va bu birikmalarni faollaydi. Ba'zi hollarda faollashtirish jarayoni ATF molekulasining adenozin yoki adenozinmonofosfat qismi orqali pirofosfat guruhni ko'chirish yo'li bilan amalga oshadi.

Nukleoziddifosfatshakarlar (NDFSH) oligo- va polisaxaridlarning biosintezi jarayonida monosaxarid qoldiqlarni ko'chirish reaksiyalarini katalizlovchi glikoziltransferazalarning kofermenti hisoblanadi.

Nukleotid tipidagi kofermentlar jumlasiga atsetillash kofermenti –koenzim A (KoA) ham kiradi. U adenozindan, uch molekula fosfat kislotadan, pantoten kislotadan (tarkibi pantoy kislota, beta-alanin va betamerkaptoetanoldan iborat bo'lgan) tashkil topgan.

KoAning nukleotid qismi "sop" vazifasini bajaradi, uning yordamida koferment oqsil bilan birikadi, molekulaning boshqa 1,9 nm keladigan qismi oltingugurt-vodorod – sulfid (serovodorod) guruh funksiyasi uchun muhim hisoblanadi. KoA atsetil va, shuningdek, boshqa kislota guruhlarini ko'chirish reaksiyalarida ishtirok etadi.



Sutemizuvchilarning jigari va nerv to‘qimasida atsetat va KoAdan atsetilkoenzim A ning sintezlanishi ATF energiyasi hisobiga atsetattiokinaza ishtirokida amalga oshadi. KoA tegishli ketokislotalarning oksidlanuvchi dekarboksillanishi jarayonini katalizlovchi piruvatdegidrogenaza va alfa-ketoglutaratdegidrogenaza tizimlari tarkibiga kiradi.

Metallarning oksillar bilan birikishlarini har xil barqarorligini hisobga olib hosil bo‘ladigan ferment koplekslarini shartli ravishda **chin metallofermentlarga**, metallar yordamida **faollanuvchi** fermentlarga ajratish mumkin.

Chin metallofermentlar tarkibidagi metall ionlari barqaror birikkan bo‘lib, tozalab ajratib olish jarayonida oqsildan ajralmaydi. Metallar yordamida faollanadigan fermentlarda esa metall oqsil bilan kuchsiz birikkan bo‘lib, tozalash jarayonida undan osongina ajralib ketadi. Chin metallofermentlarda metall ionlari tegishli oqsil guruhlari (ligandlari) bilan koordinatsion bog‘lar yordamida birikib kompleks hosil qiladi. Azot tutuvchi ligandlar bilan barqaror komplekslarni mis<sup>2+</sup>, kobalt<sup>2+</sup>, nikel<sup>2+</sup>, temir<sup>2+</sup> ionlari hosil qiladi. Bu metallarning ionlari azotdan tashqari oltingugurt bilan ham birikadi. Kalsiy va magniy ionlari oqsillarning karbonat va fosfat ionli ligandlari bilan birikadi. Ba’zi fermentlarning oqsil molekularida K<sup>+</sup> va Na<sup>+</sup> ionlarining bo‘lishi ham taxmin qilinadi.

Fermentlarning boshqa xildagi nooqsil tabiatli moddalari jumlasiga **lipoy kislota**ni kiritish mumkin. U alfa-ketokislotalarning dekarboksillanishida koferment sifatida ishtirok etadi. Apoferment tarkibiga lipoy kislota lizinning epsilon-aminoguruhi bilan kovalent bog‘ hosil qilib birikadi.

Fermentlar tarkibida nooqsil tabiatli komponent sifatida tripeptid **glutation** ham uchrashi mumkin, u to‘yinmagan birikmalarning izomerazalarini kofermenti sifatida ishtirok etadi va molekulararo darajada vodorodni ko‘chirilishi (dismutatsiyasi) bilan bog‘liq funksiyani bajaradi. Masalan, glutation malein kislotasini fumar kislotagacha izomerlanishi, ya’ni sis-trans-izomerizatsiyasi reaksiyasini katalizlaydi. Formaldegidning

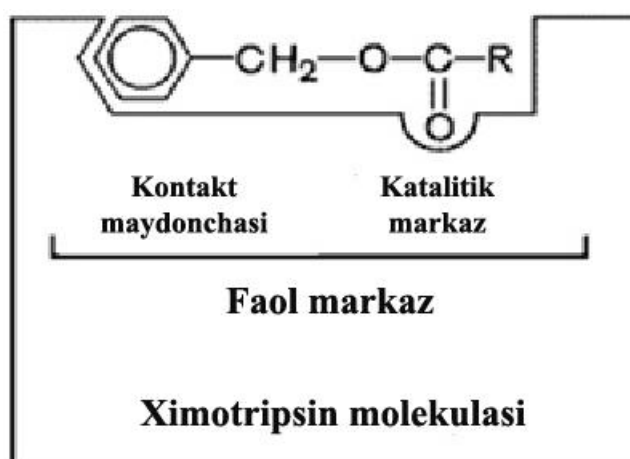
formiatgacha oksidlanishini ta'minlovchi fermentning kofermenti ham glutation hisoblanadi.

### 4.3. Fermentlarning faollik markazi

Ma'lumki, substrat molekulasiga nisbatan ancha kichik bo'ladi va shu sababli ferment-substrat kompleksini hosil bo'lishida peptid zanjirda joylashgan aminokislotalarning cheklangan qismigina bevosita substrat bilan birikadi. Shu nuqtayi nazardan enzimologiyada fermentning "faollik markazi" degan tushuncha paydo bo'ldi. Faol markaz deganda, ferment molekulasidagi oqsil va substrat molekularining ta'sirlanuvchi va kataliz jarayonida bevosita ishtirok etuvchi aminokislota qoldiqlaridan tashkil topgan noyob kombinatsiyali qismi tushiniladi. Shuningdek, murakkab oqsil tabiatli fermentlarning faol markazi tarkibiga prostetik guruhlarning kirishi ham ko'rsatib berilgan. Shartli ravishda faol markazning **katalitik markaz** deb nomlangan qismida substrat bilan bevosita kimyoviy **ta'sirlanuvchi** va **bog'lovchi** yoki **kontakt** ("langar") maydonchalari farqlanadi, ular ferment bilan substrat kompleksini shakllanishi jarayonida ularning o'zaro bir-biri bilan mosligini ta'minlaydi.

O'z navbatida, substrat ham funksional jihatdan o'ziga xos qismga ega, masalan, esteraza va proteazalarning substratlari ferment ta'sir etadigan bitta maxsus bog' (yoki atomlar guruhi)ga ega bo'ladi va bir yoki bir nechta ferment bilan tanlovli bog'lanadigan qismlari bo'ladi.

Eksperimental yo'l bilan aniqlanganki, ximotripsinning faollik markazida gistidin va serin aminokislotalari qoldiqlari borligi isbotlangan. Ximotripsin molekulasida faol markazning mavjudligi va u ikki qismdan, ya'ni katalitik va kontakt ("langar") qismlardan iborat ekanligini sxematik tarzda 11-rasmda keltirilgan.

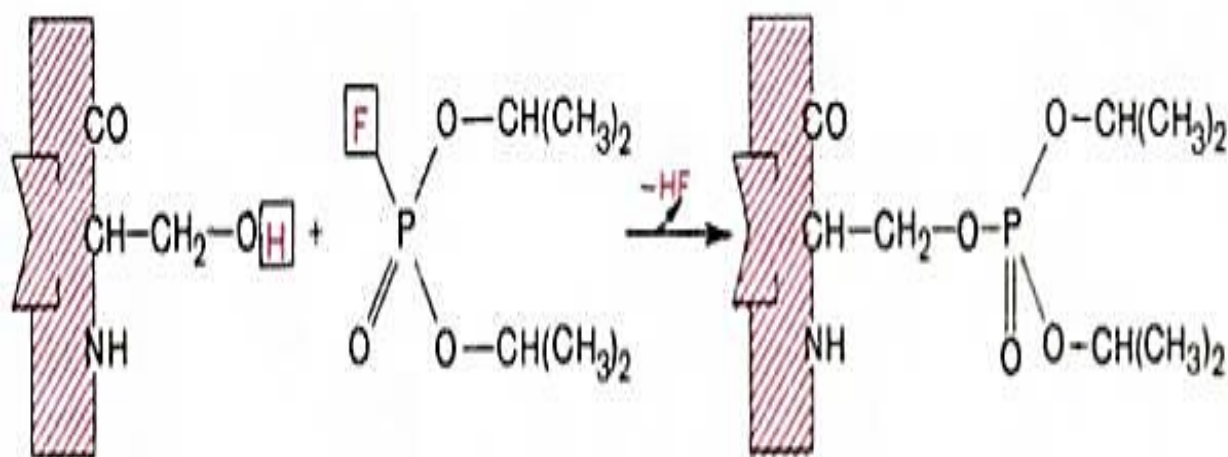


#### 11-rasm. Ximotripsin molekulasining faol markazi

Fermentlarning faol markazini kimyoviy tabiati va nisbiy topografiyasini aniqlash eng muhim ahamiyatga ega, chunki u aminokislotalarning tabiati, ularning ketma-ketligi,

faol markazda qanday tartibda joylashganligini bilish imkonini beradi. Aminokislota qoldiqlarini identifikatsiyalashda qator uslublardan, xususan, fermentlarning spesifik ingibitorlarini qo'llash (ko'pincha ular substratsimon moddalar yoki kofermentlarning analoglari), aminokislotalarni tanlovli oksidlanishi, biriktirilishi, almashinishini o'z ichiga oladigan yumshoq (cheklangan) kimyoviy modifikatsiyalangan gidroliz va h.k.lardan foydalaniladi.

Ingibitor tahlili yordamida har xil guruhlarga mansub bo'lgan fermentlarning faollik markazlarini tuzilishida umumiylik jihatlari borligi aniqlandi. Xususan, asab zaharlari jumlasiga kiradigan DFF (diizopropilftorfosfat) atsetilxolinning xolini va sirka kislotagacha parchalanishini katalizlovchi xolinesteraza fermentini faol markazini to'liq ishdan chiqarar ekan. Bu ingibitor struktura tuzilishi jihatidan atsetilxolinga juda o'xshashligi va u fermentning faollik markazida joylashgan serinning OH-guruhi bilan ta'sirlanishi ma'lum bo'ldi. Diizopropilftorfosfat quyida keltirilgan boshqa qator fermentlarning faol markazlarini tarkibidagi serinni fosforlanlantirish orqali ularni faolsizlantirishi aniqlandi (12-rasm):



**12-rasm. Fermentning faol markaziga DFF birikishi natijasida faolsizlanishini ko'rsatuvchi sxema**

DFFning shu xildagi ta'sir mexanizmidan foydalanib "katalitik" serin atrofida joylashgan aminokislotalarning tabiatini aniqlashga harakat qilib ko'rilgan, ba'zi fermentlar bo'yicha bu xildagi ma'lumotlar 7-jadvalda keltirilgan.

**7-jadval. Qator esteraza va proteinazalar molekulasining serin aminokislota atrofida joylashgan aminokislota qoldiqlari haqida ma'lumot (Maler va Kardes bo'yicha)**

<b>Ferment</b>	<b>Serin atrofida joylashgan aminokislota qoldiqlari</b>
Ximotripsin	Gli-Asp- <b>Ser</b> -Gli-Gli
Tripsin	Gli-Asp- <b>Ser</b> -Gli-Pro-Val
Trombin	Asp- <b>Ser</b> -Gli
Elastaza	Asp- <b>Ser</b> -Gli
Butirilxolinesteraza	Asp- <b>Ser</b> -Gli
Atsetilxolinesteraza	Glu-Ser-Ala
Ishqoriy fosfataza	Tre-Ala- <b>Ser</b> - Gis-Asp
Fosfoglukomutaza	Tre-Ala- <b>Ser</b> -Gis-Asp
Fosforilaza	Gli-Ile- <b>Ser</b> -Val-Arg

7-jadval ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, ta'sir etish tipi o'xshash bo'lgan fermentlar maxsusligi bo'yicha farqli bo'lishsada, ularning funksional faol gidroksilga ega bo'lgan serin aminokislota atrofida joylashgan aminokislotalari ketma-ketligi bir xil bo'lishi mumkin ekan. Ferment molekulasida faol markazdan tashqari **allosterik** (yunoncha, "allos" – "boshqa", "yot" va "steros" – "makonli", "strukturaviy") **markaz** ham uchraydi, odatda, u substrat molekulasidan farqlanadigan past molekulyar (effektor yoki modifikator deb nomlangan), modda bo'lib, ferment molekulasining bir qismi hisoblanadi. Allosterik markazga effektorning birikishi ferment molekulasini uchlamchi va ko'pincha to'rtlamchi strukturasi va unga mos holda faol markaz konfiguratsiyasini o'zgarishiga va demak, enzimatik faollikning yo oshishiga yoki susayishiga olib keladi. Faolligi faol markaz va allosterik markazlarning holati orqali boshqariladigan fermentlarni **allosterik fermentlar** deb nomlanadi.

**4.4. Fermentlarning nobiologik katalizatorlarga o'xshashligi va farqli jihatlari.**

Fermentlar kimyoviy, nobiologik, ya'ni noorganik tabiatga ega bo'lgan katalizatorlarga o'xshash bo'lgan qator umumiylik jihatlarga ega. Bu umumiyliklar quyidagilardan iborat:

1. Fermentlar so'nggi mahsulot tarkibiga kirmaydi, reaksiya oxirida oldin qanday bo'lsa, shundayligicha qoladi va kataliz jarayonida sarf bo'lmaydi.
2. Fermentlar termodinamika qonunlariga qarama-qarshi tavsifli reaksiyalarga kirishmaydi.
3. Fermentlar, odatda, reaksiyaning muvozanat holatini o'zgartirmaydi, faqat uni ketishini tezlashtiradi.

Fermentlar kimyoviy katalizatorlardan farqlanuvchi, ularning biologik tabiatini ifodalovchi o'ziga xos tavsifli xossalarga va maxsuslikka ega, ular jumlasiga quyidagilar kiradi:

1. Barcha fermentlarning molekulari oqsillardan tashkil topgan.
2. Fermentativ reaksiyalarning samaradorligi nobiologik katalizatorlarnikiga nisbatan juda yuqori.
3. Fermentlarning substratlarga ta'siri tor darajadagi maxsuslik va tanlov asosida yuz beradi.
4. Fermentlarning eng muhim xossalaridan biri, bu ularning boshqaruvchanligi. Shu orqali makon va zamonda metabolitik jarayonlarning koordinatsiyasi yuz beradi.
5. Fermentativ reaksiyalarda nofermentativ reaksiyalarga nisbatan farqli o'laroq, juda kam qo'shimcha jarayonlar yuz beradi, fermentativ reaksiyani mahsulot chiqimi deyarli 100 % ni tashkil qiladi.

#### **4.5. Fermentativ reaksiyalar kinetikasi. Fermentlarning tasniflanishi va nomenklaturasi. Izofermentlar.**

Har qanday reaksiyaning sodir bo'lishi uchun reaksiyaga kirishuvchi moddalar o'zaro bir-biri bilan to'qnash kelishi talab qilinadi. Shu bilan birgalikda reaksiya sodir bo'lishi uchun yetarli miqdordagi energiya zaxirasi (kinetik) bo'lishi kerak. Faollashgan holatga o'tib, reaksiya sodir bo'lishi uchun kerakli energiya **faollashuv energiyasi** deb yuritiladi. Fermentativ reaksiyalarda ferment-substrat kompleksining hosil bo'lishi energetik to'siqni, ya'ni faollashuv energiyasining pasayishiga olib keladi, bu energiya qancha past bo'lsa, reaksiya shuncha tez o'tadi, chunki bu past energiya zaxirasi ham molekularlarning ta'sirlanishini ta'minlaydi. Aynan shu yo'sinda biologik katalizatorlar faollanish energiyasini kamaytiradi va shu sababli bu reaksiyalar nisbatan past haroratda yuqori darajadagi tezlikda bo'lib o'tadi.

##### **4.5.1. Fermentativ reaksiyalarning termodinamik va kinetik tavsiflari.**

Fermentativ kataliz ikki faza chegarasida yuz beradigan ham gomogen, ham geterogen tavsifga ega bo'lgan reaksiyadir. Fermentlarni katalitik ta'siri uch bosqichdga bo'lib o'tishi mumkin:

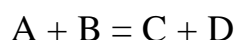
- 1) substrat molekulasining fermentga birikishi;
- 2) substratning o'zgarishlari;
- 3) reaksiya mahsulotlarini fermentdan ajralishi.

Agar bu jarayonni tenglama tarzida ifodalansa, u quyidagicha bo'ladi:



Odatda, reaksiyaning birinchi bosqichi tez, ikkinchisi sekin o'tadi. Birinchi bosqichda ferment-substrat kompleksi (ES yoki FSK) hosil bo'ladi, natijada substrat molekulasining

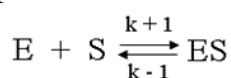
strukturasi va xossasi o'zgaradi, oraliq o'tkinchi shakllarga aylanadi. Reaksiyaga qatnashadigan substratlarning soniga muvofiq bir substratli va ikki substratli tiplarga bo'linadi. Fermentativ reaksiyalarning eng keng tarqalgan xili ikki substratli tipi bo'lib, ikki xil mahsulot hosil bo'lishi bilan yakunlanadi:



Hozirgacha ma'lum bo'lgan reaksiyalardan 60 % ga yaqini bu xildagi reaksiyalar hisoblanadi va ularga, eng avvalo, guruhlarini ko'chirilishi bilan kechadigan reaksiyalar kiradi. Kamdan-kam holatlarda bir substratli bir xil mahsulotli reaksiyalar uchraydi, ularga yaqqol misol izomerizatsiya reaksiyalari, xususan, glyukoza-I-fosfat → glyukoza-6-fosfat reaksiyasini keltirib o'tish mumkin.

Fermentativ reaksiyalar kinetikasi deganda, ferment katalizlaydigan reaksiyaning reaksiyaga kirishuvchi modda (substrat, ferment)larning kimyoviy tabiati va ularning ta'sir etish sharoit (konsentratsiya, harorat, muhit pH, aktivator yoki ingibitorlarning bor-yo'qligi va h.k.)larining o'zaro bog'liqligi tushuniladi.

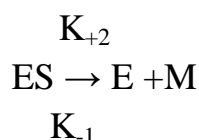
Yuqorida keltirilganidek, biokatalitik jarayonning birinchi bosqichi ferment-substrat kompleksini hosil bo'lishidan iborat:



Bu muvozanatli tizim bo'lib, tegishli muvozanat konstantasi bilan tavsiflanadi. Unga teskari qiymatni ferment-substrat kompleksini dissotsiatsiyasi yoki substrat konstantasi deb yuritiladi va  $K_s$  bilan ifodalanadi. U teng:

$$K_s = E \cdot S = ES$$

Bu kattalik substrat va fermentning tabiatiga bog'liq hamda ularning o'xshashlik darajasini bildiradi. Substrat konstantasi ko'rsatkichi qancha kam bo'lsa, fermentning substratga o'xshashligi shuncha yuqori bo'ladi. Ferment-substrat kompleksi konsentratsiyasining o'zgarishi natijasida ular reaksiya mahsulotiga aylanadi va bunda quyidagi tenglamaga muvofiq ravishda fermentning erkin holdagi regeneratsiyasi yuz beradi:



Bunda,  $K_s$  qiymatini to'g'ri ( $K_{+1}$ ) va teskari ( $K_{-1}$ ) reaksiya konstantalari nisbati ya'ni:

$$K_s = K_{-1} / K_{+1}$$

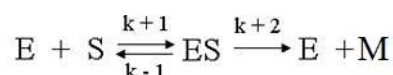
asosida hisoblab topiladi.

Bu xulosaga kelishda tizimning muvozanat holatini tavsiflovchi to'g'ri va teskari reaksiyalar ko'rsatkichlarini tenglashtiriladi:

$$V_1=K_{+1}[E][S]; V_2=K_{-1}[ES].$$

Agar  $V_1=V_2$  bo'lsa, unda:  $K_{+1} = [E][S] = K_{-1}[ES]$ , ya'ni:  $[E][S]/[ES] = K_{-1}/K_{+1} = K_s$

Ferment-substrat kompleksini dastlabki moddalarga dissotsiatsiyalanishi bilan birga substratning reaksiya mahsulotiga aylanishi va ferment-mahsulot kompleksining uning komponentlariga aylanishi bir yo'la yuz bergani sababli, uni quyidagi tenglamaga muvofiq ifodalasa bo'ladi:



Fermentativ jarayonni to'liq tavsiflash uchun Mixaelis va Menten konstantasi tushunchasi kiritilgan, u fermentativ kataliz jarayonida yuz beradigan uchchala reaksiyaning ham tezlik kostantalarini ifodalaydi:

$$K_m = (K_{-1} + K_{+2}) / K_{+1}.$$

$K_m$  hamisha  $K_s$  ga nisbatan ko'rsatkich bo'yicha biroz yuqori.

Masalan, saxaraza va saxaroza kompleksi uchun  $K_s$  kattaligi 0,0167 mol/l ga,  $K_m$  kattaligi esa 0,0280 mol/l ga teng. Shunday qilib, Mixaelis-Menten konstantasi ferment-substrat kompleks holatini to'liqroq aks ettiradi. Fermentativ reaksiya tezligi ferment faolligiga bog'liq bo'lib, u har xil birliklarda ifodalanadi.

Yaqin vaqtlargacha standart birlik (E) dan foydalanilar edi. Bu tushunchaga muvofiq muayyan ferment uchun optimal sharoit (harorat, pH, konsentratsiya)da 1 mkM substratni 1 daqiqa vaqt birligida katalizlaydigan ferment miqdori tushuniladi. Keyingi xalqaro kelishuvga binoan har qanday fermentning E (birligi) ma'lum sharoitda substratni 1 mol/s tezlikda katalizlash uchun kerakli ferment miqdoriga teng bo'ladi va uni *katal* (qisqartirib *kat*; 1 *kat* =  $6 \cdot 10^7$  standart birlikka teng) deb nomlanadi.

Fermentlarning faolligini aniqlashda statsionar fazadagi reaksiyaning boshlang'ich tezlik ko'rsatkichi o'lchanadi. Statsionar holatga o'tishdan oldingi reaksiya bo'lagini **o'tkinchi holati** deb nomlanadi. Deyarli barcha holatlarda boshlang'ich reaksiyalarning substrat konsentratsiyasiga bog'liqlik grafigi giperbola tarzida namoyon bo'ladi. Substrat konsentratsiyasi oshishi borasida egri chiziq platoga chiqadi, tezlik esa o'zining maksimal ko'rsatkichiga chiqadi ( $V_{mak}$ ). Bu shundan dalolat beradiki, ferment molekulasida (uning faol markazi) substrat bilan to'liq to'yingan.  $V$  ning ( $K_1/K_2$ ) ga bo'lgan nisbat ko'rsatkichi giperbolik grafigi fermentativ kataliz jarayonida reaksiya tartibini qay darajada o'zgarishini ko'rsatadi. Substratning konsentratsiyasi past bo'lgan holatlarda reaksiya -1-tartibli bo'ladi. Substratning to'yingan konsentratsiyasida reaksiya tezligi, unga bog'liq bo'lmay qoladi va bu reaksiya nol tartibli reaksiya hisoblanadi. Substratning oraliq

konsentratsiyalarida esa, reaksiya aralash tipda o‘tadi. Reaksiyaning boshlang‘ich tezligini hisoblash uchun L.Mixaelis va M.Mentenlar quyidagi tenglamani taklif qilishdi:

$$V = \frac{V_{\max} \times [S]}{K_S + [S]}$$

Bu yerda:  $K_S$ -ferment-substrat kompleksining dissotsiatsiya konstantasi,  $K_{-1}/K_{+1}$  ga teng;

$V_{\max}$ - fermentning substratga to‘yinganidagi maksimal reaksiya tezligi.

Keyinchalik Briggs va Xoldeynlar bu formulani biroz o‘zgartirishni taklif qildilar:

$$V = \frac{V_{\max} \times [S]}{K_m + [S]}$$

Bunda ular yuqorida keltirilgan formulaga Mixaelis-Menten konstantasi –  $K_m$ - ni kiritishni taklif qildilar.

Yuqorida keltirilganidek, ferment-substrat kompleksini hosil bo‘lishida peptid zanjirning cheklangan aminokislota qoldiqlaridan iborat bo‘lgan qismi ishtirok etadi. Shu nuqtayi nazardan fermentning “faol markaz”i tushunchasi kiritildi va hozirgacha yaxshi o‘rganilgan fermentlarning faol markazida: glutamin kislota, serin, gistidin va tirozin kabi aminokislotalarning bo‘lishi isbotlandi.

#### 4.5.2. Fermentlarning tasnifi va nomenklaturasi

Fermentlarning zamonaviy tasnifi biokimyogarlarning 5-Xalqaro kongressi tomonidan (Moskva, 1961) tasdiqlangan. Bu tasnif ilmiy asosda komissiya tomonidan ishlab chiqilgan bo‘lib, fermentlarni tasniflash va nomlash uchun uch xil tamoyildan foydalaniladi, ular jumlasiga:

- fermentning nooqsil qismi (prostetik guruh)ning kimyoviy tabiati (uning nukleprotein, flavoprotein, piridoksalfosfat protein, gemprotein, metalloprotein va boshqalar)dan;

- substratning kimyoviy tabiati (uglevod, oqsil, yog‘, nuklein kislotalari)dan;

- katalizlanadigan reaksiyani tipi kiradi. Bunda reaksiya tipi substrat(lar) nomi bilan birgalikda, u fermentlarni tizimli nomlash uchun xizmat qiladi. Bu tasniflashga muvofiq fermentlar, ularning katalizlaydigan reaksiyalari tavsifiga qarab oltita sinfga bo‘linadi. Sinflar kenja sinflarga, ular esa kenja-kenja sinflarga yoki guruhlariga bo‘linadi, ularning har biri tartib raqamlari asosida belgilanadi. Shu asosda har bir ferment o‘zining to‘rt raqamli shifriga ega. Masalan, Glukooksidaza fermenti birinchi sinfga, birinchi kenja sinfga, uchinchi kenja sinf(guruh)ga kirib, bu guruhning 4-o‘rnida joylashadi va sistematik jihatdan K.F.1.1.3.4 tarzida ro‘yxatga olinadi.

Sinflarga bo‘linishi quyidagi tartibda amalga oshiriladi.

1. **Oksireduktazalar** – bu fermentlar oksidlovchi-qaytaruvchi fermentlar bo‘lib, biologik oksidlanishda ishtirok etadi. Ularning sistematik nomlanishi “donor: akseptor-oksireduktaza” shaklida amalga oshiriladi, masalan, laktatdegidrogenazalar (LDG) Laktat:

NAD<sup>+</sup>-oksireduktaza deb nomlanadi. Ular orasida aerob (protonni molekular kislorodga) va anaerob (protonni oraliq substratga, lekin O<sub>2</sub> ga emas) ko‘chirilishi bilan bog‘liq reaksiyalarni katalizlovchi fermentlar farqlanadi. Bu sinfga tarkibida gem tutuvchi (katalaza, peroksidaza va boshqa) fermentlar ham kiradi.

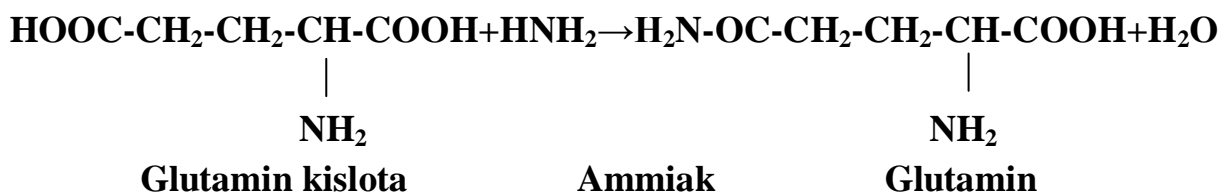
**2. Transferazalar** – har xil atom (yoki guruh, radikal)larni tashilishi reaksiyalarini katalizlaydi. Ularning nomlanishi: “donor: tashiluvchi guruh-transferaza” shaklida amalga oshiriladi. Masalan, metil-, formil-, atsetil-, amino-, fosfattransferazalar.

**3. Gidrolazalar** – organik moddalarning molekulararo reaksiyasi bo‘lib, suv ishtirokida kechadigan, suv ajratish yo‘li bilan kechadigan sintez reaksiyalarini katalizlaydi. Nomlanishi “substrat-gidrolaza” tartibida amalga oshiriladi. Masalan, peptid-gidrolaza, glukozid-gidrolaza va h.k..

**4. Liazalar** – qo‘sh bog‘lar, ya‘ni -C=O, -C=C-, -C=N- va boshqalarning hosil bo‘lishi yoki qo‘sh bu bog‘larning yo‘qolishi bilan o‘tadigan reaksiyalarni katalizlaydi. Bu fermentlar qo‘sh bog‘li o‘rinlarga har xil guruhlarni birikishi bilan yoki ularga teskari bo‘lgan, ya‘ni bu guruhlarni ajralishi bilan kechadigan reaksiyalarni katalizlaydi. Bu fermentlarning nomlanishi “substrat-liaza” tartibida amalga oshiriladi. Masalan, fumarat-liaza, karboksi-liaza (dekarboksilaza).

**5. Izomerazalar** – bu fermentlar xilma-xil tipdagi izomerizatsiya reaksiyalarini katalizlaydi. Izomerizatsiya fermentlarini nomlanishi “substrat-sis-trans-izomeraza” shaklida amalga oshiriladi. Bunda agar izomerizatsiya molekulani ichida sodir bo‘lsa, ferment **mutazalar** deyiladi. Bu fermentlarga ratsemaza va **epimerazalar** ham kiradi, ular amino- va oksikislotalarga, karbonsuvlar va ularning hosilalariga ta‘sir etadi.

**6. Ligazalar (sintetazalar)** – dastlabki ikki xil molekuladan ATF yoki boshqa nukleozidtrifosfatlarning energiyasini sarfi asosida organik moddani sintezlanishini katalizlovchi fermentlar hisoblanadi. Ularning nomlanishi “X:U-ligaza” shaklida amalga oshiriladi, bu yerda X va U lar dastlabki reaksiyaga kirishuvchi moddalardir. Masalan, “L-glutamat: ammiak-ligaza” bu ferment quyidagi reaksiyani katalizlaydi:



#### 4.5.3. Fermentlarning asosiy xossalari

Fermentlar oqsil bo‘lib, qator o‘ziga xos tavsifli xossalarga ega bo‘ladi. Shuni alohida qayd etish lozimki, fermentlar termolabil moddalar, ularning faolligiga, substrat va fermentning o‘zini konsentratsiyasi, muhitning pH, va boshqa omillar ta‘sir qiladi, shuningdek, ularda maxsuslik farqlanadi.

#### 4.5.3.1. Fermentlarning termolyabilligi

Fermentlar termolyabil biokatalizatorlar hisoblanadi, ya'ni ular haroratning o'zgarishiga juda sezgir bo'ladi. Fermentlar eng yuqori faollikni juda tor darajadagi harorat 40-50° C chegarasida namoyon qilishi aniqlangan. Kimyoviy reaksiyaning tezligi haroratni 10° C ga oshirganda reaksiya tezligi 2 marta oshadi va ferment faolligini ko'tarilishi kimyoviy kinetika nazariyasiga muvofiq harorat 40-50° C dan oshmaydigan chegerada yuz beradi. Harorat 50° C dan oshganda reaksiya tezligiga oqsil-ferment kompleksiga issiqlik denaturatsiyasi ta'sir etadi, asta-sekin fermentativ jarayonning umuman to'xtashiga (70-80° C da) olib keladi. Fermentlarning bu xususiyati ko'p fermentlar, jumladan, odam organizmida uchraydiganlari uchun ham xos. Lekin ba'zi fermentlar, masalan, ribonukleaza, qisqa muddatda qizdirishga chidamli bo'ladi. Shu bilan birga, ba'zi issiq suv manbalarida yashaydigan mikroorganizmlarning fermentlari borligini ham e'tirof etish o'rinli. Haroratni pasayish (gipotermiya) sharoitida fermentlar faolligi pasayadi, lekin to'liq yo'qolmaydi. Bu fermentlarning faolligi uchun qaytadan optimal sharoitni yuzaga keltirilganda, ular eng yuqori faollikni namoyon qiladilar. Bunga yaqqol misol sifatida hayvonlarning qishqi uyqusini keltirib o'tish mumkin. Fermentlarning bu xususiyati jarrohlik amaliyotida keng foydalanila boshlandi, ko'krak qafasida operatsiya o'tkazilganda bemor organizmi taxminan 22° C gacha sovutiladi.

#### 4.5.3.2. Fermentdar faolligining muhit pH ga bog'liqligi.

Fermentlar oqsillar kabi amfoter elektrolitlardir. Oqsilning yuza qismidagi musbat va manfiy guruhlarning miqdoriy ko'rsatkichlariga mos holda ferment muhitning xilma-xil pH darajasidagi izoelektrik nuqtada bo'ladi. Bir xil fermentlar izoelektrik nuqtada faol bo'lsa, boshqalari, ularning pH ko'rsatkichi oqsilni ionizatsiya darajasida bo'lganda faollikni namoyon qiladi. Fermentlar o'zlarning maksimal faolliklarini namoyon qilishlarida muhit reaksiyasi ko'rsatkichlari bo'yicha bir-birlaridan farq qiladi. Hayvon to'qimalari uchun pH ning fiziologik ko'rsatkichlari 6,0-8,0 ni tashkil qiladi, lekin ularning to'qimalardagi lokalizatsiyasiga bog'liq holda ularning optimum chegarasi har xil bo'lishi mumkin (8-jadval).

8-jadval. Har xil fermentlarning optimum pH ko'rsatkichlari

№	Fermentning nomi	pH
1	Pepsin	1,5-2,5
2	Katepsin	4,5-5,0
3	Maysa amilazasi	4,9-5,2
4	Ichak saxarazasi	5,8-6,2
5	So'lak amilazasi	6,8-7,0
6	Katalaza	6,8-7,0
7	Ureaza	7,0-7,2

8	Oshqozonosti bezi lipazasi	7,0-8,5
9	Tripsin	7,5-8,5
10	Arginaza	9,5-10,0

8-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, fermentlarning pH-optimumi fiziologik ko‘rsatkichlar chegarasida bo‘ladi, pepsin bu qoidadan mustasno bo‘lib, uning pH-optimumi o‘rtacha 2 ga teng ( u pH 6 da faol va stabil emas). Bu xususiyatni shunday tushuntirish mumkinki, pepsin oshqozon shirasi tarkibida bo‘lib, u ferment ta’siri uchun optimal nordon muhitni yuzaga keltiradi. Boshqa tomondan arginazaning pH-optimumi ishqoriy muhitda (pH 10,0 atrofida) bo‘ladi, aslida jigar hujayralarida bunday muhit yo‘q, aftidan arginazaning in vivo sharoitidagi katalizi, o‘zining optimal pH zonasida emasligidan dalolat beradi.

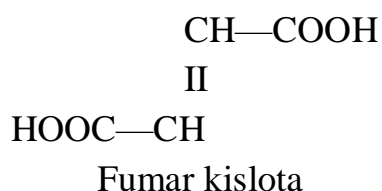
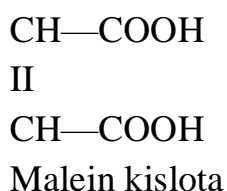
#### 4.5.3.3. Fermentlarning maxsusligi

Fermentlar ta’sir etish nuqtayi nazardan yuqori darajadagi maxsuslikka ega. Bu xususiyat substrat va ferment molekulalari o‘rtasidagi konformatsion va elektrostatik komplementarlikka bog‘liq. Uni fermentning faol markazini noyob strukturaga ega ekanligi va tirik hujayralarda kechadigan minglab boshqa xil reaksiyalar orasida sodir bo‘ladigan u yoki bu reaksiya sifatida izohlash mumkin. Maxsuslik uch xil: **nisbiy**, **mutloq (absolut)** va **stereokimyoviy** bo‘lishi mumkin.

**Nisbiy maxsuslik** – bu kimyoviy bog‘lanish tipiga bog‘liq bo‘lgan maxsuslikdir, masalan, peptid, murakkab efir, glukozid va boshqa xil bog‘lanishlarni o‘z ichiga oladi. Xususan, pepsin o‘simlik tabiatiga ega bo‘lgan oqsillar qatori hayvon tabiatidagi oqsillarga ham ta’sir eta oladi, holbuki, bu oqsillar kimyoviy tuzilishi va fizik-kimyoviy xossalari bo‘yicha bir-biridan tubdan farq qilishi mumkin. Demak, bu ferment uchun substratdagi kimyoviy bog‘lanish peptid bog‘ bo‘lishi lozim. Lekin pepsin hech qachon karbonsuvlar yoki lipidlarga ta’sir etmaydi. Yog‘larni glitserin va yog‘ kislotalarigacha parchalanishini katalizlovchi lipaza fermenti uchun substratda murakkab efir bog‘lari bo‘lishi lozim.

**Mutloq (absolut) maxsuslik** - bu fermentlar faqat birxil substratga ta’sir ko‘rsatadi, ya’ni yagona substratda yuz beradigan o‘zgarishni katalizlaydi. Substratning strukturasi o‘zgarish (modifikatsiya), unga ferment tomonidan ko‘rsatiladigan har qanday ta’sirni to‘xtatishga olib keladi. Bu fermentlar jumlasiga organizmda tabiiy sharoitda faoliyat ko‘rsatuvchi argininni parchalovchi arginaza va siydikchilni parchalovchi ureazalarni misol tariqasida keltirib o‘tish mumkin.

**Steriokimyoviy (guruh) maxsusligi.** Bu xildagi maxsuslik substratning makonda joylashuviga bog‘liq bo‘lib, ya’ni izomerlarning L- yoki D- xiliga ta’sir etishi bilan tavsiflanadi. Masalan, fumaraza fermenti trans-shaklga ta’sir etib, fumar kislotani hosil bo‘lishini katalizlaydi, cis-shakldagi malein kislotani hosil bo‘lish reaksiyasini katalizlay olmaydi:



Shunday qilib, maxsuslik tufayli fermentlar hujayralarning mikromakonida va butun organizmda kechadigan reaksiyalarni yuqori darajadagi tezlikda sodir bo'lishini ta'minlab, u orqali moddalar almashinuvini jadalligini boshqaradi.

#### 4.5.3.4. Fermentlarning boshqa xossalari

**Fermentlar muvozanat yo'nalishini o'zgartirmay, faqat unga erishishni ta'minlaydi.** Katalizatorlarga tegishli bu umumiy xossa fermentlarga ham xosdir. Demak, teskari yo'nalishdagi reaksiyani ham aynan shu fermentning o'zi tezlashtiradi, ya'ni reaksiyani ham o'ng tomonga, ham chap tomonga yo'nalishini ta'minlaydi. Masalan, lipaza suv ishtirokida yog'ni glitserin va yog' kislotalarigacha gidrolizlanishi tomon yo'naltiradi. Lekin xuddi shu lipazani o'zi suvsiz muhitda reaksiyani glitserin va yog' kislotalaridan yog'ning sintezi tomon yo'naltiradi.

**Fermentlar muhitda juda kichik konsentratsiyada bo'lganda o'z faolligini namoyon qiladi.** Katalizatorlarning umumiy xossalari shu yo'sinda namoyon bo'ladi. Masalan, vodorod peroksidini oksidlanish reaksiyasini katalizlovchi peroksidaza fermenti 1 qism fermentni 500000000 qismda suyultirilganda ham faollikni namoyon qiladi.

Muhitda juda kichik konsentratsiyada ishtirok etadigan ferment katta miqdordagi substrat bilan bo'ladigan reaksiyani amalga oshira oladi. Bu katalitik jarayonning amalga oshishi uchun juda qisqa muddatda ferment substrat bilan kontaktda bo'lishi lozim. Fermentativ reaksiyaning tezligi haqida fikr yuritilganda, aytish mumkinki, saxaraza fermentining 1 moli 1 soniyada 1000 mol saxarozani gidrolizlay oladi.

**Fermentlar faollovchilar (aktivatorlar)ning bo'lishini talab qiladi.** Ko'p fermentlar tirik to'qima tomonidan nofaol shaklda **proferment** holatida ishlab chiqariladi. Profermentlar maxsus **faollovchi (aktivator)**lar ta'sirida faol holatga o'tadi. Faollovchilar sifatidagi rolni maxsus oqsil moddalari-kinazalar, metall ionlari ( $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  va boshqalar) yoki reaksiya muhitini o'zgartirish bajaradi. Masalan, so'lak amilazasi-kraaxmalni parchalovchi ferment osh tuzi ionlari tomonidan faollashadi. Oshqozon devorlari nofaol proferment-pepsinogen ishlab chiqaradi, oshqozon shirasining nordon muhitida faol-pepsinga aylanadi. Oshqozonosti bezi tripsinning profermenti-tripsinogen ishlab chiqarib, ichak shirasining enterokinazasi ta'sirida faol shakl-tripsinga aylanadi.

**Fermentlar har xil ferment zaharlari ta'sirida osongina faolsizlanadi.** Ko'p nafas olish fermentlari sinil kislotasi tuz eritmaları ta'sirida faolsizlanadi. Ftor kislotasi tuzlari achishni ta'minlovchi bir xil fermentlarni, monoiodsirka kislotasi tuzlari esa boshqa xillarini faolsizlantiradi. Maxsus ta'sirga ega bo'lgan ferment zaharlaridan foydalanish bir xil

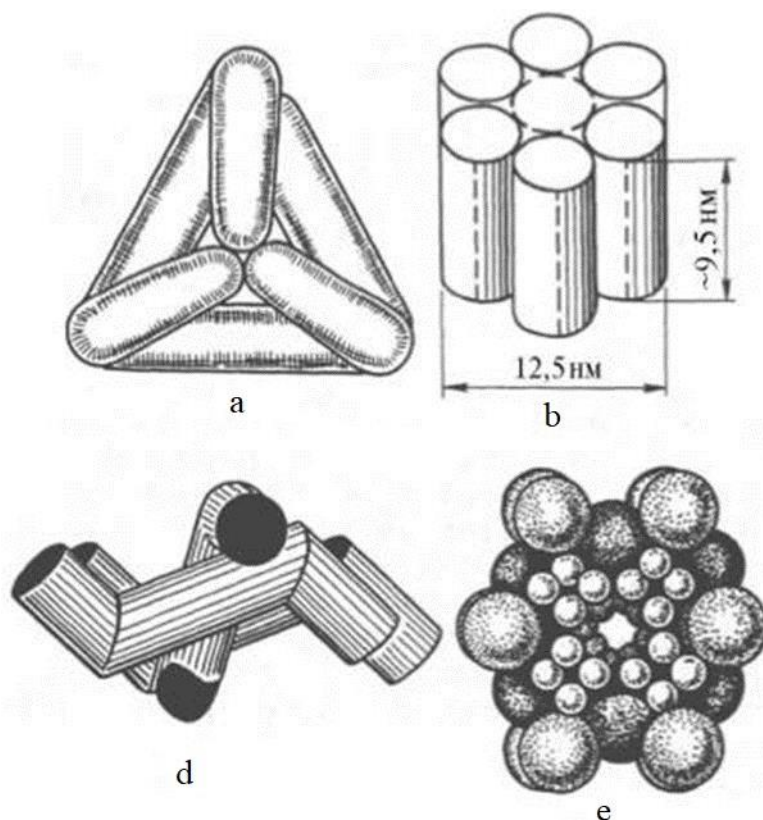
fermentlarning faolligini to'xtatish, boshqalarini ta'sirini davom ettirish imkoniyatini beradi. Bu esa xilma-xil fermentlar ishtirok etadigan biokimyoviy jarayonlarni mukammal tadqiq qilish imkonini beradi.

#### 4.5.4. Izofermentlar

**Izofermentlar (izoenzimlar)** deb bir-biriga o'xshashlik jihatlari, katalizlaydigan reaksiyalarining tezligi yoki boshqariluv xossalari bilan farqlanadigan fermentlarning ko'p xil molekular shakllariga aytiladi. Fermentlarning ko'p xil molekular shakl(FKMSH)lari deganda bir biologik turda yagona katalitik funksiyani bajaradigan, lekin strukturasi va qator fizik-kimyoviy xossalari bilan farqlanadigan fermentlar guruhi tushuniladi. Tirik tabiatda bir xil yoki har xil birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi strukturalarga ega bo'lgan, ikki yoki undan ziyod subbirliklardan tashkil topgan molekular fermentlar uchraydi.

Ko'pincha subbirliklarni **protomerlar**, birlashgan oligomer molekular **multimerlar** deb nomlanadi. FKMSHlarni mavjudligi ma'lum biologik ahamiyatga ega. Masalan, hujayrada FKMSHlarning mavjud bo'lish spektrini o'zgarishi natijasida organizm tashqi muhit sharoitlariga yaxshi moslashadi.

Fermentlarning har xil molekular shakllarini differentsiatsiya, rivojlanish jarayonlarida muhim ahamiyatga ega. Shunday qilib, FKMSHlarning nisbati (ularning soni, har bir shaklining faoligi, barqarorligi)ni o'zgarishlari almashinuv jarayonlarining boshqaruv mexanizmlaridan biri hisoblanadi. Ba'zi ferment-multimerlarning tuzilishi va ulardagi protomerlarning bog'lanish uslublarini quyidagicha ifodalash mumkin (13-rasm):



### 13-rasm. Ba'zi oligomer fermentlarning tuzilish modeli.

*a* – glutamatdehidrogenaza molekulasi, u 6 protomerdan tashkil topgan (*m.o.*33600 Da); *b* – DNK-polimeraza molekulasi; *d* – katalaza molekulasining yarmi; *e* – piruvatdehidrogenazaning molekular kompleksi.

Ma'lumki, oligomerizatsiya jarayoni shakllangan oqsil subbirliklariga kimyoviy agentlarning ta'siri, denaturatsiyani keltirib chiqaruvchi omillarning, xususan qizdirish, proteinazalarning ta'sirlariga nisbatan barqarorlikni ta'minlaydi. Bu xil fermentlarning hayratda qolarlik darajasidagi xossasi butun kompleks faolligining alohida olingan subbirliklarini bir-biri bilan birikish tartibiga bog'liqligidir. Hozirgi kunda bir necha xil molekular shakllarga ega bo'lgan ko'pdan-ko'p fermentlar ma'lum. FKMSH paydo bo'lishining sababi xilma-xil bo'lishi mumkin. Ular orasida genetik jihatdan **determinatsiyalangan** FKMSH bo'lib, izofermentlar yoki izoenzimlar (birlamchi strukturasi bilan farqlanadigan) deb yuritiladigan, shuningdek, **epigenetik** o'zgarishlar (posttranslyatsion darajada) tufayli paydo bo'ladigan xillari mavjud.

Agar genetik jihatdan farqlanadigan subbirliklarning shakli bir xildan ziyod bo'lsa, unga mos holda ikki yoki undan ziyod tipdagi subbirliklardan hosil bo'lgan ferment ham, har xil sonli nisbatlarda o'zaro o'xshash ko'rinishda, lekin farqlanadigan shaklda bo'ladi. Bunda bir holatda subbirliklar deyarli bir xil struktura ( $\beta$ -galaktozidaza)dan iborat bo'ladi. Boshqa holatlarda subbirliklar bir xil (triptofansintetaza) bo'lmaydi. Xususan, laktatdehidrogenaza (LDG) ikki xil tipdagi subbirliklardan: M (inglizcha, muscle – mushak) va H (inglizcha, heart –yurak)dan tashkil topgan. Bunda laktatdehidrogenazaning faol tetramer shakllarini quyidagi besh xil shaklda bo'lishini tasavvur qilish mumkin bo'ladi:

HHHH yoki -- LDG<sub>1</sub>;

HHHM yoki H<sub>3</sub>M -- LDG<sub>2</sub>;

HHMM yoki H<sub>2</sub>M<sub>2</sub>-- LDG<sub>3</sub>;

HMMM yoki HM<sub>3</sub> -- LDG<sub>4</sub>;

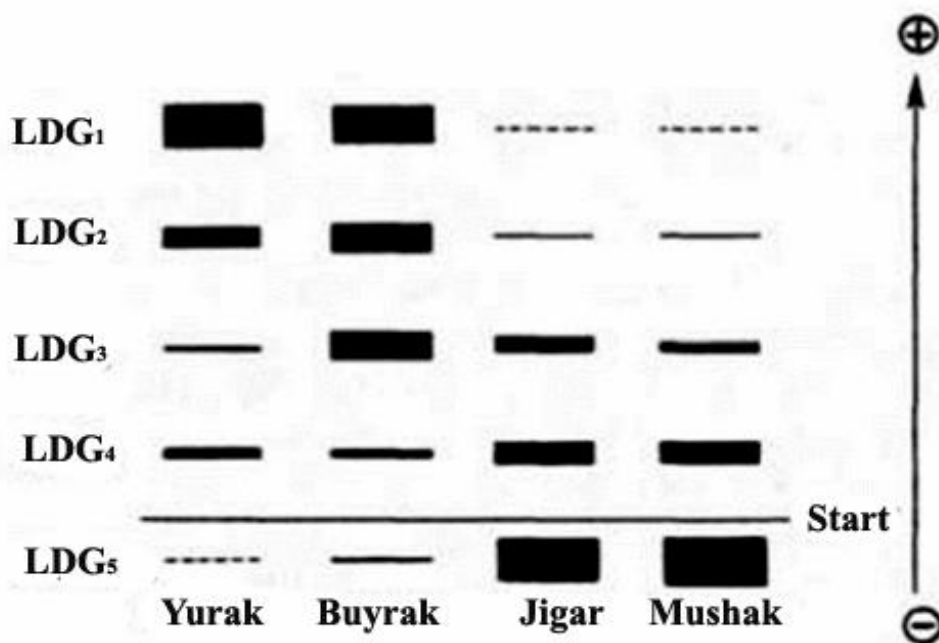
MMMM yoki M<sub>4</sub> -- LDG<sub>5</sub>.

Shunday qilib, aytish mumkinki, ko'p shaklli fermentlar orasida gel-elektroforez uslubi yordamida ancha mukammal o'rganilgan fermentlardan biri laktatdehidrogenaza (LDG) bo'lib, bu ferment pirouzum kislotani sut kislotaga aylanish reaksiyasini katalizlaydi. Bu izofermentlarning faolligiga harorat, vodorod ioni konsentratsiyasi va maxsuslik ta'sir etadi.

LDG ning besh xil izofermentlari to'rtta taxminan bir xil kattalikda bo'lgan, lekin ikki xil tipdagi subbirliklardan hosil bo'ladi. H-protomerlar pH 7,0-9,0 chegarasida M-protomerlarga nisbatan manfiy zaryadga ega bo'lganligi sababli to'rtta subbirliigi ham H-tipdan tashkil topgan (H<sub>4</sub>) izoferment, elektroforez jarayonida yuqori darajadagi tezlikda musbat elektrod (anod) tomonga harakatlanadi.

Uning M-tipidagi ( $M_4$ ) izofermenti esa anodga tomon juda ham sust harakatlanadi, qolgan barcha izofermentlar oraliq masofalarni egallaydi. LDG izofermentlari bir xil faollikni namoyon qilgan holda bir-biridan qator fizik-kimyoviy xossalari: molekular og'irliklari, elektroforetik harakatchanligi, faollovchilar va ingibitorlarga munosabati va h.k.lar bo'yicha farq qiladi.

Lekin har bir to'qima uchun me'yor bo'yicha LDGning o'ziga xos tavsifli nisbiy shakl (izoferment spektr)i mavjud. Masalan, yurak mushagida  $H_4$ , ya'ni  $LDG_1$  ko'p bo'lsa, skelet mushagi va jigarda esa  $M_4$  ( $LDG_5$ ) ko'p bo'ladi (14-rasm).



**14-rasm. LDG izofermentlarining har xil organlardagi taqsimlanishi va nisbiy miqdor ko'rsatkichlari**

*Ekstraktlar "Start" deb belgilangan chiziqqa tomizish yo'li bilan kiritilgan.*

14-rasm ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, tajriba uchun tanlangan sharoit (pH) da to'rtta izoferment anodga ( $LDG_1$ ,  $LDG_2$ ,  $LDG_3$ ,  $LDG_4$ ), faqat bittasi ( $LDG_5$ ) katodga harakatlanar ekan. LDGning bu xususiyatidan klinik amaliyotda keng foydaniladi, chunki, bu va boshqa qator fermentlarning qon zardobi tarkibida paydo bo'lishini tadqiq qilish organ va to'qimalarning organik va funksional kasalliklarga differensial diagnoz qo'yishda muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

### **Materiallarni mustahkamlash uchun savollar:**

1. Qanday moddalarga fermentlar deyiladi?
2. Fermentlarni o'rganishning ahamiyati
3. Fermentlarning tibbiyotdagi ahamiyati.
4. Enzimologiya nimani o'rganadi?
5. Fermentlarni o'rganishning qishloq xo'jaligidagi ahamiyati.

6. Fermentlarni o'rganishning oziq-ovqat sanoati va farmatsevtika uchun ahamiyati.
7. Apoferment, koferment, xoloferment nima?
8. Koferment nima? Kofaktorchi?
9. Kofermentlar qanday guruhlarga bo'linadi?
10. Nukleotid tipidagi kofermentlar.
11. Vitaminlar va ularning hosilalari tabiatli kofermentlar.
12. Metall va metall birikmali kofermentlar.
13. Boshqa xil nooqsil tabiatli kofermentlar.
14. Fermentlarning faollik markazi nima?
15. Fermentlarning faollik markazidagi umumiylik nimadan iborat?
16. Biologik va noorganik katalizatorlarning umumiyliigi va farqli jihatlari.
17. Fermentativ reaksiyalarning tezligi.
18. Fermentativ reaksiyalarning termodinamikasi va kinetikasi.
19. Fermentlarning faolligiga ularning konsentratsiyasi qanday ta'sir etadi?
21. Fermentlarni tasniflash va nomlash tamoyillari.
22. Oksireduktazalar va transferazalar.
23. Hidrolazalar va liazalar.
24. Izomerazalar va ligazalar.
25. Ferment faolligiga pH ning ta'siri.
26. Ferment faolligiga haroratning ta'siri.
27. Fermentlarning maxsusligi.
30. Izofermentlar va ularning lokalizatsiyasi
31. Izofermentlarning tuzilishi va xossalari.

## **5. NUKLEIN KISLOTALAR, ULARNING TUZILISHI, XOSSALARI, BIOLOGIK AHAMIYATI**

### **5.1. Nuklein kislotalar haqida umumiy tushunchalar va ularni biomateriallardan ajratish uslublari.**

Nuklein kislotalarga ma'lum elementar tarkibga ega bo'lgan va gidrolizlaganda purin va pirimidin asoslar, pentoza va fosfat kislota qoldig'igacha parchalanishi bilan tavsiflanadigan yuqori molekular birikmalar kiradi. Nuklein kislotalar uchun asosiy tavsiflovchi jihat – bu ularning tarkibida fosfor (8-10 %) va azot (15-16%)ning bo'lishidir. Shuningdek, nuklein kislotalar tarkibida uglerod, vodorod va kislorod ham bo'ladi. Bu kislotalar kuchli kislotali (tarkibida fosfat kislota borligi tufayli) xossaga va manfiy zaryadga ega. Shu sababli ularni gomogenat holatiga keltirilgan biomateriallardan ajratib olishda kuchli tuz (natriy xlorning 10 % li) eritmasi bilan ishlov berilib, keyinchalik etanol yordamida cho'ktiriladi. So'nggi paytda ularni ajratib olishda nukleoproteinlarning buferlangan neytral eritmalarini fenol bilan ishlov berishga asoslangan ancha yumshoq

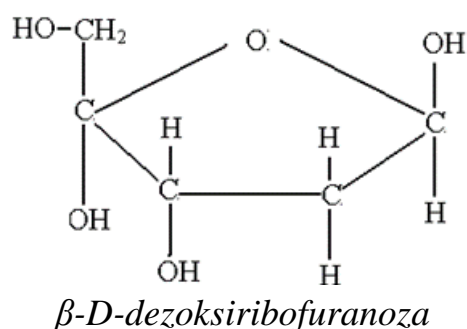
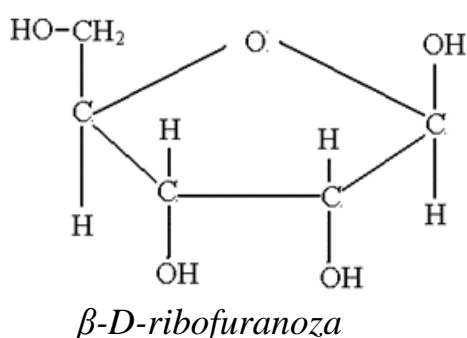
fenol uslubidan foydalanilmoqda. Bunda denaturatsiyani keltirib chiqaruvchi komponent natriy dodesilsulfat (NDS) ta'sirida oqsil denaturatsiyaga uchraydi va fenol fazaga o'tadi, nuklein kislotasi esa suv fazasida qoladi. Suv fazasiga o'tgan nuklein kislotani fenol fazadan ajratib olinib, uni ustiga 2-3 hajm etanol qo'shib cho'ktiriladi va sentrifugalanadi.

## 5. 2. Nuklein kislotalarning kimyoviy tarkibi

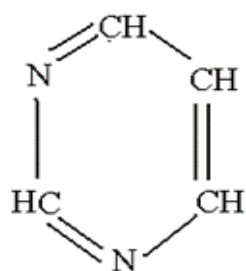
Nuklein kislotalar unchalik ko'p bo'lmagan oddiy komponentlardan tashkil topgan yuqori molekular murakkab moddalar hisoblanadi. Hidrolizlaganda ularning gidrolizatida purin va pirimidin asoslari karbonsuvlar (riboza va dezoksiriboza) va fosfat kislotasi qoldig'i bo'ladi:

<b>DNK</b>	<b>RNK</b>
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
Dezoksiriboza	Riboza
Adenin	Adenin
Guanin	Guanin
Sitozin	Sitozin
Timin	Uratsil

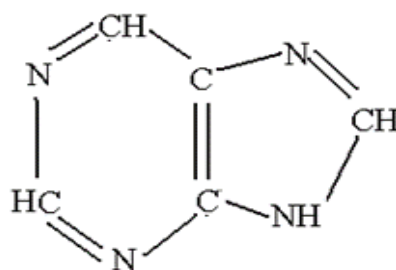
Yuqoridagidan ko'rinib turibdiki, DNKda karbon suv sifatida dezoksiriboza RNKda esa riboza uchraydi, shu sababli ularni o'zaro mos holda dezokribonuklein (DNK) va ribonuklein (RNK) kislotalar deb yuritiladi. Bundan tashqari ularning tarkibida ikki xil purin va ikki xil pirimidin azotli asoslar bo'ladi, ulardagi farqlanadigan jihat DNKda pirimidin asosidan-timin uchrasa, RNKda uni o'rniga uratsil uchraydi. DNK va RNK lar tarkibida minor (ekzotik) asos deb nomlangan azotli asoslar ham uchraydi. Karbonsuvlar DNK va RNK tarkibida  $\beta$ -D-ribofuranosa va  $\beta$ -D-dezoksiribofuranosa shaklida bo'ladi:



Purin va pirimidin asoslarining asosi geterosiklik birikmalar pirimidin va purin hisoblanadi:

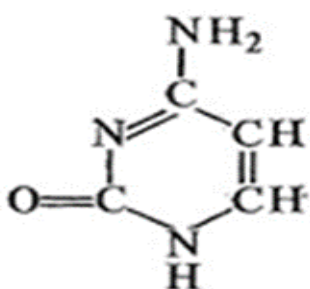


*Pirimidin*

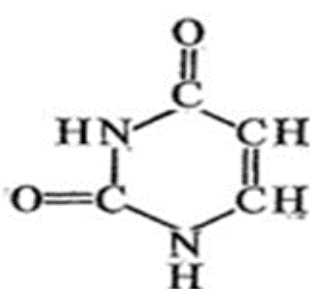


*Purin*

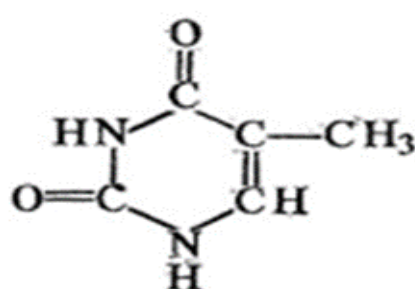
Purin molekulasi ikkita kondensirlangan: pirimidin va imidazol halqalaridan tashkil topgan. Nuklein kislotalari tarkibida pirimidin asoslaridan: sitozin, uratsil va timinlar uchraydi:



*Sitozin*



*Uratsil*

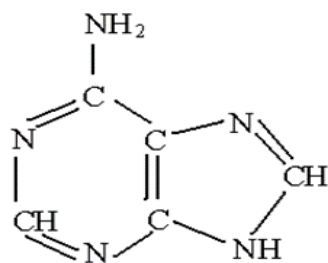


*Timin*

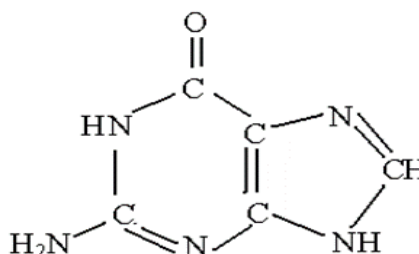
Asosiy pirimidin asoslaridan tashqari nuklein kislotalar tarkibida minor pirimidin asoslari, metil- va oksimetilsitozin, digidrouratsil, psevdouridin, I-metiluratsil va boshqalar ham uchraydi.

t-RNK nukleotidlarining minor asoslari ulushi 10 % gacha bo'лади, bu aftidan, fiziologik nuqtayi nazardan (RNKni ferment ta'siridan himoya qilishda) muhim ahamiyatga ega.

Nuklein kislotalar tarkibida doimo uchraydigan ikkita purin asoslari – adenin, guaninlar bo'лади, ular quyidagicha tuzilishga ega:



*Adenin*



*Guanin*

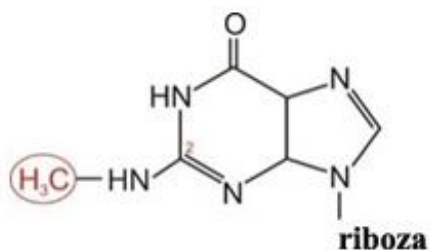
DNK va RNK tarkibida uchraydigan purin qatorli minor nukleotidlarga: inozin, N<sup>6</sup>-metiladenozin, N<sup>2</sup>-metilguanozin va boshqalar kiradi:



Inozin

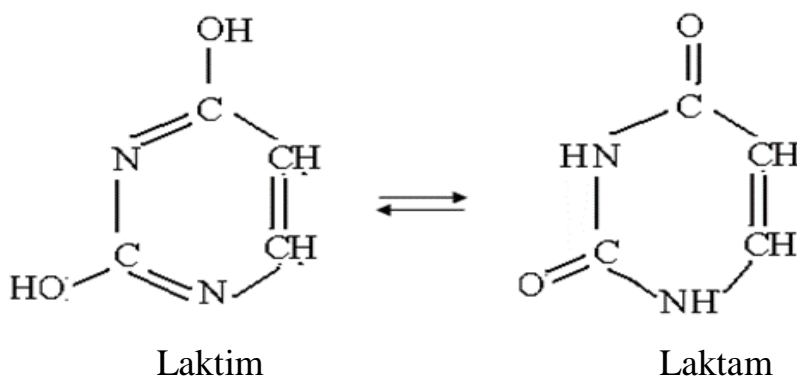


N<sup>6</sup>-Metiladenozin



N<sup>2</sup>-Metilguanozin

Azotli (oksiguruhli) asoslarning eng muhim xossalaridan biri, muhitning pH ko'rsatkichiga bog'liq holda ikki xil tautomer shakllarda, xususan, laktam- va laktim shakllarda bo'lishidir. Masalan, uratsilning tautomer shakllari quyidagilar:



Laktim

Laktam

Ma'lum bo'ldiki, nuklein kislotalar tarkibidagi barcha purin va pirimidin oksihosilalar laktam-shaklda bo'lar ekan. Bir organizmning hujayralaridagi DNK miqdori noyob doimiylikda bo'lib, son jihatdan bir necha pikogrammga tengligi isbotlangan. Lekin tirik organizmlarning har xil turlarida DNK ning miqdori bo'yicha keskin farqlar mavjudligi aniqlandi.

RNK to'g'risida fikr yuritilganda, uning miqdoriy ko'rsatkichlarining o'zgarishi oqsil biosintezi jadalligiga bog'liq bo'lar ekan. Hujayra massasining 5-10 % ulushi RNKga to'g'ri keladi. Hujayra RNK tiplarini zamonaviy tasnifi, ularning topografiyasi, funksiyasi va molekular massalari ma'lumotlariga asoslanadi. RNK ning uch xil asosiy tipi farqlanadi, ular: matritsali RNK (m-RNK yoki iRNK), ribosomal RNK (r-RNK) va transport RNK (t-RNK)lardir. Bu RNK lar bir-biridan nukleotid tarkiblari funksiyalari va

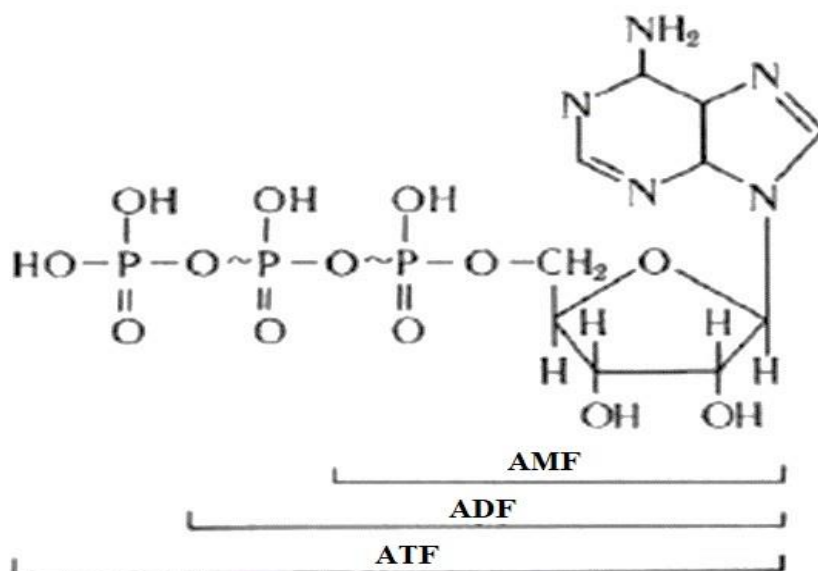
molekular massalari bilan farqlanadi, shuningdek, hujayraning umumiy RNK sini: o‘zaro mos holda o‘rtacha 2-3 %; 80-85 % va 16 % larini tashkil qiladi.

### 5.3. Nuklein kislotalarning strukturasi

Azotli asos (adenin, guanin, sitozin, timin va uratsil)larning karbonsuv komponentlari (riboza yoki dezoksiriboza) bilan birikishi natijasida (o‘zaro mos holda: adenzin, guanozin, sitidin, timidin va uridin deb nomlangan) nukleozidlar hosil bo‘ladi. Bunda purin asoslari karbonsuv 9-karbon atomi, pirimidin asosi esa 1- karbon atomi orqali birikadi va N-glikozid bog‘ hosil qiladi. Agar nukleozidlardagi riboza yoki dezoksiribozaning 5- karbon atomiga fosfat kislota qoldig‘i biriksa, nukleotidlar, ya‘ni purin va pirimidin asoslari hosil bo‘ladi, ularni o‘zaro mos holda adenil kislota yoki adenzinmonofosfat (AMF), guanil kislota yoki guanozinmonofosfat (GMF), sitidil kislota yoki sitidinmonofosfat (SMF), timidil kislota yoki timidinmonofosfat (TMF) va uridil kislota yoki uridinmonofosfat (UMF) deb nomlanadi. Barcha nukleotidlar kuchli kislotalar hisoblanadi, chunki ularning tarkibidagi fosfat kislota osongina dissotsiatsiyalanadi.

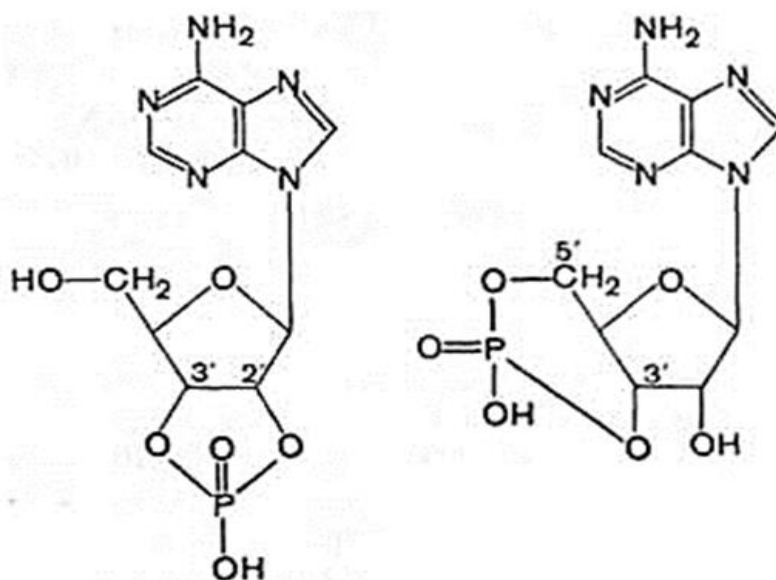
Bu nukleotidlar bir, ikki va uchtagacha fosfat kislota qoldig‘ini biriktirib olishi mumkin va, demak, mono-, di- va trifosfatlar hosil qilishi mumkin, ya‘ni bunda adenindan-adenzinmonofosfat (AMF), adenozindifosfat (ADF) va adenozintrifosfat (ATF); guanozindan-guanozinmonofosfat (GMF), guanozindifosfat (GDF) va guanozintrifosfat (GTF); sitidindan-sitidinmonofosfat (SMF), sitidindifosfat (SDF) va sitidintrifosfat (STF); timidindan-timidinmonofosfat (TMF), timidindifosfat (TDF) va timidintrifosfat (TTF); uridindan-uridinmonofosfat (UMF), uridindifosfat (UMF), uridintrifosfat (UMF)lar hosil bo‘ladi. Bunda agar nukleotid komponenti tarkibiga karbonsuv sifatida dezoksiriboza kirs, unda tegishli nukleotidni *dezensi* qo‘shimchasi qo‘shib nomlanadi, masalan, d-ATF-dezoksiadenzin-5“-trifosfat yoki d-STF-dezoksisitidin -5“-trifosfat. Hujayralarda erkin nukleozidfosfatlarning paydo bo‘lishi DNK va RNK larning fermentativ sintelanishini boshlanishidan darak beradi.

Nukleozidtrifosfatlar, ayniqsa, ATF ning ko‘p xildagi biologik funksiyalari orasida eng muhimlaridan biri, ularning energiya almashinuvidagi ishtiroki hisoblanadi. Quyida nukleotidmono-, nukleotiddi- va nukleotidtrifosfat molekulalarning hosil bo‘lish sxemasi ifodalangan (15-rasm):



15-rasm. AMF, ADF va ATF larning tuzilishi

Shuni qayd etish o‘rinliki, nukleotidlarning fosforli efilarni yana ikki xili uchraydi, bunda: fosfat bitta nukleotidning o‘zida pentoza qoldig‘ining ikki atom kislorodini bir-biri bilan bog‘laydi va fosfat ko‘prik mononukleotidning o‘zida hosil bo‘ladi. Misol sifatida siklik nukleotidlar-siklik 2',3'-AMF va siklik 3',5'-AMFlarni keltirib o‘tish mumkin, bunda pentoza ning kislorod atomlari siklik strukturani hosil qilishda C-2 va C-3 yoki C-3 va C-5 larga birikkan bo‘ladi (16-rasm):



16-rasm. Siklik 2', 3'- AMF va siklik 3', 5'-AMFlarning tuzilishi

Siklik 2', 3'- AMF ribonuklein kislotani parchalanishida oraliq mahsulot sifatida hosil bo‘ladi, 3', 5'-AMF esa tabiiy uchraydigan ribonukleotid bo‘lib, qator noyob funksiyalarni bajaradi va moddalar almashinuvini boshqarilishida yuqori darajadagi biologik faollikka ega bo‘ladi.

**Chargaff qoidasi.** DNK molekulasini struktura tuzilishi azotli asoslarning miqdoriy ko'rsatkichlari bo'yicha ma'lum qonuniyatlarga ega, buni birinchi bo'lib E.Chargaff (1949) fanga ma'lum qildi va shu sababga ko'ra bu qonuniyatlar Chargaff qoidasi deb nomlandi. Uning tadqiqotlariga muvofiq quyidagilar aniqlandi:

a) purin asoslarini molar ulushi (adenin-A, guanin-G) pirimidin asoslarining (sitozin-S, timin-T) molar ulushiga teng:

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

b) adenin va sitozinning miqdori guanin va timin miqdoriga teng:

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

B) adeninning miqdori timinga, guaninning miqdori esa sitozinga teng:

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

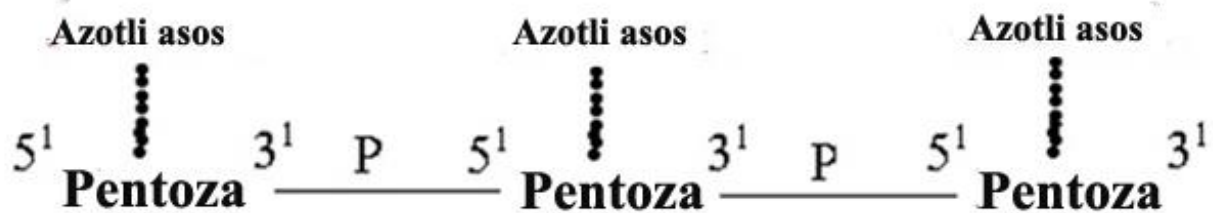
g) bundan tashqari muayyan turni aynan shu tur ekanligini tavsiflovchi (taksonomik ko'rsatkich) maxsuslik koeffitsiyenti mavjud, u quyidagi nisbat asosida ifodalanadi:

$$\frac{G + S}{A + T}$$

Bu nisbat ko'rsatkichini ko'pincha molar prosent yoki prosent - GS – jufti sifatida ifodalanadi. Hayvonlar va ko'p o'simliklar uchun bu koeffitsiyent birligi birdan kam (0,54 dan 0,94 gacha) bo'lsa, mikroorganizmlar uchun bu birlik ancha keng chegaradagi (0,45 dan 2,57 gacha) kattaliklarda bo'ladi. Nukleotidlarning struktura birliklari mononukleotid deb nomlanadigan monomer molekular hisoblanadi, demak, nuklein kislotalar polinukleotidlardir. DNK va RNK zanjirida mononukleotidlarning ketma-ketligi matritsadagi ma'lum dasturga muvofiq joylashgan bo'ladi. Yuqorida qayd qilinganidek, azotli asoslarning karbonsuvlar bilan hosil qilgan birikmasini nukleozidlar deyiladi. Nukleozidlar purin yoki pirimidin asoslariga ega bo'lib, ular karbonsuv bilan N- glukozid bog' yordamida birikkan bo'ladi. Nuklein kislotalari tarkibida bu gyukozidlarning faqat  $\beta$ -nukleozid xili uchraydi.

**Nuklein kislotalarning birlamchi strukturasi.** Birlamchi struktura deganda, DNK va RNK zanjirida mononukleotidlarning ketma-ketligi tushuniladi. Uni hosil bo'lishida 3, 5-fosfodiefir bog'lanishlar ishtirok etadi.

Shunday qilib, nuklein kislotalarni birlamchi strukturasi sxematik jihatdan quyidagicha ifodalash mumkin:



Hozirgi kungacha barcha t-RNK larning va qator RNK molekularining birlamchi strukturalarini aniqlashga erishildi. Hamma hujayraviy RNKlar yakka ipsimon polinukleotid zanjirlardan tashkil topgan bo‘ladi:



RNK molekulasini zanjirining bir uchi deyarli hamma vaqt erkin monofosfor eferdan iborat, uni nukleotidning 5'-uchi deb belgilash qabul qilingan, zanjirning qarama-qarshi uchida bu xil fosfat bo‘lmasdan, nukleotid erkin 2' va 3'-gidroksil guruhlarga ega bo‘ladi.

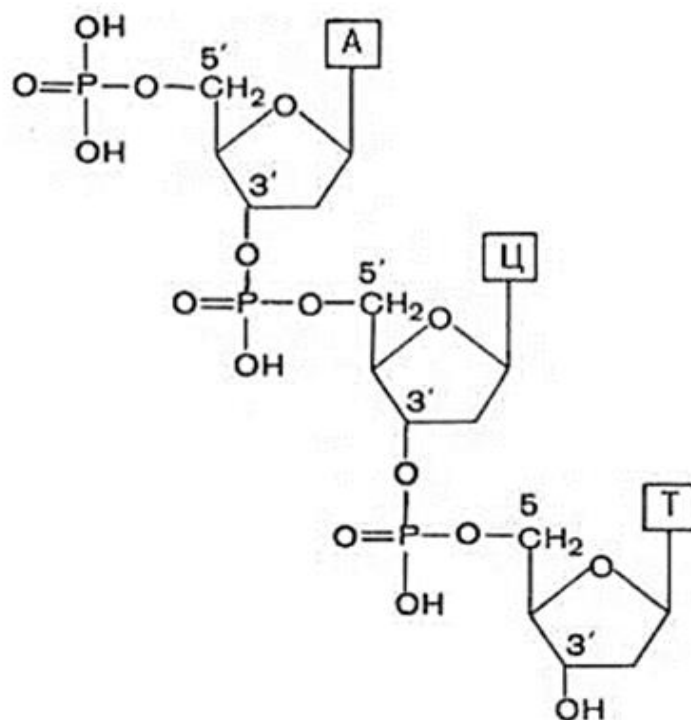
Barcha t-RNK lar:

a) 5'-uchi hamma vaqt guanil (kamdan kam sitidil) kislota bilan tugaydi, uni G-5' (S-5') o‘rnida erkin fosfat kislota uchraydi;

b) qarama-qarshi tomon hamma vaqt SSA bilan tugaydi, bunda tripletning oxiridagi adenil kislota qoldig‘i 3'-OH – guruhiga ega bo‘lishi bilan tavsiflanadi.

Bu strukturalar orasida ma’lum ketma-ketlikda barcha nukleotid qoldiqlar joylashadi, ularning ichida minor nukleotidlarning ulushi 10 % ni tashkil qiladi. DNK molekulasini tuzilishi juda murakkabligi tufayli uni birlamchi strukturasini aniqlash ishlari davom etmoqda, chunki hattoki, u yoki bu eng kichik fag va virus DNKlarining molekular og‘irliklari ham millionlab Daltonni tashkil qiladi.

Hozircha bir zanjirli DNK ning faqat alohida olingan fragmentlarinigina nukleotid ketma-ketliklari, xususan, virus yoki faglarning galaktoza, laktoza va triptofan operonlarini strukturasi, tirozin geni RNK si, f1, φX174 bakteriofaglarini DNK fragmentlari va boshqalar aniqlangan. Bunda, hamma vaqt nukleozidlar bir-biri bilan fosfat kislota qoldig‘ining murakkab efer bog‘i orqali dezoksiribozaning 3'-gidroksil guruhi bilan, ya’ni RNK ning birlamchi strukturasidagi kabi 3',5'-fosfoefir ko‘prikchasi yordamida birikadi. Quyida AST fragmenti misolida DNK ning nukleotid ketma-ketligini hosil bo‘lish tartibni sxematik tarzda ifodalangan (17-rasm):

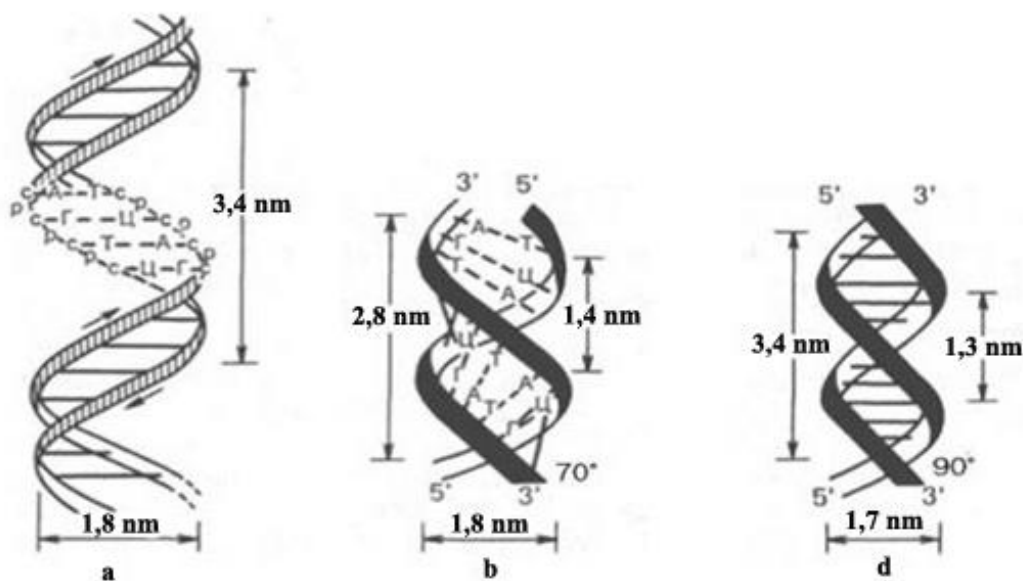


17-rasm. DNK fragmentining sxematik tasviri.

Yuqorida qayd etilganidak, DNK juda murakkab tuzilishga ega va jahon olimlarining bu makromolekulalarni o‘rganishga qiziqishlari yuqori. DNKni birlamchi strukturasi o‘rganishda ayniqsa, fizik, kimyoviy (genlarni sintezlash) va boshqa uslublarga, shuningdek, tabiiy manbalardan ba’zi genlarni yoki ularning fragmentlarini ajratib olish va teskari transkriptaza ishtirokida m-RNK dan foydalanib genlarni sintezlash kabilar bu ishlarning muvaffaqiyatli bo‘lishiga umid bag‘ishlaydi. So‘nggi yillarda yuqorida keltirilgan uslublarni EHM bilan birgalikda kompleks ravishda foydalanish asosida inson genomining birlamchi strukturasi aniqlashga erishildi.

**Nuklein kislotalarning ikkilamchi strukturasi.** Dj.Uotson va F.Kriklarning 1953 yilda taklif qilgan analitik, shuningdek, rentgen tuzilmaviy tahlil ma’lumotlariga muvofiq, DNK molekulasida qo‘sh zanjir bo‘lib, unda ikkala polinukleotid zanjir bir o‘q atrofida o‘ng tomonga buralgan spiraldan iboratligi ma’lum bo‘ldi. Polinukleotid zanjirlar azotli asoslar o‘rtasida hosil bo‘lgan vodород bog‘lari yordamida birikkan bo‘ladi (18-rasm).

DNK ning bispiral molekulasidagi ikkala polinukleotid zanjirning makonda joylashuvi qat’iy tartib asosida yuz berib, bunda azotli asoslar ichkari qismda, fosforil va karbonsuv komponentlar tashqari qismda joylashgan bo‘ladi. Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, DNK ning bispiral molekulasida azotli asoslar juft tarzda bo‘ladi, ya’ni Chargaff qoidasiga muvofiq bir zanjirda purin asoslari va boshqasida pirimidin asoslari joylashgan bo‘ladi. Polinukleotidlarda asoslar laktam shaklda bo‘lganligi sababli juftlarning hosil bo‘lish ehtimoli adenin-timin va guanin-sitozin tartibida bo‘lishi lozim. Juftliklarning shu yo‘sinda hosil bo‘lishi keyinchalik eksperimental yo‘l bilan tasdiqlandi.

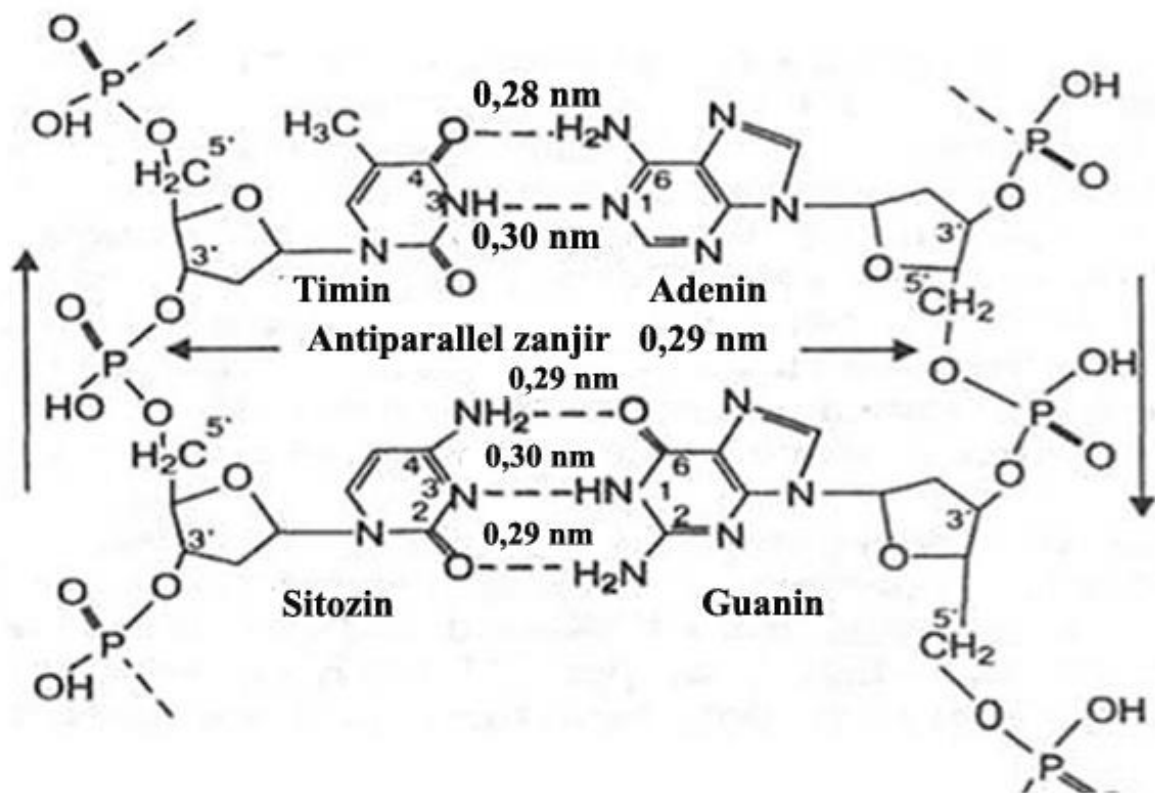


18-rasm. DNK spiraling sxematik tasviri.

*a* – Uotson va Krik bo‘yicha; *b* – A-shakldagi DNK; *d* – B- shakldagi DNK;  
 (*c* – dezoksiriboza qoldig‘i; *p* – fosfat kislota qoldig‘i)

DNK modelidan ko‘rinib turibdiki, bir aylanish (yoki spiralning bir qadami) masofasi 3,4 nm ni tashkil qiladi. Bu qismda 10 ta nukleotid qoldiqlar joylashgan bo‘lib, bir nukleotidning kattaligi 0,34 nm ga, bispiral molekulaning diametri 1,8 nm ga teng bo‘ladi. Chargaff qoidasiga muvofiq ravishda mulohaza yuritib, A-T va G-S juftlarni **komplementarlik**, o‘zaro mos keluvchi nukleotidlarni **komplementar nukleotidlar** deb nomlanadi. Bunda A-T asoslarni stabillashda ikkita, G- S larni stabillashuvida uchtdan vodorod bog‘lari ishtirok etadi, bu narsa o‘z navbatida azotli asoslarning funksional xususiyatlari bilan belgilanadi. DNKdagi ikki zanjir bir-biriga nisbatan qarama-qarshi qutblarga ega.

Bu esa birinchi zanjir nukleotidining oraliq yo‘nalishi 5’—3’ tartibda bo‘lsa, boshqasi - 3—5’ tartibda bo‘lishini ko‘rsatadi (19-rasm).



19-rasm. DNK ning ikkilamchi strukturasi

DNK molekulasini zanjirlarining shu ko‘rinishdagi yo‘nalishda bo‘lishi replikatsiyasi va transkripsiyasi jarayonlarida muhim biologik ahamiyatga ega. Rentgen tuzilmaviy tahlil uslublari asosida DNK ning eng kamida to‘rt xil, ya’ni A-, B-, C-, va T-shakllarda mavjud bo‘lishi isbotlangan. Ularning ikkitasi ancha oddiy shaklda ekanligi ma’lum. DNK ning A-shakli transkripsiya vaqtida (DNK molekulasini asosida RNK ning sintezlanishini), B-shakli esa matritsa (DNK molekulasini asosida DNK ning sintezlanishi) rolini bajarishi taxmin qilinadi.

**Nuklein kislotaning uchlamchi strukturasi.** Virus donachalari, bakteriya hujayralari va yuqori taraqqiy etgan organizmlarning hujayra yadrolarida DNK murakkab struktura hosil qilib, zich ravishda “o‘ralgan” holda bo‘ladi. Ko‘p tabiiy biologik manbalar, xususan, xromosomalardan DNK molekulasini native (tabiiy) holatda ajratib olish juda qiyin, shu sababli ba’zi viruslar, mitoxondriyalar va xloroplastlarning intakt DNKlariga ajratib olingan. Eng mayda DNK-molekulalaridan biri bu viruslarnikidir, lekin uni cho‘zilganda, uzunligi virusga nisbatan birnecha barobar uzun bo‘ladi. Bu molekulalarni tadqiq qilish shuni ko‘rsatdiki, qo‘sh zanjirli spiralning ba’zi qismlari qo‘shimcha spiralizatsiyaga duch kelib, superspirallar yoki ochiq halqali shakllarni hosil qilgan ekan.

Shuningdek, spirallanuvchi ipsimon molekula ham halqasimon molekulaga aylanishi mumkin. Ma’lumki, superspirallanish strukturasi DNKni ulkan molekulasini tejimli

ravishda joylashuvini ta'minlaydi. Masalan, odam xromosomasini uzunligi 8 sm ga teng bo'lgani holda, u shu darajada o'ralib taxlanadiki, uni uzunligi 5 nm bo'lib qoladi. Eukariot hujayralar DNKlarining uchlamchi strukturasi ham superspirallanish kuzatiladi, lekin prokariot hujayradagilardan farqli o'laroq, bu superspiral ularda DNKni oqsil bilan birgalikda hosil qilgan kompleksi shaklida bo'ladi.

Ekukariotlar DNKsini asosiy qismi yadroning xromosomalarida joylashadi, uning juda kam miqdori mitoxondriyalarda, o'simliklarda esa plastidalarda bo'ladi. Xromosomaning yig'indi materialini tarkibi-xromatin, DNK, giston, nogiston oqsillar va kam miqdorda RNK lardan tashkil topgan.

### **Materiallarni mustahkamlash uchun savollar:**

1. Nuklein kislotalarning kimyoviy tarkibi qanday?
2. Nuklein kislotalarni ajratish uslublari.
3. Nuklein kislotalar tarkibiga qanday purin asoslari kiradi?
4. DNK va RNK lar tarkibiga kiradigan pirimidin asoslari.
5. Nukleozidlar va nukleotidlar.
6. AMF, ADF, ATF, GMF, GDF, GTFlarning formulalarini yozing.
7. SMF, SDF, UMF, UDF, UTF, TMF, TDF, TTFlarning formulalarini yozing.
8. AMF va SMFlardan dinukleotid hosil bo'lish reaksiyasini yozing.
9. GMF, UMF va SMFlardan trinukleotid hosil bo'lish reaksiyasini yozing.
10. Nuklein kislotalarning birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi strukturalari haqida gapiring.
11. Chargaff qoidasini bayon qiling.
12. Komplementarlik nima?
13. ASA...SAS...GAG...TAT...tripletlarning ro'parasiga komplementar tripletlarni keltiring.
14. Qaysi azot asoslari bir-biriga komplementar hisoblanadi?
15. Qaysi azotli asoslarning nisbat ko'rsatkichi taksonomik tavsifga ega?
16. Hujayrada RNK ning qaysi turlari uchraydi?
17. DNK va RNK bir-biridan qanday farqlanadi?
18. Hujayrada t-RNK, m-RNK va r-RNK larning foiz ulushi qanday?
19. t-RNK haqida gapiring.
20. m-RNK qanday tuzilgan?
21. r-RNK ning tuzilishi va xossalari.

## 6. OQSILLARNING ALMASHINUVI

### 6.1. Oqsillar almashinuvi to'g'risida umumiy mulohazalar.

Tirik materiyaga xos ko'p xil almashinuv jarayonlarining eng muhimlaridan biri oqsillar avlmashinuvidir. Oqsillar tabiatda hayotiy hodisalarni ta'minlaydigan noyob birikmalar bo'lib, tarkibida azot tutadi. Olimlarning hisoblariga ko'ra, Yerdagi  $3,8 \times 10^{15}$  t (elementar tarkib hisobida) atrofida azot bor. Bu azotning asosiy massasi molekular azot, ya'ni atmosferada azot –  $N_2$  hisoblanadi. Ma'lumki, odamlar, hayvonlar va yuksak o'simliklar bu azotni mustaqil ravishda o'zlashtirish qobiliyatiga ega emas. Shu bilan birgalikda, barcha tirik organizmlar hayoti uchun azot ko'p miqdorda kerak bo'ladi; azot tutuvchi birikmalar-oqsillar va aminokislotalar odam va hayvonlarning ovqat ratsionini muhim komponenti hisoblanadi, o'simliklarning oziqlanishi uchun azotning mineral tuzlari ham xuddi shunday muhim va zarurdir. Amaliy jihatdan planetamizning tirik organizmlari (biosferasi) tarkibidagi barcha azotning manbayi atmosfera hisoblanib, u mikroorganizmlar tomonidan o'zlashtiriladi, chunki faqat ulargina molekular azotni o'zlashtirish qobiliyatiga ega. Ba'zi yuksak o'simliklar tomonidan atmosfera azoti ularning ildiz tuganaklari orqali bakteriyalar bilan simbiotik munosabatlarda bo'lish yo'li bilan o'zlashtiriladi va shu yo'l bilan molekular azotni o'zlashtirilishiga munosib ulush qo'shadi. Tabiatda hozirgacha ma'lum bo'lgan 13000 tur dukkakli o'simliklarning ko'pchiligi simbiotik yo'l bilan talay miqdorlarda azotni o'zlashtirish qobiliyatiga ega, ayniqsa, ular orasida madaniy dukkaklilar (no'xat, loviya, soya va boshqalar)ning ahamiyati katta. Tuganakli dukkaklilarning bakteriyalari, asosan, Rhizobium avlodiga tegishlidir. Erkin yashovchi bakteriyalar orasida molekular azotni fiksatsiyalashda tuproq bakteriyalari Azotobakter (aerob), Clostridium (anaerob) va ba'zi fakultativ bakteriyalar, shuningdek, fotosintezlovchi bakteriyalar ishtirok etadi. Ko'k yashil suv o'tlarini atmosferani molekular azotini o'zlashtirishdagi ulushi 10-15 % ni tashkil qiladi.

Ammiakni molekular azotdan sanoat miqyosida ishlab chiqarilishida, hattoki katalizator ishtirokida bo'lganda ham juda ko'p miqdorda energiya sarflashga, haroratni  $+500^{\circ}C$  gacha oshirib, bosimni 300-350 atm gacha ko'tarishga to'g'ri keladi. Shu sababli mikroorganizmlarning odatdagi bosimda, uncha yuqori bo'lmagan haroratda xuddi shu jarayonni amalga oshirishdagi qobiliyati kishini zavqlantiradi. Bu qobiliyatning asosiy "siri" mikroorganizmlarda azotni o'zlashtirish jarayonini katalizlaydigan ferment tizimini bo'lishidadir. Shuning uchun hozirgi kunda jaxonning ilg'or laboratoriyalarida shu azotning o'zlashtirilishini mikroorganizmlardagi kabi sintezlash mexanizmlarini o'rganish asosida, bu jarayonni sanoat miqyosida fermentativ yo'l bilan amalga oshirishni ishlab chiqish nihoyatda qiziq, dolzarb va istiqbolli deb tan olingan va bu ishlar jadal sur'atlarda amalga oshirilmoqda.

Shu bilan birgalikda ma'lumki, hayotiy jarayonlarning asosi bo'lgan, bu oqsil moddalari tashqi muhitdagi moddalar evaziga uzluksiz ravishda yangilanib turadi. Shu

sababga ko'ra tirik tabiatda barcha almashinuv jarayonlari, bir masalaga, u ham bo'lsa, oqsil moddalarini tiklanib, yangilanib turishi uchun xizmat qiladi. Almashinuvning boshqa barcha turlari, xususan, karbonsuv, lipid, nukleotid, mineral va h.k.larning almashinuvi oqsillar almashinuvi uchun va maxsus oqsillarning biosintezini uchun xizmat qiladi.

Bu yerda:

- karbonsuv almashinuvi, yangidan sintezlanadigan oqsillarning dastlabki birikmalari- aminokislotalarni biosintezlanishi uchun kerakli bo'lgan asosiy karbon tutuvchi zanjirning manbai sifatida xizmat qiladi;

- lipidlar almashinuvi, asosan, oksidlanganda ATF sifatidagi makroergik birikmalarga aylanib zaxiralanadi, ular esa peptid bog'larning shakllanishi uchun kerak bo'ladi;

- nuklein kislotalarining almashinuvi, yangidan sintezlanadigan oqsil molekulalarida aminokislotalarning joylashuv ketma-ketligiga oid axborotni saqlash va ko'chirilishini ta'minlab, oqsillarning noyob strukturalarini spesifik ravishda tiklanishi uchun xizmat qiladi;

- mineral almashinuv, ularning ishtirokida yuz beradigan oqsil sintezini ta'minlovchi subhujayraviy zarrachalar va tuzilmalarning shakllanishi yoki yemirilishini katalizlovchi ferment tizimlarining hosil bo'lishi yoki parchalanishi uchun xizmat qiladi.

Shunday qilib, tabiatda oqsil tanachalarining maxsus ravishda uzluksiz tiklanib turishi, u yoki bu o'simlik yoki hayvon turlari uchun tavsifli bo'lgan moddalar almashinuvini barcha jarayonlarini asosi hisoblanadi. Shuni alohida e'tirof etish lozimki, organizmdagi oqsillarning almashinuvi juda jadal va bir vaqtning o'zida o'ta tejimli ravishda yuz beradi. Nishonlangan atomlardan foydalanishga asoslangan uslublar yordamida isbotlanganki, turli to'qimalardagi oqsillarning yangilanish jadalligi har xil, lekin juda yuqori jadallikda yuz berar ekan. Masalan, odamlarning jigar hujayralari oqsillarining teng yarmi 10 kecha-kunduzda, kalamushlarniki 2,7 kunda; odamlarning qon plazmasi oqsillarini 20-40 kunda, itlarniki 6,25 kunda, kalamushlarniki 3,8 kunda va h.k. yangilanar ekan. Odamning jadal o'sish davrida har kun 100 g atrofida oqsil sintezlanadi, xususan, ular jumlasiga 8 g gemoglobin, 23 g jigar oqsillari, 32 g mushak oqsillari va h.k.lar kiradi.

## **6.2. Oqsillarning fermentlar ta'sirida parchalanishi.**

Ovqatlanish mahsulotini, jumladan, oqsillarning manbai hayvon va o'simlik tabiatiga ega bo'lgan oziq-ovqat mahsulotlaridir. Oqsillarga, asosan, hayvon (go'sht, baliq, pishloq) va ba'zi o'simlik (no'xat, loviya, soya) mahsulotlari boy bo'ladi, lekin ba'zi o'simlik tabiatli oziq-ovqat mahsulotlari tarkibida oqsil miqdori juda kam.

Quyida ba'zi oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi oqsilning foiz miqdori haqidagi ma'lumotlar keltirilgan (9-jadval).

9-jadval. Oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi oqsilning miqdori (% hisobida).

Oziq-ovqat mahsulotining nomi	Oqsilning miqdori %	Oziq-ovqat mahsulotining nomi	Oqsilning miqdori %
Go'sht	18 – 22	Marjumak uni	11
Baliq	17 – 22	So'k (psheno)	10
Pishloq	20 – 36	O'rmon yong'og'i	12
Tuxum	13	Kedr yong'og'i	4
Sut	3,5	Kartoshka	1,5 – 2
Qora non	7,8	Karam	1,1 – 1,6
Guruch	8	Sabzi	0,8 – 1,6
No'xat	26	Lavlagi	1,6
Soya	35	Olma	0,3 – 0,4
Makaron	9 – 13	Gilos	1 – 1,1

Oshqozon-ichak yo'lida ovqat tarkibidagi oqsillarni hazmlanishini o'z ichiga qamrab olgan murakkab jarayon aminokislotalarning hosil bo'lishi bilan nihoyasiga yetadi. Ovqat tarkibidagi oqsillarning 95-98 % ichak devori orqali qonga avminokislota tarzida so'rilishi isbotlangan. Oshqozon-ichak yo'lida fermentlar ta'sirida bosqichma-bosqich peptid bog'larning parchalanishi yuz beradi. Oshqozon-ichak yo'li fermentlari jumlasiga: pepsin, rennin, gastriksin (me'da shirasi), tripsin, ximotripsin, kollagenaza, karboksipeptidaza, elastaza (oshqozonosti bezi shirasi), aminopeptidaza, leysinpeptidaza, enteropeptidaza, tripeptidaza, dipeptidaza, prolindipeptidaza (ichak shirasi)lar kiradi. Peptidazalarning ikki xili ma'lum:

- endopeptidazalar-bu fermentlar, asosan, polipeptid zanjirning o'rtasida joylashgan peptid bog'larni uzilishini gidrolizlaydi;

- ekzopeptidazalar-bu fermentlar, asosan, polipeptid zanjirning (N-yoki C-) uchida joylashgan aminokislota uzib olinishi bilan boradigan reaksiyalarni katalizlaydi.

**Pepsin** me'daning shilliq pardasida pepsinogen (nafaol) tarzida ishlab chiqarilib, keyinchalik u faol shaklga o'tadi. Pepsinogenning pepsinga aylanishi ikki xil: xlorid kislota ta'sirida yoki avtofaollanish yo'llari bilan amalga oshadi. Ularning amalga oshish mexanizmi bir xil Xlorid kislota ham, me'da shirasida mavjud bo'lgan pepsin ham pepsinogendan molekular massasi 7700 Da ga teng bo'lgan polipeptidni uzib oladi. Shunday qilib, pepsinogenning pepsinga aylanishi nordon muhit (pH=1,0-2,0)da ma'lum bir bo'lak (fragment)ning uzilishi orqali yuz beradi. Bunda molekula ichida ma'lum darajadagi o'zgarishga duch keladi va natijada faol pepsin hosil bo'ladi. Pepsinogenning molekular massasi **40400 Da** bo'lib, pepsinniki **32700 Da** dir. Me'daning pH muhitida

pepsinning faolligi juda yuqori bo‘ladi. Bu ferment oqsil molekulasining peptid bog‘larini aminokislotalargacha va har xil kattalikdagi peptidlargacha parchalaydi.

Keyingi yillarda olingan ma’lumotlarga binoan, pepsin aromatik va dikarbon aminokislotalar o‘rtasidagi peptid bog‘larni uzilish reaksiyalarini katalizlar ekan. Pepsinogendan optimum pH=3 bo‘lgan gastriksin ham hosil bo‘lishi mumkin. Me’dada hayvon va o‘simlik tabiatiga ega bo‘lgan albumin va globulinlar yaxshi biriktiruvchi to‘qima oqsillari – kollagen va elastinlar yomon hazm bo‘ladi, keratin va protaminlar esa umuman parchalanmaydi.

**Rennin** – yosh bolalarning me‘da shirasi fermentidir. Uning molekular massasi 40000 Da, izoelektrik nuqtasi pH= 4,5 ga teng.

Ma’lumki, me‘dadagi hazm jarayonlarida hosil bo‘lgan polipeptidlar va parchalanmay qolgan oqsillar o‘n ikki barmoqli ichakka o‘tadi va ichak shirasi bilan aralashib ketadi. Bu yerda oshqozonosti bezi va ingichka ichakning shilliq pardasi tomonidan ajratilgan proteolitik fermentlar ta’siriga uchraydi va oqsil aminokislotalargacha parchalanadi.

Oqsillar parchalanishini keyingi bosqichlarida tripsin, ximotripsin va elastazalar ishtirok etib, ular oshqozonosti bezi tomonidan sintezlanadi. Bu fermentlar ham dastavval nofaol proferment holatda ishlab chiqariladi va uning faol shaklga o‘tishi ingichka ichakda yuz beradi. Ichak shirasi tarkibida shuningdek, karboksipeptidaza, leysinaminopeptidaza va tri- va dipeptidazalarning ko‘pchiligi ham uchraydi.

**Tripsin** – dastlab nofaol tripsinogen holatda ishlab chiqariladi. Tripsinogenning faol tripsinga aylanishi undan geksapeptid (-Val-Asp-Asp-Asp-Asp-Liz-)ning uzilishi tufayli sodir bo‘ladi. Bu fermentning dastlab nofaol shaklda ishlab chiqarilishi fiziologik ahamiyatga ega. Tripsinning molekular og‘irligi 25000 Da va bu ferment 246 ta aminokislota qoldig‘idan tashkil topgan.

**Ximotripsin** ham nofaol ximotripsinogen shaklida ishlab chiqariladi. Ximotripsinogen ichak muhitida tripsin ta’sirida ximotripsinga aylanadi. Bunda bitta peptid bog‘ning uzilishi yuz beradi. Ximotripsin ham tripsin kabi past molekularli polipeptidlarning hosil bo‘lishi bilan kechadigan parchalanish reaksiyalarida ishtirok etadi. U tripsin ta’sir eta olmaydigan bog‘larni uzishda qatnashadi.

Ximotripsin ta’sirida tirozin, triptofan va fenilalaninlarning karboksillari tomonidan hosil bo‘lgan bog‘larning parchalanishi katalizlanadi. Ximotripsin sutni ivitadi, lekin qonni ivita olmaydi, tripsin esa qonni ivitib, sutni ivita olmaydi. Ximotripsin ba’zi holatlarda oqsil molekulasini tripsinga qaraganda ancha chuqurroq gidrolizlaydi. Oqsillarning peptid bog‘larini taxminan yarmi ximotripsin tomonidan parchalanadi.

Elastaza bu ferment ham dastlab proelastaza tarzida sintezlanadi. Profermentning fermentga aylanishi tripsin ishtirokida yuz beradi. Bu fermentni elastaza deb nomlanishiga sabab, uning substrati tarkibida glitsin va seringa boy – elastin (biriktiruvchi to‘qima oqsili) bo‘lganligi tufaylidir. Bu ferment neytral aminokislotalar, xususan, glitsin, alanin

va serinlar o'rtasidagi peptid bog'larga ta'sir ko'rsatadi, ayniqsa, elastin oqsiliga nisbatan maksimal faollikni namoyon qiladi.

Shunisi qiziqarliki, tripsin ham, pepsin ham elastinning peptid bog'larini gidrolizlamaydi, holbuki elastaza bilan birgalikda bu uchala fermentlarning aminokislota ketma-ketliklari va disulfid ko'priklarining joylashuvi, shuningdek, faol markazda aynan serin qoldig'ining bo'lishi tamoman bir xildir. Bu xulosalar diizopropilftorfosfat bilan o'tkazilgan tajribalar asosida isbotlangan bo'lib, bu uchchala ferment ham detergentning faol markazda joylashgan serin aminokislotasini OH- guruhi bilan birikib ingibirlanishiga asoslangan.

Shu nuqtayi nazardan, oshqozonosti bezi endopeptidazalari – tripsin, ximotripsin va elastazalar dastlab uchalasining umumiy ko'rinishi bir xil bo'ladi va faol fermentning maxsuslik jihatlari keyinchalik, asosan, ekzopeptidazalarning faollanishi jarayonida profermentning konformatsion o'zgarishlari bilan belgolanadi degan fikr mavjud. Oqsillarni ingichka ichakda hazm bo'lishida **ekzopeptidazalar** oilasi vakillari faol ishtirok etadi.

Ulardan ba'zilar (karboksipeptidazalar) oshqozonosti bezida sintezlanadi, faollanishi esa ichakda tripsin ishtirokida bo'ladi, boshqalari (aminopeptidazalar) ichakning shilliq pardasi hujayralari tomonidan ishlab chiqariladi va ular ham tripsin ishtirokida faollanadi.

**Karboksipeptidaza** -bu metalloprotein bo'lib, polipeptidni karboksil uchi tomonidan gidrolizlaydi. Ikki xil karboksipeptidaza: A va B ma'lum bo'lib, ularning ikkalasi ham metalloprotein hisoblanadi. Karboksipeptidaza A, asosan, polipeptidning C-uchi joylashgan aromatik aminokislotalar hosil qilgan peptid bog'larni uzsa, karboksipeptidaza B polipeptidning lizin yoki arganin joylashgan peptid bog'larni uzishi isbotlangan. Bu fermentning tarkibida rux bo'lib, uni kalsiy bilan almashtirish peptidaza faolligini tamoman yo'qolishiga olib keladi.

**Aminopeptidaza** polipeptid zanjirni aminoguruh joylashgan chekkasidan uzib olib parchalanishini katalizlaydi. Ichak shirasi tarkibida alaninaminopeptidaza va leysinaminopeptidazalar borligi aniqlangan bo'lib, ulardan birinchisi polipeptidning N-uchi alanin bo'lgan oqsilni gidrolizlasa, ikkinchisi aniq maxsuslikka ega bo'lmasdan har qanday N-uchi peptid bog' gidrolizini katalizlaydi.

**Dipeptidazalar.** Peptidlarning hazmlanish jarayoni ingichka ichakda dipeptidlarni alohida aminokislotalargacha parchalanishini amalga oshiruvchi dipeptidazalar nihoyasiga yetkazadi. Oqsillarning har xil fermentlar ishtirokida to'liq gidrolizlanishi natijasida erkin aminokislotalar hosil bo'ladi.

Aminokislotalarning so'rilishi ham o'ziga xos maxsuslikka ega va buning uchun energiya manbai sifatida ATF xizmat qiladi. Aminokislotalar o'xshash tarzda natriy ionlari ishtirokida so'riladi. Lizin, sistin, glitsin, prolinlar uchun bittadan ziyod transport tizimi mavjud. Ba'zi aminokislotalar boshqa aminokislotalarning so'rilishiga raqobatli ta'sir ko'rsatadi, bu narsa esa aminokislotalar uchun umumiy ko'chirish

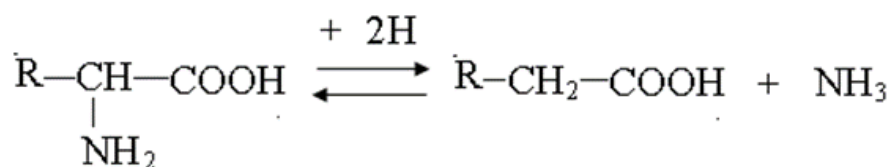
tizimining yoki umumiy mexanizmining mavjudligi ehtimolini bildiradi. Masalan, lizin mavjudligida arginning so‘rilishi tormozlanadi, lekin alanin, leysin va glutamatlarning so‘rilishida o‘zgarish yuz bermaydi.

### 6.3. Aminokislotalarning umumiy almashinuv yo‘llari.

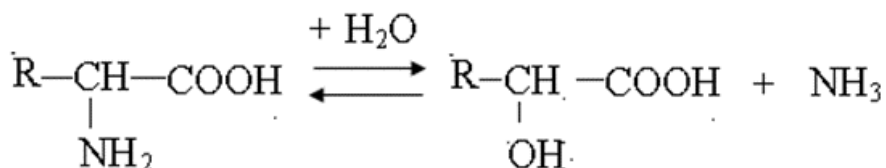
Aminokislotalarning umumiy almashinuv yo‘llari: dezaminlanish, transaminlanish, dekarboksillanish, biosintez va ratsimizatsii reaksiyalarini o‘z ichiga oladi.

**Aminokislotalarning dezaminoanishi.** Bu jarayon aminokislotalarning dezaminaza yoki oksidaza fermentlari ishtirokida azotsiz qoldiq va ammiakgacha parchalanishidan iborat. Dezaminlanishning to‘rt xili bo‘lib, hamma holatlarda aminoguruh ammiak tarzida ajralib chiqadi:

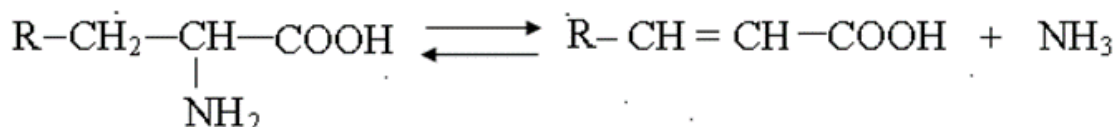
1. Qaytariluvchi dezaminlanish:



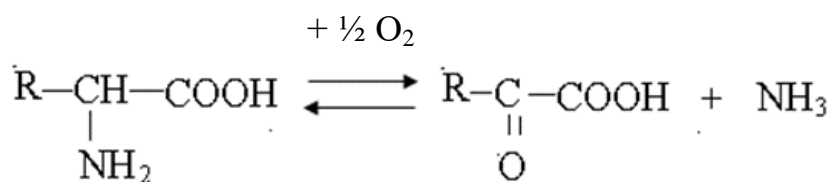
2. Hidrolitik dezaminlanish:



3. Molekula ichidagi dezaminlanish:

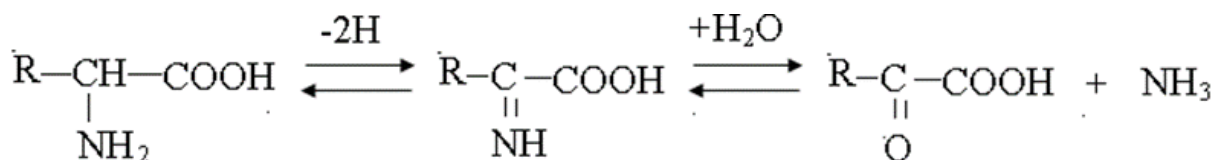


4. Oksidlanuvchi dezaminlanish:



Dezaminlanish mahsuloti sifatida ammiakdan tashqari yog‘ kislotalari, oksikislotalar va ketokislotalar hosil bo‘ladi. Hayvon, o‘simlik to‘qimalari va ko‘p aerob mikroorganizmlar uchun asosiy reaksiyalar jumlasiga aminokislotalarning oksidlanuvchi dezaminlanishi kiradi, lekin bundan gistidin mustasno bo‘lib, u molekula ichidagi dezaminlanishga duch keladi.

Oksidlanuvchi dezaminlanish ikki bosqichda sodir bo‘ladi:

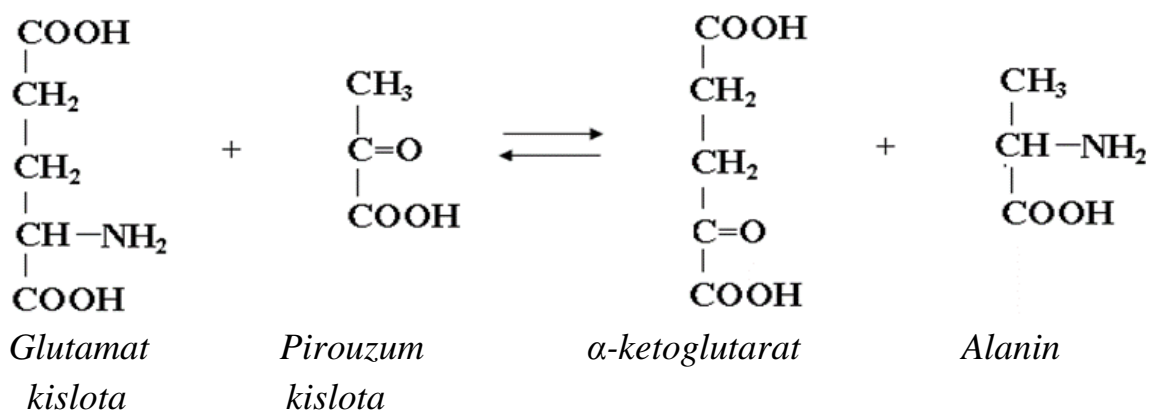


Birinchi bosqich fermentativ jarayon bo'lib, unda barqaror bo'lmagan oraliq mahsulot – iminokislota hosil bo'ladi, u ikkinchi bosqichda ferment ishtirokisiz, lekin suv ishtirokida ammiaka va  $\alpha$ -ketokislotalagacha parchalanadi.

Aminokislotalarning oksidazalari tarkibida FMN yoki FAD kofermenti bo'lib, ular bu reaksiyada aminokislotalardan ajraladigan ikkita elektron va protonlarning akseptori vazifasini bajaradi.

**Aminokislotalarning transaminlanishi.** Transaminlanish deganda, aminokislotalardan aminoguruhni oraliq mahsulot sifatida ammiak hosil qilmasdan  $\alpha$ -keto-kislotalarga molekulalararo ko'chirilish reaksiyasi tushiniladi. Dastlab transaminlanish (ilgari pereaminlanish deb nomlanar edi) mushak to'qimasida glutamin kislotani dezaminlanishini o'rganish jarayonida 1937-yilda A.E.Braunshteyn va M.G.Krismanlar tomonidan fanga ma'lum qilingan edi.

Transaminlanish reaksiyasi qaytar reaksiya bo'lib, keyinchalik aniqlanishicha, bu barcha tirik organizmlar uchun xos universal reaksiya ekan. Bu reaksiyalar maxsus fermentlar-tranferazalar ishtirokida sodir bo'ladi. Hayvon to'qimalari va mikroorganizmlarda monokarbon amino- va ketokislotalar o'rtasida transaminlanish reaksiyalari bo'lib o'tishi isbotlandi. Mushak gomogenatiga glutamin va pirouzum kislotalarni qo'shganda  $\alpha$ -ketoglutar kislota va alanin hosil bo'ladi va xuddi shu reaksiyani teskari yo'nalishda ham amalga oshirish mumkin:



**Aminokislotalarning dekarboksillanishi.** Aminokislotalardan karboksil guruhning  $\text{CO}_2$  tarzida ajralishini dekarboksillanish deyiladi. Hayvon to'qimalarida dekarboksillanish natijasida biogen aminlar hosil bo'ladi. Ular odam va hayvonlarning ko'p fiziologik funksiyalariga kuchli farmakologik ta'sir ko'rsatadi. Hayvon to'qimalarida tirozin, triptofan, 5-okstriptofan, valin, serin, gistidin, glutamin va oksiglutamin kislotalar, 3,4-

dioksifenilalanin, sistein, arginin, ornitin va boshqalarning dekarboksillanishi o'rganilgan. Tirik organizmlarda dekarboksillanishning to'rt xili mavjudligi aniqlangan:

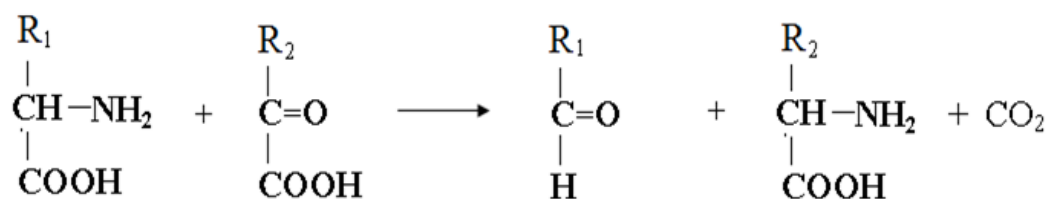
1. Dekarboksillanish, hayvon to'qimalari uchun tavsifli bo'lib, bunda  $\alpha$ -karbon atomiga yaqin joylashgan karboksil guruh ajralib chiqadi. Reaksiya mahsuloti  $\text{CO}_2$  va bioaminlar hisoblanadi:



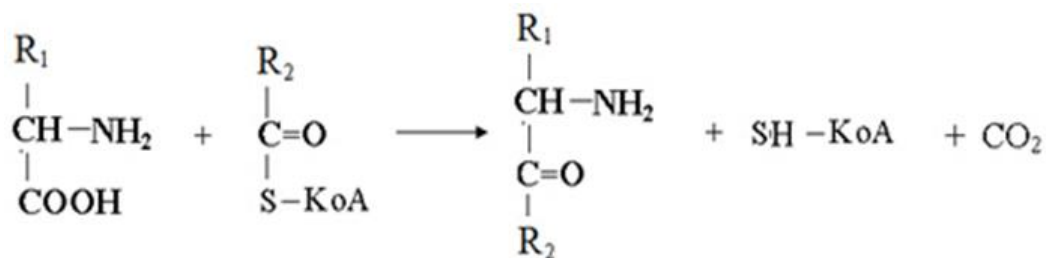
2.  $\omega$ -dekarboksillanish mikroorganizmlarga xos. Masalan, asparagin kislota dekarboksillanganda  $\alpha$ -alanin hosil bo'ladi:



3. Transaminlanish bilan bog'liq bo'lgan dekarboksillanish:



4. Ikkita molekulaning kondensatsiyasi bilan bog'liq bo'lgan dekarboksillanish:



#### 6.4. Aminokislotalar almashinuvida hosil bo'ladigan faol moddalar va ularning ahamiyati

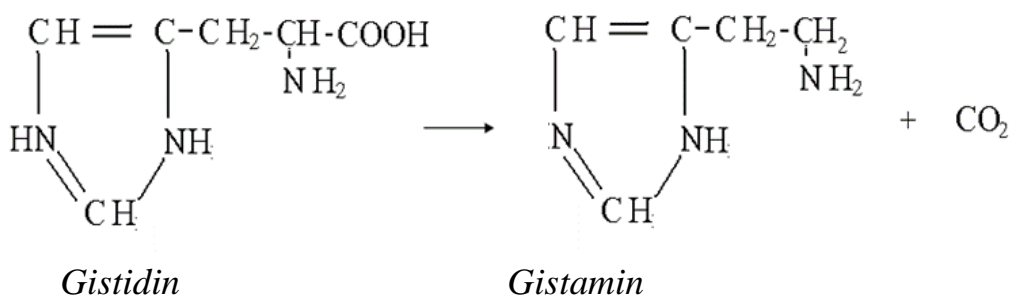
Dekarboksillanish reaksiyalari aminokislotalarning oraliq almashinuvidagi boshqa reaksiyalardan farqli o'laroq, qaytmas reaksiya hisoblanadi.

Aromatik aminokislotalarning dekarboksillanishi dekarboksilaza tomonidan katalizlanib, bu fermentniq substrat maxsusligiga ega emas va triptofan, 5-oksitriptofan hamda 3,4-dioksifenilalanin (DOFA)larni dekarboksillanish reaksiyalarini katalizlaydi; reaksiya mahsuloti  $\text{CO}_2$ dan tashqari o'zaro mos holda triptamin, serotonin va dioksifeniletilamin (dofamin) lardan tashkil topadi.

Aromatik aminokislotalarning dekarboksilazasi toza holda ajratib olingan, uning molekular massasi 112000 Da ga teng. Dekarboksilaza ko'p miqdorda buyrakusti bezi va markaziy asab tizimi (MAT)da uchraydi; u biogen aminlarning miqdoriy ko'rsatkichini boshqarilishida ishtirok etadi

**Serotonin** qon tomirlarini kengaytiruvchi ta'sirga ega. Shuningdek, u arterial bosim, tana harorati, nafas olish, buyrak filtratsiyalarini boshqarilishida ishtirok etadi, MATdagi

jarayonlarda mediator vazifasini bajaradi. Hayvon to'qimalarida maxsus dekarboksilaza-gistidinkarboksilaza ta'sirida yuqori tezlikda dekarboksillanish yuz beradi:



**Gistamin** juda keng ko'lamdagi biologik ta'sir spektriga ega. U qon tomirlarini kengaytirib, unga mos holda ularni o'tkazuvchanligini oshiradi. Shuningdek, gistamin xlorid kislotani sekretlanishida, yirik tomirlarni torayishida, siqilishida va har xil organ va to'qimalarning silliq mushaklarini qisqarishida ishtirok etadi.

Hayvon to'qimalarida sisteinning hosilalari yuqori darajadagi tezlikda dekarboksillanadi, bunda taurin va gipotaurin hosil bo'lib, ular organizm tomonidan juft o't kislotalarini sintezida foydalaniladi. Ornitinni dekarboksillanishi putressinni hosil bo'lishiga olib keladi, u organizm tomonidan poliamidlar-sperminning sintezi uchun foydalaniladi.

## 6.5. Siydikchil sintezi. Oqsillar almashinuvining izdan chiqishi.

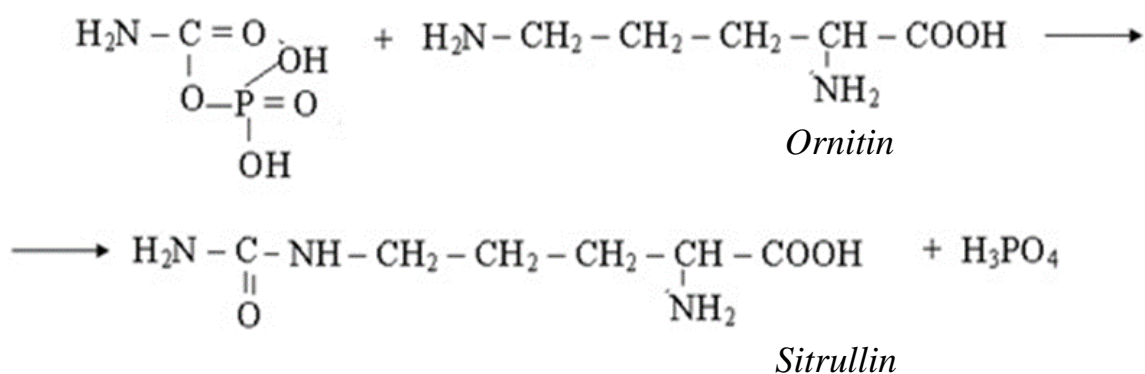
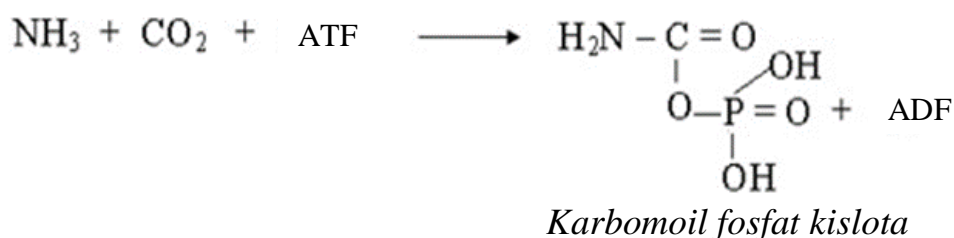
### Genetik kasalliklar.

Barcha tirik organizmlarda aminokislotalarning dissimilyatsiyasi natijasida ammiak hosil bo'ladi. Bu modda, juda kam miqdorda ham toksik tavsifga ega, hujayralarda yig'ilmaydi. Ammiak yo organizmdan darhol chiqarib yuboriladi yoki notoksik birikmaga aylantiriladi, ko'p organizmlarda u glutaminga yoki asparaginga aylanadi.

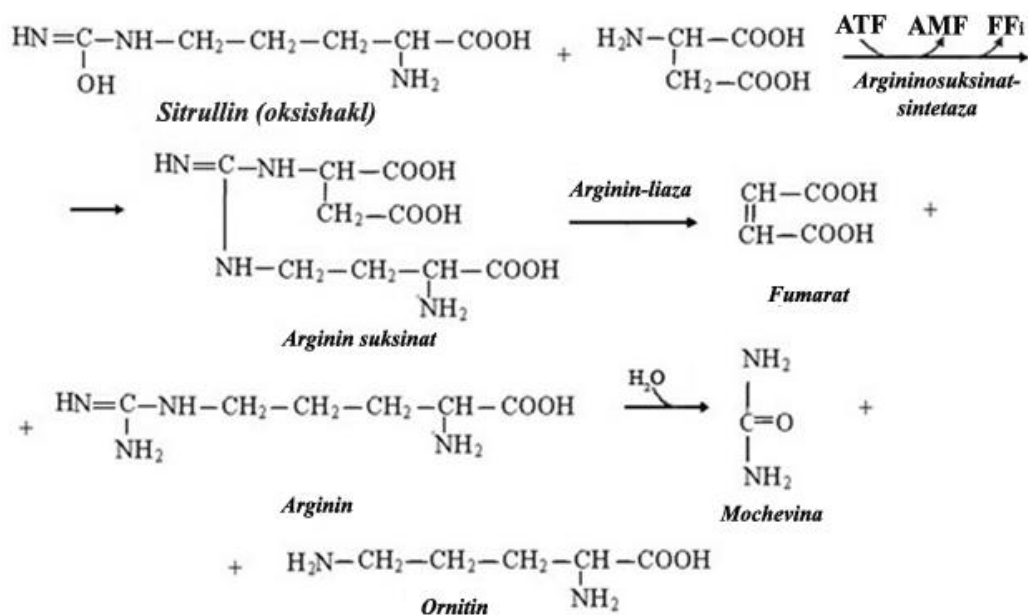
O'simliklarda shu yo'sinda **azot** zaxiralanadi. Lekin hayvonlarda ham glutamin (ba'zan asparagin) yig'ilishi mumkin, xususan bu jarayon sutemizuvchilarning **mushagi, jigari, buyragida**, hasharotlarning **yog' tanachalari** va **gemolimfalarida** sodir bo'ladi. Bundan tashqari oqsillar bu amidlar ishtirokida amidlanadi.

**Siydikchilni sintezlanishi.** Odamlar, sutemizuvchilar, amfibiyalar va ba'zi boshqa hayvonlarda azot almashinuvining so'nggi mahsuloti siydikchil hisoblanadi. Siydik tarkibidagi umumiy azotning 80-85 % siydikchildan iborat bo'ladi. Siydikchilning asosi va mumkin yagona sintelanadigan joyi jigar hisoblanadi. G.Krebs va K.Genzelayt 1932-yilda siydikchilni hosil bo'lish jarayonini tadqiq qilib, unda ornitinning rolini ko'rsatib berdilar. Bu o'rinda shu narsani ham qayd etib o'tish joizki, bundan 5 yil keyin G.Krebs biokimyoda birinchi metabolitik siklik tizim bo'lgan boshqa metabolitik jarayon – uch karbon kislotalar – siklini fanga ma'lum qilgan edi. Shu sababli siydikchilni sintezlanish siklini ornitin (yoki Krebs) sikli deb yuritiladi. Keyingi tadqiqotlar jigarda siydikchil

sintezini siklik tavsifga ega ekanligini asosan tasdiqladi; keyinchalik, G.Koen, S.Ratnerlarning izlanishlari esa siydikchil sintezi jarayonida hosil bo‘ladigan oraliq mahsulotlar va katalizda ishtirok etadigan ferment tizimlariga oid aniqliklar kiritildi. Shunday qilib, umumlashtirgan holda siydikchil hosil bo‘lish jarayonini quyidagicha tasavvur qilish mumkin bo‘ladi. Birinchi bosqichda makroergik birikma karbomoilfosfat hosil bo‘ladi, uning sintezi katta qiziqish uyg‘otadi. Karbomoilfosfat – bu ammiakning metabolitik faol shakli bo‘lib, u azot tutuvchi boshqa qator birikmalarni sintezi uchun dastlabki xomashyo mahsuloti sifatida ishlatiladi. Karbomoilfosfatning sintezini hayvonlar hujayrasining sitoplazmasidagi glutamat ishtirokida karbomoilfosfat – sintetaza katalizlaydi. Mazkur reaksiya ham qaytmas reaksiyadir, chunki u gidrolitik jarayonga qo‘shilib ketadi va undan pirimidin nukleotidlarini sintezlanishi uchun foydalaniladi. Bu ferment hayvon hujayralarida uchraydi, bir molekula ATF sarflanishini talab qiladi.



Siydikchil tarkibidagi ikkinchi aminoguruh sikliga asparagin kislota yordamida kiritiladi:



Arginaza azot almashinuvining asosiy va so‘nggi mahsulotini siydik orqali siydikchil sifatida ekskresiyadaydigan hayvonlarning jigarida uchraydi. Qushlarning jigarida bu ferment bo‘lmaydi, chunki ularda azot almashinuvining so‘nggi mahsuloti sifatida siydikchil emas, balki siydik kislotasi ajratiladi. Ornitin siklining yig‘indi reaksiya tenglamasi quyidagicha bo‘ladi:



**Oqsillar almashinuvining buzilishi, genetik kasalliklar.** Organizmdagi azot almashinuvi, asosan, struktura komponentlari aminokislotalardan iborat bo‘lgan oqsillarning almashinuviga bog‘liqdir, shu bois quyida shu davrgacha aniqlangan ayrim aminokislotalarning almashinuvini izdan chiqishi bilan bog‘liq bo‘lgan patologik holatlarga oid ma’lumotlar keltiriladi. Organizmda azot almashinuvini o‘rganish muhim ahamiyatga ega:

- birinchidan, organizmda alohida aminokislotalarning me’yoriy chegarada almashinuvini izdan chiqishi tufayli kelib chiqadigan kasalliklarning mavjudligini eksperimental jihatdan isbotlanganligi;

- ikkinchidan, keyingi yillarda aminokislotalar va ularning hosilalari klinik amaliyotda keng qo‘llanila boshlandi, masalan: metionin – jigar kasalliklarini davolashda, glutamin kislota – ba’zi miya xastaliklarida, glutamin - ketonuriyani davolashda va h.k..

Nihoyat, qator aminkislotalar va ularning dekarboksillanish mahsulotlari (biogen aminlar) organizmning ko‘p fiziologik funksiyalarini boshqarilishida ishtirok etadi.

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, alohida olingan aminokislotalarning me'yor chegaradagi va, ayniqsa, patologik holatlardagi almashinuv qonuniyatlarini bilish ilmiy-nazariy va amaliy ahamiyatga ega.

Organizmdagi aminokislota almashinuvini buzilishi haqida xulosa chiqarishda faqat qon va siydikdagi ularning almashinuv mahsulotlarini miqdoriy va sifatiy ko'rsatkichlarinigina emas, balki organizmning biologik suyuqliklaridagi erkin holdagi miqdorlarini ham e'tiborga olinadi. Ko'p to'qimalar o'ziga xos aminokislota "spektri"ga ega. Qon plazmasining erkin aminokislota tarkibi taxminan organ va to'qimalardagiga mos keladi, lekin glutamat va aspartatlar miqdorining kamligi, hamda glutamining ancha ko'pligi (umumiy aminokislotalarning 25 % gacha qismi) bundan mustasnodir. Orqa miya suyuqligi glutamindan tashqari, deyarli hamma aminokislotalarning miqdorini kamligi bilan ajralib turadi. Siydikning aminokislota tarkibi qon plazmasining aminokislota tarkibidan keskin farq qiladi. To'la qimmatli ovqat ist'emol qilgan odam siydigini aminokislota tarkibi u kundan bu kungacha deyarli doimiy miqdorda bo'ladi, lekin qon plazmasi aminokislota tarkibi bir xil bo'lgan har xil odamlarning siydigidagi miqdori har xil bo'lishi mumkin. Patologik holatlarda odamlardagi o'ziga xos aminokislotalarning tanqisligi ularning almashinuvini izdan chiqishi bilan bog'liq ekanligi isbotlangan.

Masalan, odamlardagi triptofan tanqisligi tana massasini kamayishiga, yangi tug'ilgan chaqaloqlarda, hatto 10-kunliklarda triptofan defisitti anoreksiya va gipoproteinemiya keltirib chiqaradi.

Triptofan tanqisligi kalamushlarda, tishlarning tushishi, jun to'kilishi, ko'zning muguz qismini oqarishi va katarakti rivojlanishiga, jo'jalarda esa PP vitaminiga talabning oshishiga olib keladi. Odamlarda lizin tanqisligi bosh aylanish, ko'ngil aynish, shovqinga nisbatan sezgirlikning oshishiga sababchi bo'lsa, gistidin etishmasligi gemoglobin konsentratsiyasini pasayishini keltirib chiqaradi. Kalamushlarda argininning tanqisligi urug'donlarning atrofiyasini, odamlarda esa gipospermiyani keltirib chiqaradi. Ulardan biri **sistinoz** va **Abdergalden-Fankoni sindromi** hisoblanadi. Har ikkala holatda ham aminokislotalarning (sikliklardan tashqari) absorbsiyasi izdan chiqadi. Bunda aminokislotalarning ekskresiyalanishi 5-10 marta, sistin va sisteinniki esa 20-30 marta oshib ketadi. Ko'pincha aminokislotalarning buyrakdagi so'rilishi bilan bog'liq bo'lgan irsiy kasalliklar uchraydi. Sistin ilik, taloq, jigar, ko'zning shoh pardasini retikular hujayralarida to'planadi.

**Sistinuriya** ham irsiy kasalliklar jumlasiga kiradi, bunda siydik bilan birga sistin, lizin, arginin va ornitin aminokislotalari 50 marta ko'p miqdorda ajratilib chiqadi. Bu kasallikka chalingan odamlar tashqi ko'rinishdan deyarli sog'lom bo'lsalarda, ularning organizmida tosh hosil bo'lishi kuzatiladi.

**Gepatoserebral distrofiya (Wilson kasalligi).** Bu kasallikda qon zardobi tarkibidagi seruloplazminning miqdori kamayib ketadi, miya, jigar va buyraklarda misning konsentratsiyasini oshib ketishi kuzatiladi. Kasallik genetik defekt va seruloplazminning

sintezini izdan chiqishi bilan bog‘liq. Ba’zi genetik kasalliklar aminokislotalarning almashinuvini buzilishi tufayli sodir bo‘ladi. Bu anomaliyalar aminokislotalarning almashinuvida ishtirok etuvchi u yoki bu fermentlarning faolsizligiga bog‘liq.

**Fenilketonuriya** – bu kasallik organizmda fenilalaninning tirozinga aylanish jarayonini katalizlovchi fermentning sintezlanishini izdan chiqishi natijasida kelib chiqadi. Kasallikka xos xususiyat bolaning aqliy rivojlanishini susayishi va siydik bilan fenilpirouzum kislotaning ekskretsiyalanishi hisoblanadi.

**Albinizm** kasalligi teri, soch, ko‘zning to‘r pardasida pigmentatsiyaning bo‘lmasligi bilan tavsiflanadi. Bu kasallik organizmning tirozinaza fermentini sintezlash qobiliyatining yo‘qolishi (melanogenez) bilan bog‘liq.

**Xartnup kasalligi** triptofan aminokislotalari almashinuvining buzilishi bilan bog‘liq. Kasallikning namoyon bo‘lishi pellagrasimon teri jarohatlanishlaridan tashqari, ruhiy xastalik, ataksiya va giperaminoatsiduriya hisoblanadi.

Shunday qilib, aytish mumkinki, alohida aminokislotalarning almashinuvini birlamchi izdan chiqishi u yoki bu ferment ta’sirini susayishi yoki umuman to‘xtashi tufayli kelib chiqadi.

Bunda ko‘pincha aqliy rivojlanishning keskin ravishda orqada qolishi kuzatiladi. Lekin hanuzgacha aqliy faoliyatning susayishi nimaga bog‘liq ekanligi, ya’ni aminokislotalarning yoki ularning metabolitlarini o‘zaro me’yoriy nisbat ko‘rsatkichlarining izdan chiqishi oqibatida oqsil biosintezining izdan chiqishi uni miyaga ko‘rsatadigan toksik ta’siridanmi yoki ikkilamchi tartibda umumiy almashinuvning energetik va boshqa turdagi xillarini buzilishidanmi? – degan masala o‘z yechimini kutmoqda.

### **Materiallarni mustahkamlash uchun savollar:**

1. Oqsillar almashinuvi to‘g‘risida umumiy mulohazalar.
2. Ovqat mahsulotlari tarkibidagi oqsilning foiz ulushi qanday?
3. Oqsillar gidrolizida qanday proteolitik fermentlar qatnashadi?
4. Me’dada oqsillarni hazmlanishida qaysi fermentlar ishtirok etadi?
5. Endopeptidazalarga qaysi fermentlar kiradi?
6. Pepsinning lokalizatsiyasi va faol holatga aylanishini gapirib bering.
7. Tripsinning lokalizatsiyasi va faol holatga aylanishini gapirib bering
8. Ximotripsin va elastazalarning lokalizatsiyasi va funksiyasi.
9. Ekzopeptidazalarga qaysi fermentlar kiradi?
10. Karboksipeptidazalarga qaysi fermentlar kiradi?
11. Aminopeptidazalarga qaysi fermentlar kiradi?
12. Aminokislotalarning dezaminlanishi.
13. Di- va tripeptidazalarning lokalizatsiyasi va funksiyasi.
14. Aminokislotalarning dekarboksillanishi.

15. Aminokislotalarning transaminlanishi.
16. Ornitin sikli to'g'risida gapirib bering.
17. Profermentlarning fiziologik ahamiyati.
18. Biogen aminlar va ularning fiziologik ahamiyati.
19. Oqsillar almashinuvini izdan chiqishi tufayli kelib chiqadigan irsiy kasalliklar.
20. Aminokislotalarning almashinuvini izdan chiqishi bilan bog'liq bo'lgan irsiy kasalliklar.

## **7. KARBONSUVLAR. ULARNING AHAMIYATI, FUNKSIYALARI, TUZILISHI, XOSSALARI, TASNIFLANISHI, VAKILLARI. KARBONSUVLARNING ALMASHINUVI**

### **7.1. Karbonsuvlar. Ularning ahamiyati va funksiyalari**

G.K.Smidt tomonidan 1844-yilda bu sinf vakillarini “karbonsuv” (“uglevod”) deb nomlash taklif qilingan edi, chunki: triozalarni –  $C_3H_6O_3 - C_3(H_2O)_3$ , tetrozalarni –  $C_4H_8O_4 - C_4(H_2O)_4$ , pentozalarni –  $C_5H_{10}O_5 - C_5(H_2O)_5$ , geksozalarni –  $C_6H_{12}O_6 - C_6(H_2O)_6$ , disaxaridlarni –  $C_{12}H_{22}O_{11} - C_{12}(H_2O)_{11}$ , polisaxaridlarni-  $(C_6H_{10}O_5)_n - 6nC \cdot (H_2O)_n$  tarzida ifodalash mumkin bo'ladi. Lekin keyingi paytda karbonsuvlarga shu yo'sindagi nisbatda ega bo'lmagan birikmalar, xususan, dezoksiriboza -  $C_5H_{10}O_4$  ya'ni  $5C \cdot 4H_2O \cdot 2H$  bo'lganligi va shu bilan birga karbonsuv sinfiga mansub bo'lmagan birikmalar, masalan, sirka kislota –  $CH_3COOH$  keltirilgan nisbat ko'rsatikichi bo'yicha karbonsuvlarga daxldorligi bo'lmagani holda  $2C \cdot 2H_2O$  ga javob berishi ma'lum bo'ldi. Kimyoviy nomenklatura bo'yicha tuzilgan komissiya 1927-yil bu sinf vakillarini “glitsidlar” deb nomlashni taklif qildi, lekin bu atama ham uncha keng tarqalib ketmadi. Hozirgi kunda o'zbekcha adabiyotlarda bu sinf vakillarini “karbonsuvlar”, “uglevodlar” va “glitsidlar” deb nomlangan variantlarni uchratish mumkin. Karbonsuvlar vakillarini nomlashda har xil tadqiqotchilar tomonidan taklif qilingan trivial (tarixiy) va ilmiy nomlashlardan foydalaniladi, bu to'g'rida quyida ularning kimyoviy tuzilishlari va xossalarini ko'rib chiqishda tegishli ma'lumotlar keltiriladi. Monosaxaridlarni nomlashda ko'pincha shakarlarning trivial nomlari asos sifatida qabul qilingan (ksiloza, riboza, glyukoza, fruktoza) nomlardan foydalaniladi va ulardan aminoshakarlarning nomi (glyukozamin, galaktozamin) va karboksilli shakarlarni nomi (glukon kislota, mannon kislota, galakton kislota) keltirib chiqariladi. Monosaxaridning trivial nomi, odatda, ikki qismdan tashkil topadi: uning o'zagi shakarining u yoki bu xossasi yoki kelib chiqishi, nomlanish “-oza” suffiksi bilan tugab – u moddani karbonsuvlarga mansubligini bildiradi. Masalan, “fruktoza” deb nomlash bu monosaxaridning mevalar tarkibida bo'lishini bildiradi. Shu yo'sinda ketozalarni nomlashida “-uloza” suffiksi yordamida, masalan,  $C_4$  bo'lgan ketoza. tetruloza,  $C_5$  bo'lgan ketoza pentuloza deb nomlanadi. Oqsillar va lipidlar qatori tirik organizmlarning muhim kimyoviy birikmalari hisoblanadi. Odam va hayvonlar

organizmda karbonsuvlar tuzilmaviy (strukturaviy), energetik va himoya funksiyalarini bajaradi. Ular nuklein kislotalarini sintezida foydalaniladi va tirik mavjudotlardagi modda va energiya almashinuvida muhim ahamiyatga ega bo'lgan nukleotid tabiatli kofermentlarning komponentlari hisoblanadi. Karbonsuvlarning boshqa xildagi organik moddalar bilan birikib hosil qilgan murakkab polimer birikmalari katta ahamiyatga ega. Ular jumlasiga nuklein kislotalaridan tashqari, glikopeptidlar va glikoproteinlar, lipopolisaxaridlar, glikolipoproteinlar va h.k.lar kiradi. Bu moddalar organizmda juda murakkab va muhim funksiyalarni bajaradi.

Odam va hayvonlarning tana hujayralari tarkibida oqsil va lipidlarga nisbatan karbonsuvlar kam (tananing quruq massa ulushini 2 % hisobida) miqdorini tashkil qiladi. O'simliklar organizmda selluloza hisobiga karbonsuvlarning ulushi umumiy quruq massaning 40 % gacha miqdorini tashkil qiladi, shu sababli biosferada karbonsuvlar boshqa hamma organik birikmalarning umumiy miqdoriga nisbatan ko'p miqdorni tashkil qiladi. Karbonsuvlar organizmda quyidagi funksiyalarni bajaradi:

**Energetik.** Nafas olish jarayonida karbonsuvlar ularda yig'ilgan energiyani ajratadi, organizmning energiyaga bo'lgan ehtiyojini ancha qismini qoplaydi. 1 g karbonsuv oksidlanganda 16,9 kDj energiya ajralib chiqadi.

**Plastik (strukturaviy yoki tuzilmaviy).** Karbonsuvlar nuklein kislotalar, organik kislotalarni sintezi uchun, ulardan esa, aminokislotalar va keyinchalik oqsillarni, lipidlarni va h.k.larni sintezi uchun ishlatiladi.

**Himoya.** Karbonsuvlar o'simlik to'qimalarining tashqi obolochkalarini asosiy komponenti hisoblanadi, ular hashoratlar va qisqichbaqasimonlarning tashqi skeletini tarkibiga kiradi, bakteriyalarning hujayra devorlari va barcha tirik organizmlarning hujayraviy membranalarini hosil bo'lishida ishtirok etadi.

**Tayanch.** Selluloza va boshqa polisaxaridlar o'simliklarda hujayralarni tashqi ta'sirlardan saqlaydi va o'simlikning tanasini mustahkamligi ta'minlaydi. Karbonsuvlar (xondreatinsulfatlar) oqsillar bilan birgalikda tog'ay to'qimasi va boshqa odamlar va hayvonlarning tayanch funksiyasini bajaruvchi biriktiruvchi-to'qimaviy jamlanmalarni tarkibiga kiradi.

**Boshqaruv.** Klechatka (selluloza) ichakni qitiqlashi (qo'zg'atishi) tufayli uning peristaltikasini keltirib chiqaradi va natijada ovqat hazmini yaxshilaydi. O'simlik barglarini og'izchalarida kraxmal va shakarlarning bir-biriga aylanishi natijasida og'izchalarning ochilib yopilishi sodir bo'ladi. Monosaxaridlar osmotik jarayonlarni boshqarilishida ishtirok etadi. Bundan tashqari, karbonsuvlarning boshqaruv funksiyalarini bajarishdagi ishtiroki jumlasiga quyidagilar kiritish mumkin:

- molekula va hujayralarning bir-birini "tanishi" jarayonlari;
- bakteriyalar, viruslarning toksinlarini (glikoproteinlar), shuningdek, gormonlarni "tanish" va o'ziga biriktirib olish;

- nerv impulslarini uzatilish retseptorlariga va farmatsevtik preparatlar retseptoriga oid funksiyalarini bajarilishida ishtirok etish;
- fermentlarning barqarorligini oshirish;
- arktik hayvonlarning qoni va mushaklarida antifriz vazifasini bajarishga xizmat qiladi.

**Zaxira.** Karbonsuvlar ozuqa zaxirasi sifatidagi funksiyani ham bajaradi, xususan, odam va hayvonlarda glikogen, o‘simliklarda kraxmal va fruktozanlar vaqtincha zaxiralanib, keyinchalik ehtiyoj tug‘ilganda sarf qilinadi. Masalan, o‘z vaqtida oziqlangan hayvonning jigarida to‘qima massaning 10 % gacha miqdorda yig‘iladi, och qolganda bu ko‘rsatkich 0,2 % ga tushib qoladi

## 7.2. Karbonsuvlarning klassifikatsiyasi va nomenklaturasi.

Hozirgi kunda qabul qilingan klassifikatsiyaga muvofiq karbonsuvlar uchta asosiy guruhga: mono-, oligo- va polisaxaridlarga bo‘linadi. Keyingi guruh, o‘z navbatida, gomo- va geteropolisaxaridlarga bo‘linadi. Karbonsuvlarning klassifikatsiyasi quyida keltirilgan (10-jadval).

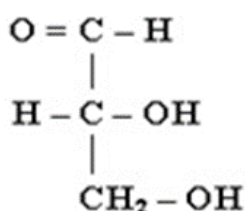
10-jadval. Karbonsuvlarning tasnifi

Karbonsuvlar				
Monosaxaridalar (ketozalar yoki aldozalar)		Oligo- saxaridlar (disaxaridlar, trisaxarid va h.k.)	Polisaxaridlar	
			Gomopoli- saxaridlar	Geteropoli- saxaridlar
Triozalar: Aldozalar Ketozalar	Glitserin aldegidi	Saxaroza	Kraxmal	Xitin
	Dioksiatseton	Maltoza	Selluloza	Gialuron kislota
Tetrozalar Aldozalar Ketozalar	Eritroza	Laktoza	Inulin	Xondroitin-sulfat
	Eritruloza	Sellobioza	Glikogen	Keratansulfat
Pentozalar Aldozalar	Riboza	Tregaloza	Gemitselluloza	Geparin
	Dezoksiriboza	Rafinoza	Inulin	
	Arabinoza		Lixenin	
	Ksiloza		Agar-agar	
Ketozalar	Ribuloza		Pektin moddalar	
Geksoza				
Aldoza	Glyukoza			
	Galaktoza			
	Mannoza			
Ketoza	Fruktoza			

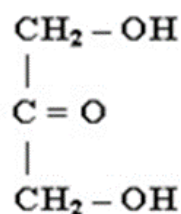
### 7.3. Monosaxaridlar. Tuzilishi va xossalari. Vakillari.

#### 7.3.1. Monosaxaridlaning tuzilishi.

Monosaxaridlarni tarkibida karbonil (aldegid) yoki keton guruh tutuvchi ko'p atomli spirtlarning hosilalari desa bo'ladi. Agar karbonil guruh zanjirning chekka qismida joylashgan bo'lsa, bu monosaxarid aldegid hisoblanib, **aldoza**, boshqa har qanday joylashuv holatida bo'lganda esa keton hisoblanib, **ketoza** deb nomlanadi. Glitseraldegid va dioksiatsetonlar karbonsuvlarning eng oddiy vakillari hisoblanadi:



*Glitseraldegid*

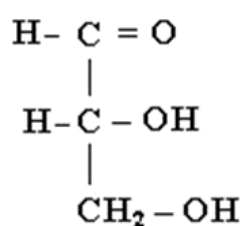


*Dioksiatseton*

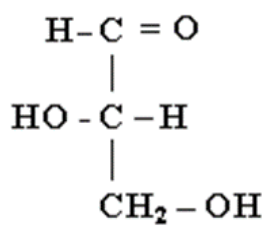
**Monosaxaridlarning stereokimyosi.** Dioksiatsetondan tashqari barcha monosaxaridlar asimmetrik karbon atomiga: aldotriozalarda bitta markaziy karbon atomi, aldopentozalarda-ikkita, aldopentozalarda-uchta, aldogeksozalarda-to'rtta va h.k. ega bo'ladi. Ketozalarda aldozalarga nisbatan shu xil uglerod sonida asimmetrik karbon atomi bittadanga kam bo'ladi. Shunday qilib, ketotriozadioksiatsetonda asimmetrik karbon atomi bo'lmaydi. Monosaxaridlarning umumiy stereoizomerlari sonini quyidagi tenglamaga binoan hisoblab topish mumkin:  $N=2^n$ .

Bu yerda: N- stereoizomerlar soni, n- asimmetrik karbon atomlari soni.

Demak, glitseraldegidda bitta asimmetrik karbon atomi bo'lganligi uchun, ikkita stereoizomerga ega bo'ladi:



*D-glitseraldegid*



*L-glitseraldegid*

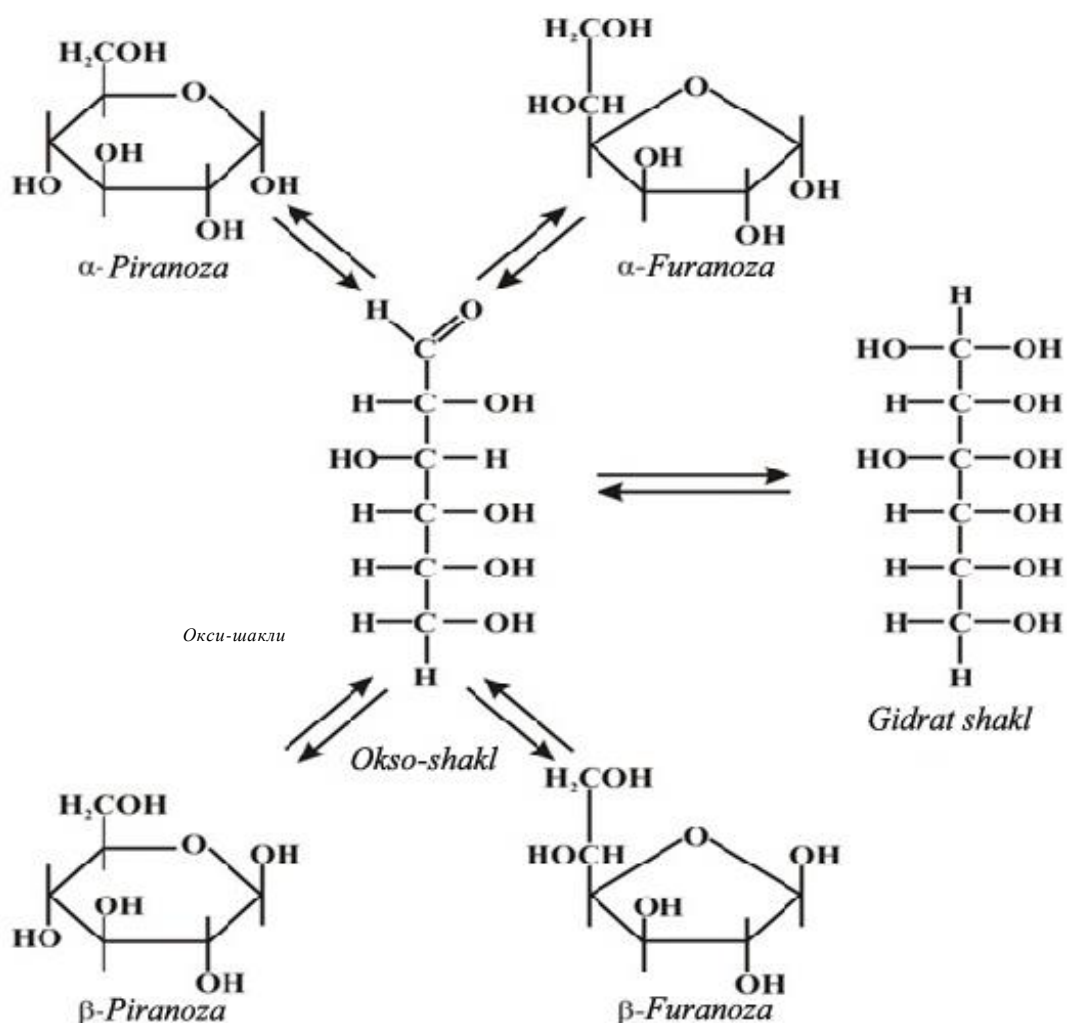
Aldogeksozalar to'rtta asimmetrik karbon atomiga ega va ularning stereoizomerlari  $2^4=16$  bo'lib, ulardan biri, masalan, glyukoza hisoblanadi. Aldotetrozalar va aldopentozalar uchun o'zaro mos holda izomerlar soni  $2^2=4$  va  $2^3=8$  ga teng bo'ladi.

Monosaxaridlarning izomerlari D- va L-shakllarda (D- va L-konfiguratsiyalarda) bo'ladi. Tabiiy geksozalar-glyukoza, fruktoza, mannoza va galaktozalar asosan D- qatorga kiradi. Ma'lumki, tabiiy monosaxaridlar optik faollikka ega. Molekulasida asimmetrik karbon atomi bo'lgan birikmalar (jumladan, monosaxaridlar ham) qutblangan nurni burish

qobiliyatiga ega bo‘ladi. Agar qutblangan nurni o‘ng tomonga bursa musbat (+), qarama-qarshi tomonga bursa, manfiy (–) belgi bilan belgilanadi. Masalan, D-glitseraldegid qutblangan nurni o‘ng tomonga buradi, ya’ni u D-aldotriozga hisoblanadi. Lekin asimmetrik karbon atomi tomonidan belgilanadigan qutblangan nurni burish yo‘nalishini oldindan bilib bo‘lmaydi. Stereokimyoviy konfiguratsiyali D-qatorga mansub monosaxaridlar, qutblangan nurni chapga burishi ham mumkin. Masalan, tabiiy glyukoza nurni o‘ng tomonga buradigan, tabiiy fruktoza esa chap tomonga buradigan bo‘ladi.

Shuningdek, monosaxaridlarning yarim atsetal shakllari ham uchraydi. Har qanday monosaxarid aniq fizikaviy xossalar (erish harorati, eruvchanligi va h.k.)ga ega ekanligi sababli maxsus solishtirma burish ko‘rsatkichiga ega bo‘ladi. Masalan, yangi tayyorlangan glyukoza eritmasini ko‘rsatkichi  $+112,2^\circ$  bo‘lib, ancha o‘tgandan keyin muvozanat ko‘rsatkichi  $+52,5^\circ$  ga teng bo‘lib qoladi. Monosaxaridlarning solishtirma burish burchagini ancha turgandan keyin (vaqt o‘tishi bilan) o‘zgarishini **mutarotatsiya** deyiladi. Aftidan, mutarotatsiya monosaxarid molekulasi asimmetriyasini o‘zgarishi va, demak, uning strukturasi transformatsiya tufayli sodir bo‘ladi.

Mutarotatsiya xodisasi karbonsuvning kristall preparati dastlab u yoki bu xildagi siklik (yarim atsetal) holatda bo‘lishini, erish jarayonida va vaqt o‘tishi bilan uning aldegid shakli orqali muvozanat yuzaga kelgunga qadar boshqa tautomer siklik shakllarga o‘tishi bilan bog‘liq. Masalan, suvli eritmalarda glyukoza  $\alpha$ - va  $\beta$ -glukopiranoza shakllarida bo‘lib, uning juda kam miqdori aldegid shaklida bo‘ladi. Quyida suv eritmasida glyukoza har xil shakldagi xillarini o‘zaro almashinuvi holatlari keltirilgan:

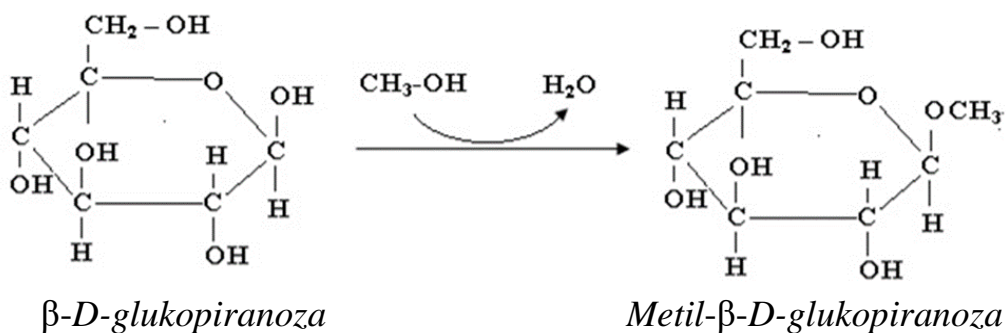


Monosaxaridlar – qattik kristall moddalar bo‘lib, suvda yaxshi va organik erituvchi (spirt, efir)larda yomon eriydi (yoki umuman erimaydi). Ularning hammasi shirin ta‘mga ega, lekin ularning shirinlik darajasi bir xil emas. Agar saxarozaning shirinligini 100 % deb qabul qilinsa, bu ko‘rsatkich fruktoza uchun 173 % ni, glyukoza uchun 74 % ni, ksiloza uchun 40 % ni laktoza uchun 16 % ni tashkil qilgan bo‘lar edi. Barcha monosaxaridlarning suvdagi eritmaları neytral reaksiyaga ega.

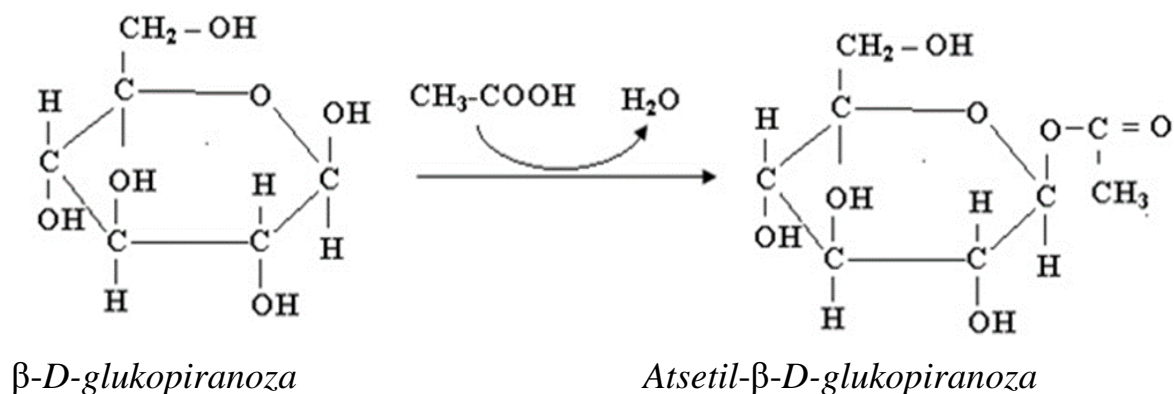
### 7.3.2. Monosaxaridlarning fizik va kimyoviy xossalari.

Monosaxaridlar quyidai reaksiyalarga kirishadi:

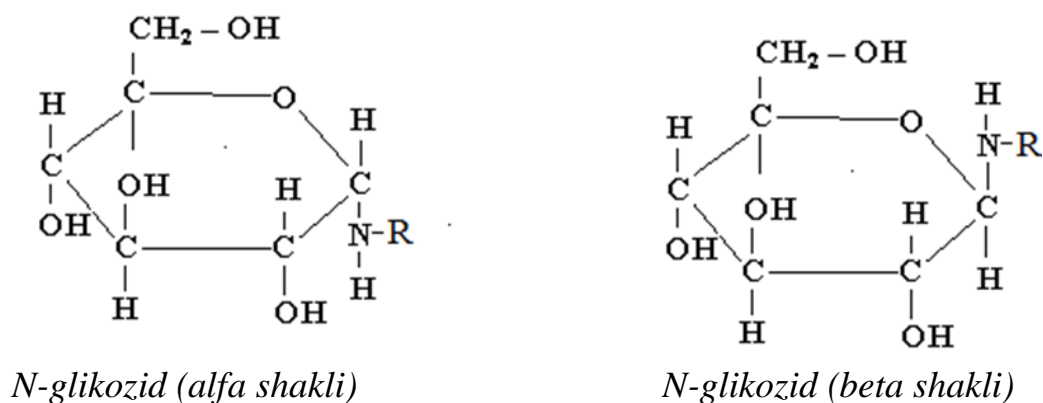
**1. Yarimatsetal gidroksilga xos reaksiya.** Yuqorida e‘tirof etilganidek, monosaxaridlar, asosan, yarimatsetal shaklda bo‘ladi. Yarimatsetal gidroksil yuqori darajadagi reaksiyon qobiliyati bilan ajralib turadi va spirtlar, karbon kislotalar, fenollar va h.k.lar bilan almashinishi mumkin. Reaksiya mahsulotini glukozidlar deb yuritiladi:



$\beta$ -D-glukopiranozaga sirka kislotasi bilan taʼsir etganda atsetillanish mahsuloti-atsetil- $\beta$ -D-glukopiranoza hosil boʻladi:

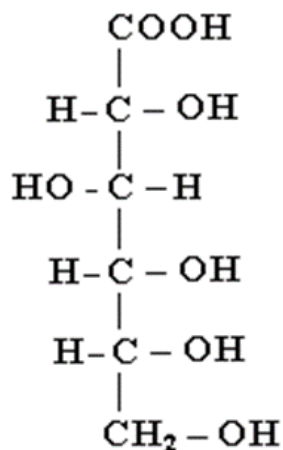


Monosaxaridlarning boshqa gidroksillari ham atsetillanishi va metillanishi mumkin, lekin bu reaksiyalar ancha qiyin boʻlib oʻtadi. Glukozidlarning muhim sinflari jumlasiga N-glukozidlar kiradi, ularda glukozid bogʻlanish kislorod orqali emas, balki azot orqali yuz beradi. Bu moddalar monosaxaridlarning hosilasi boʻlib, ularning molekulasini glukozil qismi organik birikmaning karbonsuv tabiatiga ega boʻlmagan radikal (R)ni azoti bilan birikkan boʻladi. Kimyoviy tuzilishi nuqtayi nazardan N-glukozidlar piranoza shaklidagina emas, balki furanoza shaklida ham, hamda  $\alpha$ - yoki  $\beta$ -shakllarda boʻlishi mumkin:

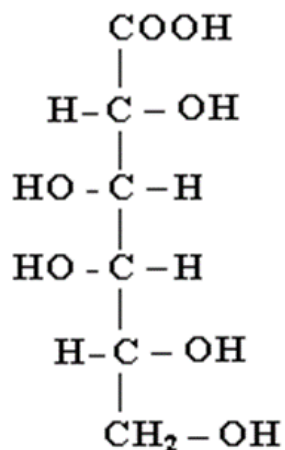


N-glikozidlarga asosan moddalar almashinuvini muhim mahsulotlari kiradi, ular nuklein kislotalari va nukleoproteinlarni, ATF, NAD, NADF, ba'zi antibiotiklar va h.k.larni parchalanishi natijasida hosil bo'ladi.

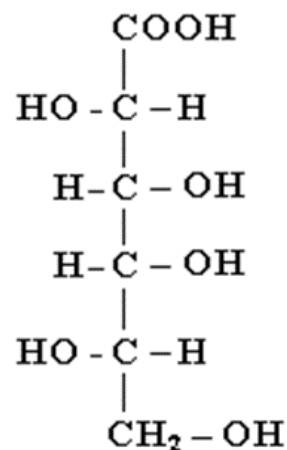
**Karbonil guruhi ishtirokidagi reaksiyalar.** Aldozalarni kuchsiz oksidlovchilar ishtirokida oksidlantirganda ulardan tegishli kislotalar, ya'ni: glyukozadan glukon, mannozadan mannon, galaktozadan galakton kislotalar hosil bo'ladi.



*D-glukon kislota*

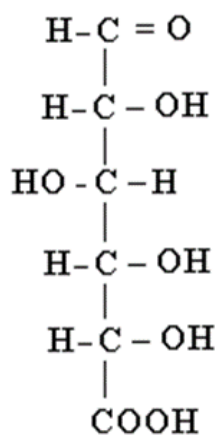


*D-galakton kislota*

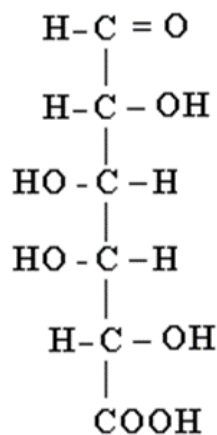


*D-mannon kislota*

Monosaxaridlar C=O bog'i bo'yicha osongina **gidridlanadi** va bunda ko'p atomli (shakar) spirtlarga aylanadi. Shu yo'sinda glyukozadan sorbit, mannozadan-mannit hosil bo'ladi. Fruktozaning qaytarilishidan epimerlar -D-mannit va D-sorbitlarning ekvimolar aralashmasi hosil bo'ladi, chunki bunda ikkinchi karbon atomi ham asimmetrik bo'lib qoladi. Geksozaning C-6 atomidagi spirt guruhini oksidlanishidan alduron kislotalar hosil bo'ladi:

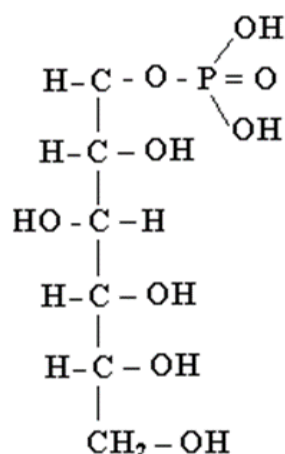


*D-glukuron kislota*

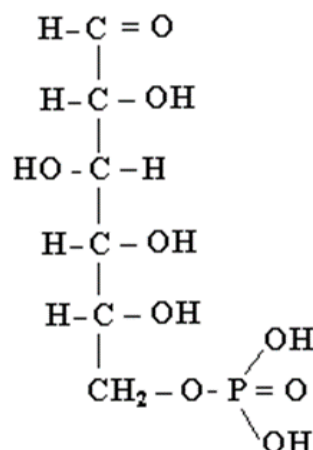


*D-galakturon kislota*

Monosaxaridlarning fosfat kislotasi bilan eterifikatsiyasi moddalar almashinuvida muhim ahamiyatga ega bo'ladi:

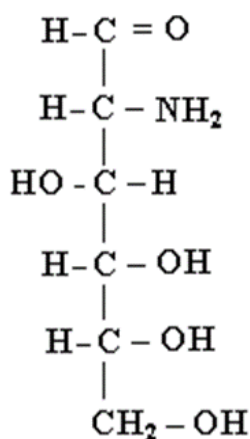


*Glyukoza-1-fosfat*

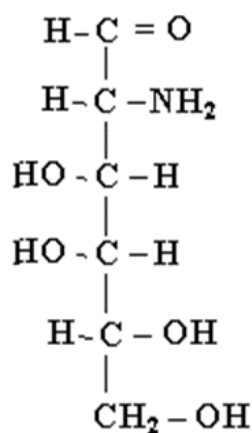


*Glyukoza-6-fosfat*

Hozirgi kunda biokimyoviy jarayonlarda geksoza va pentoza fosfatlar qatori geptoza fosfatlar (eng avvalo, sedogeptulozo-7-fosfat) va tetrozafosfat (eritrozo-4-fosfat va boshqa) larning ahamiyati muhim ekanligi isbotlangan. Agar monosaxaridlarning gidroksil guruhlari aminoguruhlariga almasha, aminoshakarlar hosil bo'ladi. Odam va hayvonlar organizmida uchraydigan muhim aminoshakarlar jumlasiga D-glyukozamin va D-galaktozaminlar kiradi:



*D-glyukozamin*



*D-galaktozamin*

Aminoshakarlar hayvonlar va o'simliklarning mukopolisaxaridlari tarkibiga kiradi, ular xilma-xil glikoprotein va glikolipidlarning komponentlari hisoblanadi.

### 7.3.3. Monosaxaridlarning alohida vakillari

**Triozalar** ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ ). Asosiy vakillari glitseraldehid va dioksiatseton hisoblanadi, ular organizmda erkin holda uchramaydi. Triozalarning fosforli efirlari hayvonlar, o'simliklar organizmida va bakteriyalarda monosaxaridlarning ancha murakkab oraliq mahsulotlari

sifatida, shuningdek, o‘simliklarda fotosintez, bakteriyalarda xemosintez jarayonlarida hosil bo‘ladi.

**Tetrozalar** ( $C_4H_8O_4$ ). Tetrozalar orasida D-eritroza muhim ahamiyatga ega bo‘lib, u fotosintez va pentozafosfat siklida oraliq mahsulot sifatida hosil bo‘ladi. Uning spirti-eritrit tarzida suv o‘tlari va lishayniklarda uchraydi.

**Pentozalar** ( $C_5H_{10}O_5$ ). Pentozalar vakillari organizmda erkin holda kamdan kam (siydik, o‘simliklarning yashil qismida) uchraydi, ko‘pincha ular murakkab karbonsuvlar va boshqa organik birikmalar tarkibiga kiradi, shuningdek, karbonsuvlar metabolizmining oraliq mahsulotlari sifatida hosil bo‘ladi.

**D-Riboza va D-Dezoksiriboza.** Pentozani bu vakillari nuklein kislotalar va erkin nukleotidlar tarkibida uchraydi. Ribozani qaytarilish mahsuloti – ribitol ba’zi vitaminlar va fermentlarning nooqsil tabiatli qismini asosi hisoblanadi.

**L-Arabinoza.** Bu pentozalar tabiatda keng uchraydi, u gemitselluloza, pektin moddalari, yelimlarning tarkibida bo‘ladi. U bakteriyalarning polisaxaridlari tarkibiga kiradi, shuningdek, u erkin holda ko‘p miqdorda meva ist’emol qilganda siydik tarkibida (alimantar pentonuriya) uchraydi. D-arabinoza qator bakteriyalarning polisaxaridlari tarkibiga kiradi va ba’zi o‘simlik glukozidlarining komponenti hisoblanadi.

**D-Ksiloza** – o‘simlik shakari – o‘simliklarda erkin holda, lekin ancha miqdorda gemitselluloza, o‘simlik yelimlari tarkibida uchraydi. Ksiloza somon, kepek, daraxt qipig‘i, paxta qipig‘i va, ayniqsa, makkajo‘xori so‘tasida (12 % gacha) bo‘lib, shu mahsulotlardan qandolat sanoati uchun ajratib olinadi. Ksiloza spirti – ksilitdan qand kasalligiga va semirishga chalinganlarni ovqatlantirishda saxarozani o‘rniga foydalaniladi. Ksiloza odamlar, hayvonlar va mikroorganizmlarning glikoproteinlari tarkibida uchraydi. Yashil o‘simliklar, mikroorganizmlarning tarkibida ketopentozalardan D-ribuloza va D-ksilulozalarning borligi aniqlangan.

**Geksozalar** ( $C_6H_{12}O_6$ ). Geksozalarning vakillari tabiatda erkin holatda uchraydi va barcha tirik organizmlarning hayotida muhim ahamiyatga ega.

**D-Glyukoza** (uzum shakari, dekstroza) o‘simliklarning yashil qismlari, urug‘lari, har xil meva va rezavor mevalar, asal, hayvon va odam qoni tarkibida (sog‘lom odamda 0,07 dan 0,11 mg % gacha) erkin holda uchraydi. Glyukoza ko‘p polisaxaridlarning va ko‘p glukozidlarning tarkibiga kiradi.

**D-Fruktoza** (meva shakari, levuleza). Bu shakar erkin holda o‘simliklarning yashil qismi, gullarning nektari mevalar, asal tarkibida uchraydi.

**D-Galaktoza** - disaxaridlar laktoza va melibioza, trisaxarid rafinoza, oligosaxaridlardan staxioza va qator o‘simlik, shuningdek, hayvon tabiatli II tartibli polisaxaridlar tarkibiga kiradi.

**D-Mannoza o‘simliklarda** yuqori molekular polisaxaridlar-yelimlar, gemitsellulozalar tarkibida uchraydi. Odamlar va hayvonlar organizmida glikoproteinlar tarkibida, mikroorganizmlarda esa ba’zi kapsula polisaxaridlari tarkibida uchraydi.

Bundan tashqari **monodezoksigeeksozalar va didezoksigeeksozalari** va ularning hosilalari uchraydi, ular yurak glukozidlarining struktura komponentlari hisoblanadi. Shuningdek, bu karbonsuvlarning hosilalari bakteriyalarning glikolipidlari va ba'zi antibiotiklarning tarkibida ham bo'ladi.

**Geptozalar** ( $C_7H_{14}O_7$ ). Bu monosaxaridlar tabiatda xilma-xil turlarga mansub organizmlar tarkibida uchraydi. Masalan, o'simliklardan D-sedigeptuloza, D-mannogeptuloza va h.k.lar ajratib olingan. Sedigeptuloza fotosintez jarayonida va pentoza fosfat siklida fosfat efir shaklida oraliq mahsulot sifatida hosil bo'ladi.

## 7.4. Oligo- va polisaxaridlar, xossalari va ularning ahamiyati

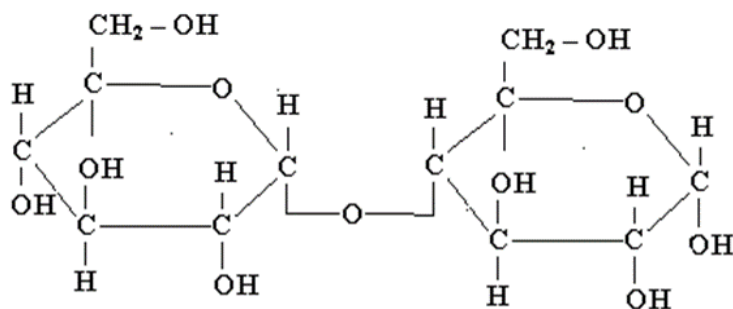
### 7.4.1. Oligosaxaridlar. Disaxaridlar.

Oligosaxaridlar tarkibida 2 tadan 10 tagacha monosaxarid qoldiqlari bo'lib, ular bir-biri bilan glukozid bog'lar yordamida birikkan bo'ladi. Oligosaxaridlar suvda yaxshi eriydi, shirin ta'mga ega. Tarkibidagi oddiy shakarlarning soniga qarab oligosaxaridlar di-, tri-, tetra- va h.k. saxaridlarga bo'linadi.

Oligosaxaridlarni nomlashni bir necha tamoyillari mavjud. Ular orasida trivial va ilmiy nomlash muhim ahamiyatga ega, masalan, laktozani-  $\beta$ -D-galaktopiranozil-(1 $\rightarrow$ 4)- $\alpha$ -D-glukopiranoza; saxarozani- $\alpha$ -D-glyukopiranozil-(1 $\rightarrow$ 2) - $\beta$ -D-fruktofuranoza deb nomlanadi. Oligosaxaridlar orasida tabiatda keng tarqalgani disaxaridlar hisoblanadi. Ba'zi disaxaridlar bir xil geksoza qoldiqlaridan tashkil topgan. Masalan, maltoza, sellobioza va tregalozalar gidroliz natijasida glyukozagacha parchalanadi, ularning farqlanuvchi jihatlari tarkibidagi glyukoza har xil izomerga mansubligi ( $\alpha$ -shakli maltozada,  $\beta$ -shakli sellobiozada), shuningdek, bir-biri bilan birikishi har xil bo'lganligidadir (maltoza va tregaloza).

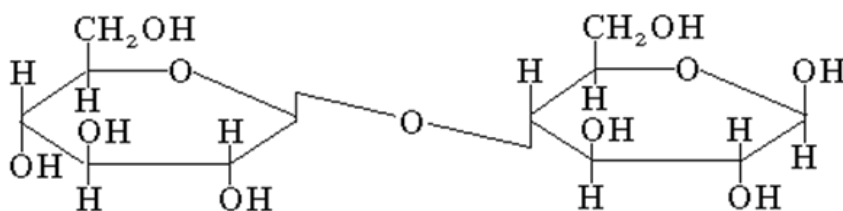
Disaxaridlar kimyoviy xossalariга ko'ra: **qaytaruvchi disaxaridlar** va **qaytarmovchi disaxaridlarga** bo'linadi. Birinchilariga maltoza, laktoza va sellobiozalar kirsa, ikkinchilariga – saxaroz va tregalozalar kiradi. Qaytaruvchi disaxaridlarda bitta erkin poluatsetal gidroksili bo'lgani sababli Feling suyuqligini qaytarish qobiliyatiga ega bo'ladi. Ularning suvli eritmalarida mutoratatsiya kuzatiladi. Maltoza tipidagi disaxarid molekulasida  $\alpha$ - va  $\beta$ -shakldagi aralashma tarzida mavjud bo'ladi, bu shakllarni kristall holatda alohida ajratib olish mumkin.

**Maltoza** ( $\alpha$ -D-glukopiranozil-(1 $\rightarrow$ 4) - $\alpha$ -D-glukopiranoza) kraxmalni amilaza ta'sirida fermentativ gidrolizi natijasida hosil bo'ladi. Undirilgan bug'doy maysasi (solod) yoki shu maysaning ekstraktida bo'ladi, shundan kelib chiqib nomini **solod (sumalak) shakari** nomi bilan yuritiladi. Sharqda yashovchi xalqlarning sumalak tayyorlash va iste'mol qilishga oid minglab yillik an'analari aynan shu shakardan foydalanish bilan bog'liq.



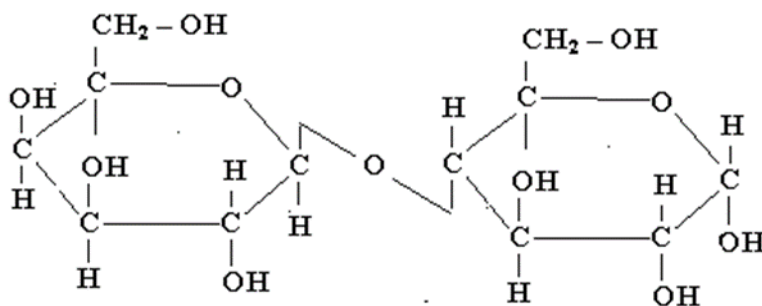
**Maltoza** ( $\alpha$ -D-glukopiranozil-(1→4) - $\alpha$ -D-glukopiranoza)

**Sellobioza** – ( $\beta$ -D-glikopiranozil-(1→4) -  $\beta$ -D-glukopiranoza) klechatka (selluloza)ning asosiy struktura birligini tashkil qiladi. Sellobiozaning asosi  $\beta$ -shakldagi glyukoza qoldiqlaridan iborat:



**Sellobioza** ( $\beta$ -D-glikopiranozil-(1→4) - $\beta$ -D-glukopiranoza)

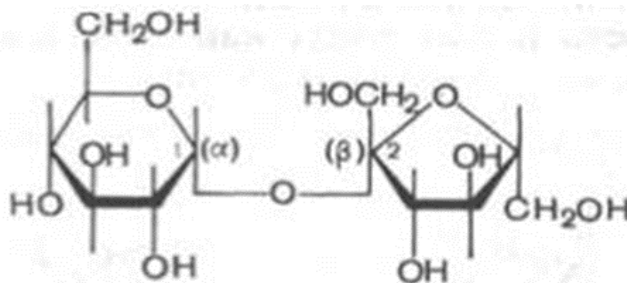
Sellulozani gidrolizlaganda (kislotali, ishqoriy va va fermentativ) dastlab sellobioza, keyinchalik  $\beta$ -glyukoza qoldiqlari hosil bo‘ladi. **Laktoza** ( $\beta$ -D-galaktopiranozil-(1→4) - $\alpha$ -D-glukopiranoza) ko‘p miqdorda sutning tarkibida (sut shakari) bo‘ladi, uni aynan shu mahsulotdan ajratib olinadi. Masalan, qoramol sutida uning ulushi **4-5,5% ni**, ayol sutida esa **5,5-8,4% ni tashkil qiladi**. Yuqsak o‘simliklarda laktoza kam uchraydi, ba’zi o‘simliklarning changdon naychalarida topilgan.



**Laktoza** ( $\beta$ -D-galaktopiranozil-(1→4) - $\alpha$ -D-glukopiranoza)

Qaytarmovchi disaxaridlar tarkibida erkin glukozid gidroksil yo‘q va ular mutarotatsiya qobiliyatiga ega bo‘lmaydi. Buni glukozid bog‘lanish uchun yarimatsetal gidroksilning glukozid bog‘ hosil qilish uchun sarflanganligi sababli yuz beradi deb tushintirish mumkin.

**Saxaroza** - (alfa-D-glukopiranozil-(1→2)-beta-D-fruktofuranozid) – o‘simliklarda juda ko‘p uchraydi. U o‘simliklarning barglari, poyasi, ildizlari, mevalari, tuganaklarida bo‘ladi. Shakar qamishi, qand lavlagisi kabi o‘simliklarda yig‘iladi va bu o‘simliklar saxarozani sanoat miqyosida olish uchun xomashyo vazifasini bajaradi.



**Saxaroza** ( $\alpha$ -D-glukopiranozil-(1→2)- $\beta$ -D-fruktofuranozid)

**Tregaloza** – ( $\alpha$ -D-glukopiranozil-(1→1)- $\alpha$ -fruktofuranozid) zamburug‘lar, suv o‘tlarida uchraydi. Bu disaxarid ko‘p hasharotlar gemolimfasining karbonsuvi hisoblanadi.

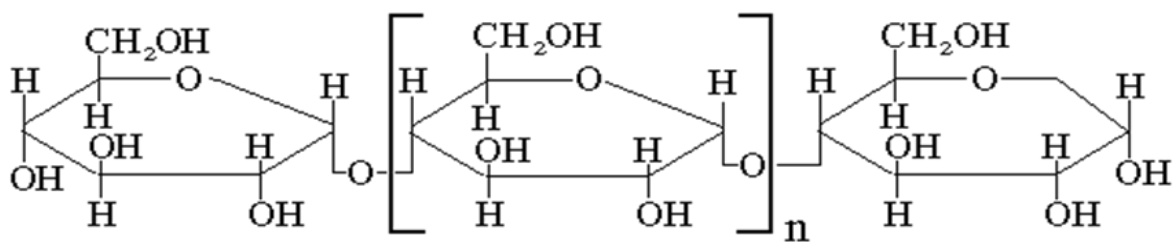
Trisaxaridlardan tabiatda **raffinoza**, **gentsianoza** va **meletsitozalar** uchraydi. Bu trisaxaridlar o‘simliklarda zaxira karbonsuv sifatidagi vazifani, ba‘zi o‘simliklarda shakarlarning transport shakli (raffinoza) vazifasini bajaradi yoki ular o‘simlik bitlari va boshqa o‘simlik barglarining so‘ruvchi hasharotlarini ekskretlari (meletsitoza) hisoblanadi. Raffinoza g‘o‘za chigiti tarkibida uchraydi.

#### 7.4.2. Polisaxaridlar

Tabiatda karbonsuvlarning asosiy massasi yuqori molekular birikmalar-polisaxaridlar tarzida uchraydi. Ular gomopolisaxaridlarga va geteropolisaxaridlarga bo‘linadi. Ularning birinchilari bir xil tipdagi monosaxaridlardan tashkil topgan bo‘lsa, ikkinchilari ikki yoki undan ziyod tipdagi monosaxaridlardan tashkil topadi. Polisaxaridlarni organizmda bajaradigan biologik funksiyasiga bog‘liq holda zaxiraviy va strukturaviy xillarga ajratiladi. Shuningdek, polisaxarid zanjirining glukozid bog‘lari tavsifiga qarab ipsimon va tarmoqlangan (shoxlangan) polisaxaridlarga bo‘lish mumkin.

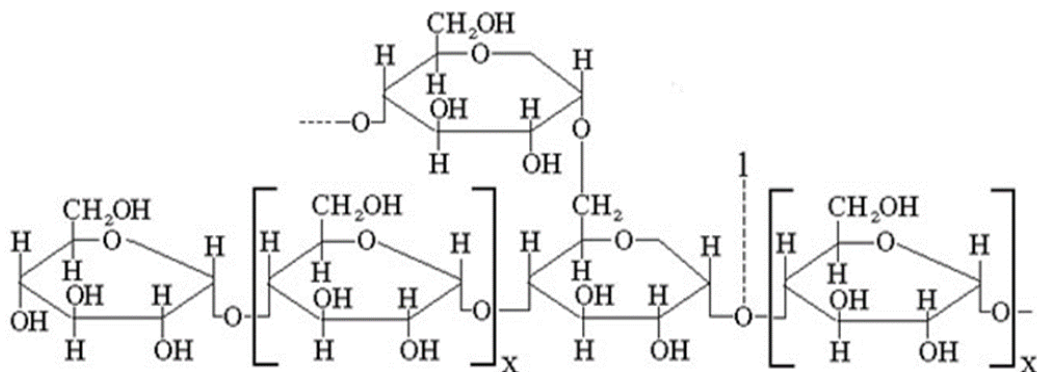
**Kraxmal.** Kimyoviy jihatdan individual modda emas, u 96,1 97,6 % polisaxarid (amiloza va amilopektin)dan 0,2 dan 0,7 % gacha mineral moddalardan, asosan fosfatlar tashkil topgan. Kraxmalning umumiy formulasi  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Kraxmal tarkibi 10-30 %-amilozadan va 70-90 % -amilopektindan tashkil topgan.

Kraxmalning amiloza qismi glyukoza molekulalarini ipsimon tarzda  $\alpha$ -1,4- bog‘lari yordamida birikshidan hosil bo‘ladi:



**Amilaza molekulasi**

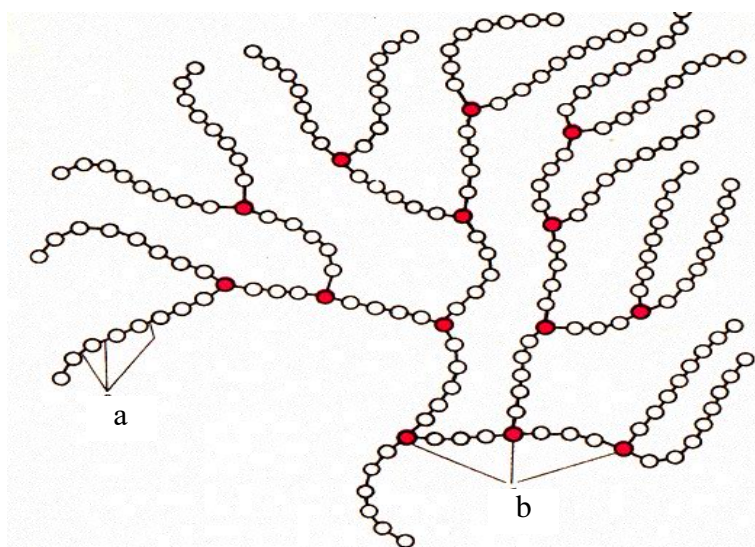
Amilopektinning shoxlanishi ancha murakkab tuzilishga ega, unda 1-, 4-bog'lar qatori, zanjirlararo  $\alpha$ -1,6- bog'lar ham uchraydi:



**Amilopektin molekulasi**

Odatda, amilaza molekulasida 1000 ga yaqin glyukoza qoldiqlari bir-biri bilan birikkan bo'ladi, amilopektinning alohida olingan molekulasi xuddi shu xildagi birliklarning yigirma-o'ttiztasidan tashkil topgan. Kraxmalning molekular massasi  $10^5$ - $10^7$  Da ga teng. Qisman gidrolizlaganda kraxmal: amilo-, eritro-, axro- va maltodekstrinlargacha parchalanadi. Gidrolizni davom ettirilsa, u maltoza va  $\alpha$ -D-glyukozagacha parchalanadi. Kraxmal odam uchun eng muhim ovqat mahsuloti hisoblanadi, uning bug'doy uni tarkibidagi miqdori 75-80 %ni, kartoshka tuganagida esa 25 % ni tashkil qiladi.

**Glikogen** odam va hayvonlarning eng muhim energetik zaxirasi hisoblanadi. Uning miqdori **jigarda (10 % gacha)** va **mushakda (0,4-2,0 %)** eng ko'p bo'ladi. U shuningdek, zamburug'larda, ba'zi yuksak o'simliklarda (makkajo'xori) va mikroorganizmlarda uchraydi. Glikogen  $\alpha$ -D-glukopiranoza qoldiqlaridan tashkil topgan shoxlangan polimer bo'lib, uning ipsimon qismlari  $\alpha$ -1,4-bog'lardan, shoxlangan qismlari esa -  $\alpha$ -1,6- bog'lardan tashkil topgan bo'ladi. Amilopektindan farqli o'laroq amilopektindagi shoxlangan tarmoqlar nuqtasi o'rtacha har 20 ta glyukoza qoldig'dan keyin kelsa, glikogenda  $\alpha$ -1,6-tipdagi bog'lanish har 8-12 ta glyukoza qoldig'idan keyin keladi. Glikogen molekulasini yuqori darajada shoxlanishi uning kompaktligini ham ta'minlaydi (20-rasm).



20-rasm. **Glikogen molekulasini sxematik tuzilishi.**

*a –  $\alpha$ -1,4-glukozid bog‘lar; b –  $\alpha$ -1,6-glukozid bog‘lar.*

Glikogen odam va hayvonlarning barcha organ va to‘qimalarida uchraydi, lekin yuqorida keltirilganidek jigar va mushaklarda eng ko‘p miqdorda bo‘ladi. Glikogenning molekular og‘irligi  $10^5$ - $10^8$  Da va undan ziyod bo‘ladi.

**Selluloza** (kletchatka) - o‘simlik dunyosining eng keng tarqalgan strukturaviy polisaxaridi hisoblanadi. Biosferadagi organik tavsifli karbon birikmalarini 50 % dan ziyod qismi klechatka hisobiga to‘g‘ri keladi. Shuningdek, bakteriyalar va tuban o‘simliklar tarkibida ham uchraydi. Yog‘ochning 50 %, paxta tolasini **deyarli 100 %** sellulozadan tashkil topgan. Selluloza ipsimon tuzilishga ega, u  $\beta$ -D-glukopiranoza qoldiqlarini bir-biri bilan 1 $\rightarrow$ 4- bog‘lar yordamida birikishidan hosil bo‘ladi. Bu ipsimon molekulalar, odatda, bir-biriga parallel joylagan bo‘lib, ular vodorod bog‘lari yordamida mikrofibrillarni hosil qiladi. Sellulozani qisman gidrolizlaganda disaxarid sellobtoza, to‘liq gidrolizlaganda -  $\beta$ -D-glyukoza hosil bo‘ladi. Sellulozani molekular og‘irligi  $3 \cdot 10^5$  dan  $2 \cdot 10^6$  Da gacha, glukozid qoldiqlarning soni esa,  $2 \cdot 10^3$  dan  $1,1 \cdot 10^4$  gacha bo‘ladi. Mikrofibrillar ular bilan uchraydigan: gemitselluloza, lignin, pektin moddalari bilan birgalikda o‘simliklarning juda murakkab, ko‘p qavatli tuzilishga ega bo‘lgan hujayra po‘stlarini hosil qiladi. Sellulozani amaliy ahamiyati juda katta.

U gazmol, qog‘oz, sun‘iy ipak, ba‘zi plastik massalar va portlovchi moddalar, emulgatorlar, himoyalovchi kolloidlar va h.k.larning asosiy massasini tashkil qiladi. Klechatka oshqozon-ichak yo‘lidagi fermentlar yordamida hazmlanmaydi, chunki odamlarda uni parchalaydigan  $\beta$ -glukozidaza bo‘lmaydi. Shu bilan birgalikda aytish o‘rinliki, ovqat tarkibida klechatkaning miqdorini optimal miqdorda bo‘lgani ma‘quldir, chunki u axlatning shakllanishida muhim ahamiyatga ega.

**Inulin.** Bu polisaxarid polifruktozanlar guruhiga kiradi. Inulin fruktoza qoldiqlaridan tashkil topgan. U yer noki, georgina, artishoklarning tunganaklarida bo‘ladi va miqdoriy

jihtadan 50 %gacha yetib boradi. Inulin ko'p miqdorda topinamburning ildizmevasi va sikoriyning ildizida borligi aniqlangan.

**Gemitselluloza.** Bu polisaxaridlarning katta guruhi bo'lib, suvda erimaydi, lekin ishqoriy eritmalarda eriydi. Gemitselluloza o'simlik hujayralarini qobig'ida, yog'ochchil qismida, somon, yong'oq po'chog'i, kepak, makkajo'xori so'tasi tarkibida bo'ladi. U mannoza, galaktoza, arabinoza, ksiloza va glyukozalardan tashkil topgan. Tarkibiga qarab ularni: mannanlar, galaktanlar, ksilanlar va h.k.larga ajratiladi.

**Lixenin.** Lishayniklar polisaxarid. U island yo'sini tarkibida ko'p bo'ladi,  $\alpha$ -D-glukozid qoldiqlaridan tashkil topgan. Odamlar lixeninni hazm qila olmaydi, shimol bug'ularini ovqat hazm qilish tizimida tegishli bakteriyalarning bo'lishi tufayli ular bu polisaxaridni o'zlashtira oladilar.

**Agar-agar.** Bu dengiz suv o'tlarining polisaxaridi hisoblanadi. Agar-agar isitganda suvda eriydi. Uning suvli eritmaları sovish jarayonida gel tarzida qotib qoladi, shu sababli mikrobiologiyada ozuqa vositasi sifatida, qandolat sanoatida esa **jele, qiyom, marmelad** tayyorlashda foydalaniladi.

**Xitin.** Strukturaviy polisaxarid sifatida tabiatda keng tarqalgan. U bo'g'imoyoqlilarning va boshqa umurtqasiz hayvonlarning kutikulasi yoki tashqi skeletini, shuningdek, zamburug'larning hujayra qobiqlarini tarkibiga kiradi. Xitin, odatda, oqsillar, anorganik tuzlar (kalsiy karbonat va boshqalar), lipidlar va pigmentlar bilan birikkan bo'ladi. Karbonsuv komponenti sifatida xitinning tarkibiga N-atsetilglyukozamin qoldiqlari uchraydi. Xitin har xil organizmlarda mexanik, tayanch va himoya funksiyalarini bajaradi.

**Pektin moddalari.** O'simliklarda hujayra oraliq moddasi va hujayra devori matriksida erimaydigan propektin holatida, shuningdek, meva va sabzavotlarning shirasi tarkibida erigan holatda uchraydi. Erimaydigan holatdagi propektin **poligalakturon kislotasining** metil efiri bo'lib, u hujayra devoridagi **galaktan va arabanlar** bilan birikkan bo'ladi. Propektinni hosil bo'lishida pektin moddalari bilan birga selluloza, kalsiy, magniy ionlari va fosfat kislota qatnashadi. Propektin protopektinaza fermenti ta'sirida pektinga aylanadi. Propektinni eriydigan tarzdagi pektinga aylanishi mevalarni pishib yetilish jarayonida yuz beradi, bu esa mevalarning yumshoqlashuviga, ularning ta'm sifatini oshishiga olib keladi.

**Gialuron kislota.** Biriktiruvchi to'qimalar guruhiga kiradigan ko'p to'qimalar tarkibida uchraydi. Gialuron kislotaning eng ko'p miqdori kindik ipchasi, ko'zning shishasimon tanachasi, bo'g'im suyuqligi, terida bo'lishi aniqlangan. Uning tarkibiga  $\beta$ -D-glukuron kislota va  $\beta$ -N-atsetil-D-glyukozaminlar kiradi.

**Xondroitinsulfatlar.** Bu xildagi geteropolisaxaridlar tog'ay to'qimasi, paylar, ko'z muguzini asosiy struktura komponenti hisoblanadi, shuningdek, suyak to'qimasida va terida ham bo'ladi. Ularning bir necha tiplari: xonroitin-4-sulfat, xonroitin-6-sulfat va

dermatansulfatlarni bo'lishi ma'lum. Ular glukuron kislota va galaktozamin qoldiqlardan tashkil topgan.

**Keratansulfatlar.** Ularning zanjiri navbatma-navbat tartibda joylashgan D-galaktoza va N-atsetilglyukozamin-6-sulfatlardan tashkil topgan disaxaridlarning  $\beta$ -(1→4) – bog'lar yordamida birikishidan hosil bo'ladi. Keratansulfatlar tog'ayning asosiy moddasi va ko'zning shoh pardasida uchraydi.

**Geparin va geparinsulfat.** Struktura jihatidan boshqa glyukozaminglikanlarga o'xshash, lekin ular hayvon to'qimalaridagi lokalizatsiyasi va funksiyasi jihatidan farq qiladi. Geparin, odatda, ko'p hujayralarning yuzasida bo'ladi, lekin u, asosan, **bulutsimon** hujayralarning ichki moddasi hisoblanadi va shu joyda sintezlanadi. Bu polisaxarid **jigar, shuningdek, teri, o'pka, me'daning shilliq pardasi** bo'lishi aniqlangan. Geparin tabiiy antikoagulyant hisoblanadi. Tibbiyotda trombozlarni, kuyish, yurak-tomir kasalliklarini davolashda, shuningdek, qon quyishda qonni stabilizatori sifatida qo'llaniladi. Bu polisaxaridning karbonsuv komponentini  $\alpha$ -(1→4)-bog'li disaxariddan tashkil topgan tetrasaxarid fragmentlarini  $\beta$ -glukuron kislota va N-atsetilglyukozamin takrorlanish ko'rinishida tasavvur qilish mumkin. Ulardan birini C-2 o'rnida sulfatlangan L-iduron kislota va N-atsetilglyukozamin bo'lsa, ikkinchisini C-6 o'rnida sulfatlangan  $\beta$ -glukuron kislota va N-atsetilglyukozamin bor.

**Geparin sulfat** – kam sulfatlangan polisaxarid bo'lib, ko'p miqdorda N-atsetil guruhlarga, kam miqdorda – N-sulfat guruhlarga ega bo'lgan xuddi yuqoridagi kabi fragmentlardan tashkil topadi. Trombotsitlar va endotelial hujayralarning yuza qismida uchraydi, bunday bo'lishini sababi ularning antikoagulant sifatidagi funksiyasi bilan bog'liq.

### 7.4.3. Glikoproteinlar va glikopeptidlar.

**Glikoproteinlar** nooqsil tabiatli qismi karbonsuvlardan tashkil topgan murakkab oqsillardir. Bu birikmalarda oqsil o'ziga xos tavsifli asos hisoblanib, unga karbonsuv guruhlari birikadi. Kimyoviy xususiyatlariga mos tarzda glikoproteinlar haqiqiy glikoproteinlarga va proteoglikanlarga bo'linadi. Ular orasidagi farq shundaki, haqiqiy glikoproteinlar, odatda 15-20 gacha oligosaxarid shaklida takrorlanmaydigan monosaxarid komponentlariga ega bo'ladi, proteoglikanlar esa juda ko'p karra takrorlanadigan, asosan o'ziga xos disaxarid tavsifli monosaxarid birliklaridan tashkil topgan bo'ladi.

Haqiqiy glikoproteinlarning molekular og'irligi keng chegaradagi kattalikda, ba'zan 1 mln Da va undan ham ziyod bo'ladi. Ularning tarkibida 10 dan ziyod karbonsuv komponentlari, xususan: D-galaktoza, D-mannoza, D-glyukoza, N-atsetilgalaktozamin, N-atsetilgalaktoza, N-atsetilmannozamin, L-fukoza, D-ksiloza, L-arabinozalar uchraydi. Bu polisaxaridlarning tipik vakili neyramin kislota hisoblanadi. Proteoglikanlar molekular massasi juda yuqori va oqsil qismi mayda bo'ladi. Ularning karbonsuv qismi: gialuron kislota, xondroinsulfat, geparin, geparinsulfat va keratansulfatlardan tashkil topgan.

Glikoprotein va glikopeptidlarning biologik ahamiyati xilma-xildir. U tanlov asosida «tanish» funksiyasi, shuningdek, transport, katalitik va struktura-mexanik funksiyalarini o‘z ichiga oladi.

## **7.5. Karbonsuvlar almashinuvi.**

### **7.5.1. Karbonsuvlar almashinuvi bo‘yicha umumiy mulohazalar.**

Ko‘pincha moddalar almashinuvida karbonsuvlarning funksiyasini, faqat kimyoviy reaksiyalarni energetik ta‘minotini o‘zi xolos deb tushuniladi. Aslida bunday emas. So‘zsiz, organizmda karbonsuvlarning parchalanishi (oksidlanishi) natijasida energiya ajralishi yuz beradi, u keyinchalik ATFning makroergik bog‘lari yordamida zaxiralanadi, karbonsuvlarning oksidlanishiga bog‘liq bo‘lgan holda sintezlangan bu ATFdagi energiya kimyoviy jarayonlarni sodir bo‘lishi va organizmning boshqa ehtiyojlari uchun sarflanadi. Lekin karbonsuvlar moddalar almashinuvi jaryonida yana bir muhim funksiyani bajaradi, ya‘ni ular lipidlar, oqsillar va nuklein kislotalarni biosintezi uchun dastlabki mahsulot vazifasini bajaradi. Organik moddalarni birlamchi biosintezi jarayonida karbonsuvlarda karbon atomlari o‘zaro bog‘lanadi va energiyani zaxiralanishi yuz beradi.

Asosan, karbonsuvlarning parchalanishi boshqa barcha organik birikmalar sintezini karbon atomlari va energiya bilan ta‘minlaydi. Organizmda karbonsuvlarning almashinuvi, asosan, ularni oshqozon-ichak yo‘lida **parchalanishi** va yana besh xil boshqa xildagi jarayonlar, ya‘ni: **glikogenning sintezi va parchalanishi, glyukozaaning anaerob va aerob parchalanishi, geksozalarning o‘zaro almashinuvi, pirouzum kislotasini aerob metabolizmi, glukoneogenez yoki nokarbonsuv mahsulotlardan karbonsuvlarning hosil bo‘lishini** o‘z ichiga oladi.

### **7.5.2. Karbonsuvlarning oshqozon-ichak yo‘lida parchalanishi.**

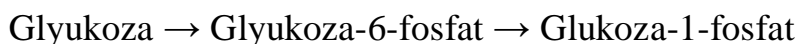
Kraxmal yoki glikogenning parchalanishi so‘lak amilazasi ta‘sirida og‘iz bo‘shlig‘ida boshlanadi. Og‘iz bo‘shlig‘ida dekstrinlar va juda kam miqdorda maltoza hosil bo‘ladi. Keyin ovqat me‘daga o‘tadi. Me‘dada amilazaning ta‘siri yo‘qoladi, chunki me‘da shirasini muhiti nordon bo‘ladi. Kraxmalning parchalanishini muhim fazasi oshqozonosti bezining  $\alpha$ -amilazasi ta‘sirida o‘n ikki barmoqli ichakda bo‘lib o‘tadi. Bu joyda pH ko‘rsatkichi neytralga yaqin bo‘ladi va bunda ferment maksimal faollikka ega bo‘ladi. Ichakda  $\alpha$ -amilazadan tashqari kraxmalni parchalanishida amilo-1,6-glukozidaza va oligo-1,6 glukozidazalar ham ishtirok etadi. Maltoza esa maltaza ta‘siriga duch kelib, u maltozani ikki molekula glyukozagacha parchalaydi. Ichak shirasi tarkibida saxarozaga ta‘sir etuvchi saxaraza fermenti ham bo‘ladi va uni ta‘sirida saxaraza bir molekula glyukoza va bir molekula fruktozagacha parchalanadi. Shuningdek, ichak shirasida laktozaga ta‘sir etuvchi laktaza fermenti uni glyukoza va galaktozagacha parchalanishini ta‘minlaydi.

Shunday qilib, polisaxaridlarning parchalanishi natijasida turli monosaxaridlar hosil bo‘ladi, ular ichak devori orqali har xil tezlikda so‘riladi.

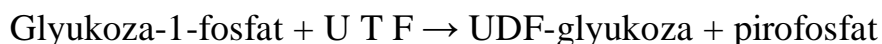
**Glyukoza va galaktoza** boshqa monosaxaridlarga qaraganda tez so‘riladi. Boshqa monosaxaridlar diffuziya yo‘li bilan so‘riladi. Monosaxaridlar so‘rilib qonga o‘tadi. So‘rilgan monosaxaridlarning 90 % (asosan, glyukoza) ichak vorsinkalari kapillarlarlari orqali qon oqimiga va undan darvoza venasi orqali, eng avvalo, jigarga yetkaziladi. Monosaxaridlarning qolgan qismi limfatik yo‘l bilan vena tizimiga o‘tadi. Jigarda ichakdan so‘rilgan glyukozaning ancha qismi glikogenga aylanadi, u jigar hujayralarida mikroskop ostida yaltirab ko‘rinadigan o‘ziga xos shakldagi granula tarzida to‘planadi.

### 7.5.3. To‘qimalarda glikogenning sintezi va parchalanishi

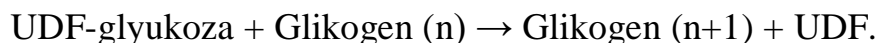
**Glikogenning sintezi** – jigarda va mushaklarda sodir bo‘ladi. Bunda glyukoza, eng avvalo, geksokinaza fermenti, jigarda esa glukokinaza ishtirokida fosforlanishga duch keladi. Keyin glyukoza-6-fosfat fosfoglukomutaza ta‘sirida glyukoza-1-fosfatga aylanadi:



Hosil bo‘lgan glyukoza-1-fosfat glikogenning sinteziga jalb qilinadi. Sintezning birinchi bosqichida glyukoza-1-fosfat UTF bilan ta‘silanib, uridindifosfat-glyukoza (UDF-glyukoza) va pirofosfat hosil qiladi. Bu reaksiya glyukoza-1-fosfat-uridiltransferaza tomonidan katalizlanadi:



Ikkinchi bosqichda, UDF-glyukoza tarkibidagi glyukoza qoldig‘i glikogenning glyukozid zanjiriga ko‘chiriladi. Bunda zanjirga qo‘shiladigan glyukoza qoldig‘ining birinchi karboni bilan glikogen zanjiridagi glyukoza qoldig‘ini to‘rtinchi karboni o‘rtasida  $\alpha$ -(1→4) bog‘ yordamida birikish sodir bo‘ladi. Bu reaksiya glikogensintetaza fermenti tomonidan katalizlanadi:



Hosil bo‘lgan UDF ATF hisobiga fosforlanadi va shu yo‘sinda glyukoza-1-fosfatning almashinuv sikli qayta-qayta takrorlanaveradi. Glikogenning yig‘ilishi qobiliyati (asosan, jigarda va mushakda va kamroq miqdorda boshqa organ va to‘qimalarda ham) hisobiga karbonsuvlarning bu organlarda ma‘lum miqdorda zaxiralanish imkoni yuzaga keladi. Organizmda markaziy asab tizimini qo‘zg‘alanishi natijasida energiya sarfi oshganda, odatda, glikogenning parchalanishi kuchayadi va glyukozani hosil bo‘lishi (glukogenez) kuzatiladi.

Markaziy asab tizimini qo'zg'alanishida effektor organlar va to'qimalarga nerv impulslarini bevosita uzatilishidan tashqari qator ichki sekretsiya bezlari (buyrakusti bezini mag'iz qismi, qalqonsimon bez, gipofiz va boshqalar)ni funksiyasi ham kuchayadi, ulardan ajralib chiqqan gormonlar, eng avvalo, jigar va mushaklardagi glikogenning parchalanishini faollashtiradi.

Glikogenning parchalanishi polisaxaridlarning mobillashuvida muhim ahamiyatga ega. Fosforilazalar polisaxaridlar (glikogen)ni zaxira holatdan metabolitik faol holatga o'tkazadi; fosforilaza ishtirokida glikogen ancha yirik molekulali bo'laklarga parchalanmasdan glyukoza-1-fosfat efiri (glyukoza-1-fosfat)ga aylanadi:



Bu yerda:  $(C_6H_{10}O_5)_p$  -glikogenning polisaxarid zanjiri,  $(C_6H_{10}O_5)_{(n-1)}$  – aynan shu zanjir, lekin u bitta glyukoza qoldiqqa kaltalashgan bo'ladi.

Glikogenning fosfolitik parchalanishi natijasida hosil bo'lgan glyukoza-1-fosfat fosfoglukomutaza ta'sirida glyukoza-6-fosfatga aylanadi. Bu reaksiyani amalga oshirish uchun fosfoglukomutazaning fosforlangan, ya'ni uning faol shakli bo'lishi kerak, u glyukoza-1,6-bisfosfat mavjudligida hosil bo'ladi.

Glyukoza konsentratsiyasini qon tarkibida doimiy bo'lishini ikki xil, ya'ni: glyukoza-ning jigardan qonga o'tishi va uning qondan to'qimalarga o'tib, birinchi galda energetik material sifatida foydalanilishi orqali yuz beradi deb hisoblash mumkin. To'qimalarda (jumladan, jigarda ham) glyukoza ikki xil yo'l bilan: anaerob (kislorodsiz sharoitda) va aerob (kislorod ishtiroki shart bo'lgan sharoitda) parchalanadi.

#### 7.5.4. Karbonsuvlarning oraliq almashinuvi

Organ va to'qimalar hujayralarida karbonsuvlar xilma-xil almashinuv jarayonlariga jalb qilinadi, buning natijasida energiya va oxirgi parchalanish mahsulotlari sut kislotasi,  $CO_2$  va suv hosil bo'ladi. Qator holatlarda parchalanish jarayoni oraliq mahsulotlar hosil bo'lish bosqichida to'xtaydi, bu mahsulotlar boshqa jarayonlarni sodir bo'lishi uchun xomashyo sifatida xizmat qiladi. Masalan, pirouzum kislotasi alaninga, fosfoglitseraldegidga, shuningdek, nuklein kislotalar va h.k.larni tarkibiga kiradigan pentoza (riboza va dezoksiriboza)larni va yog'larni sintezi uchun xizmat qiluvchi oraliq mahsulotlarga aylanishi mumkin. Karbonsuvlarning hujayralardagi almashinuvi kislorodning miqdori yetarli bo'lgan sharoitda bo'lishi mumkin va buni karbonsuvlarning **aerob oksidlanishi** deb yuritiladi. Shuningdek, bu jarayon kislorod etishmasligi sharoitida bo'lishi mumkin, ya'ni bu **anaerob oksidlanish** yo'lidir. Organizmda bu ikki jarayonni amaliy jihatdan bir-biridan ajratib bo'lmaydi, chunki qisqa vaqtda hujayraning kislorod bilan ta'minlanishi o'zgarishi mumkin. Bu jarayonlarni o'rganishni osonlashtirish uchun alohida-alohida ko'rib chiqish maqsadga muvofiqdir.

### 7.5.5. Glyukozani anaerob parchalanishi

Karbonsuvlarning anaerob parchalanishi glyukozani parchalanishidan **glikolizdan** ham, glikogenning parchalanishidan – **glikogenolizdan** ham boshlanishi mumkin. Bu tipdagi parchalanish asosan mushaklarga xos. Anaerob glikoliz – kislorod ishtirokisiz to‘qimalarda kechadigan aralash fermentativ jarayon hisoblanadi. Karbonsuvlarning anaerob parchalanishini mohiyati faollashgan glyukoza (fosfoglyukoza)ning ikki molekula sut kislotagacha parchalanishidir. Bu jarayon natijasida hosil bo‘lgan energiya issiqlik tarzida qisman sarflanadi, qisman ATF tavsifidagi makroergik birikma tarzida yig‘iladi. Glikolizda 2 molekula, glikogenolizda – 3 molekula ATF hosil bo‘ladi.

Glikogenoliz fosforilaza fermenti ta‘sirida glikogendan bir molekula glyukozani glyukoza-1-fosfat ko‘rinishida uzilishidan boshlanadi, u keyinchalik izomerlanib, glyukoza-6-fosfatga aylanadi. Glikolizda glyukoza geksokinaza fermenti yordamida ATF ishtirokida (energiya manbai sifatida) glyukoza-6-fosfatga aylanadi:

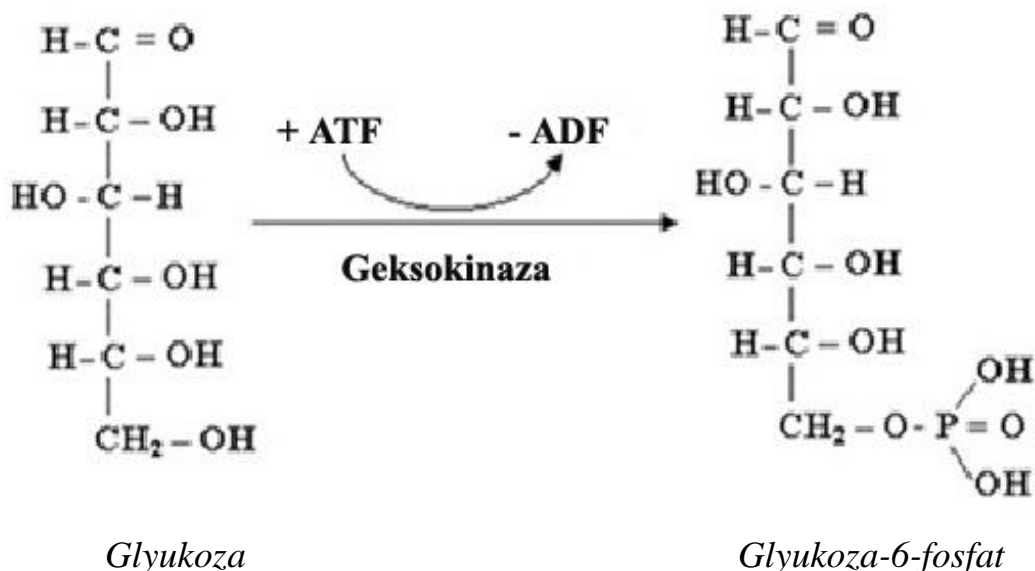


Glikoliza va glikogenolizning bir-biridan faqat boshlang‘ich bosqichlarda, ya‘ni glyukoza-6-fosfat efiri hosil bo‘lgunga qadar farqlanadi, undan keyin bu ikki jarayon bir xil davom etadi. Keyinchalik glyukoza-6-fosfat fruktozo-1,6-difosfatga aylanadi, u aldolaza fermenti ta‘sirida 2 molekula trioza-fosfoglitserin aldegid va fosfodioksiatsetongacha parchalanadi. Organizmda fosfodioksiatseton osongina fosfoglitserin aldegidga aylanadi. Shunday qilib, parchalanishning keyingi bosqichlarida 2 molekula fosfoglitserin aldegidning parchalanishi haqida so‘z yuritiladi.

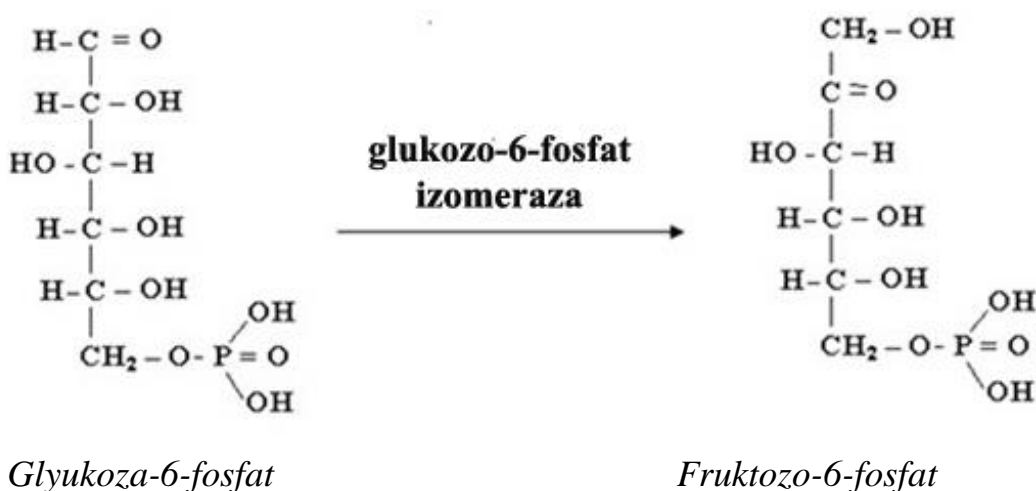
Yuqorida qayd etilganidek, glikoliz (yunoncha, “glyzys” – “shirin” va “lysis” – “erish”, “parchalanish”) glyukozani almashinuviga oid ketma-ket kechadigan murakkab fermentativ jarayon bo‘lib, u odam va hayvonlar organizmi to‘qimalarida kislorod ishtirokisiz 2 molekula sut kislotasi hosil bo‘lishi bilan o‘tadigan reaksiyadir.

Anaerob sharoitlarda hayvon organizmi uchun energiya yetkazib beradigan jarayon-glikolizdir. Aynan shu glikoliz jarayoni mavjudligi tufayli odam va hayvon organizmida kislorod tanqisligi sharoitlarida ma‘lum pallalarda qator fiziologik funksiyalarni amalga oshirilishi ta‘minlanadi. Glikoliz kislorod ishtirokida yuz berganda, buni **aerob glikoliz** deyiladi. Glikoliz jarayonini o‘n bir xil ferment tomonidan katalizlanadi, ularning ko‘pchiligi gomogen, kristall yoki yuqori darajadagi tozalikda ajratib olingan va xossalari o‘rganilgan. Shuni qayd etish o‘rinliki, glikoliz hujayraning gialoplazmasi (sitozoli)da yuz beradi.

Glikolizning **birinchi** fermentativ reaksiyasi, bu fosforlanish, ya‘ni fosfat kislotaga qoldig‘ining ATF energiyasi evaziga glyukoza ko‘chirilishi bo‘lib, u geksokinaza tomonidan katalizlanadi:

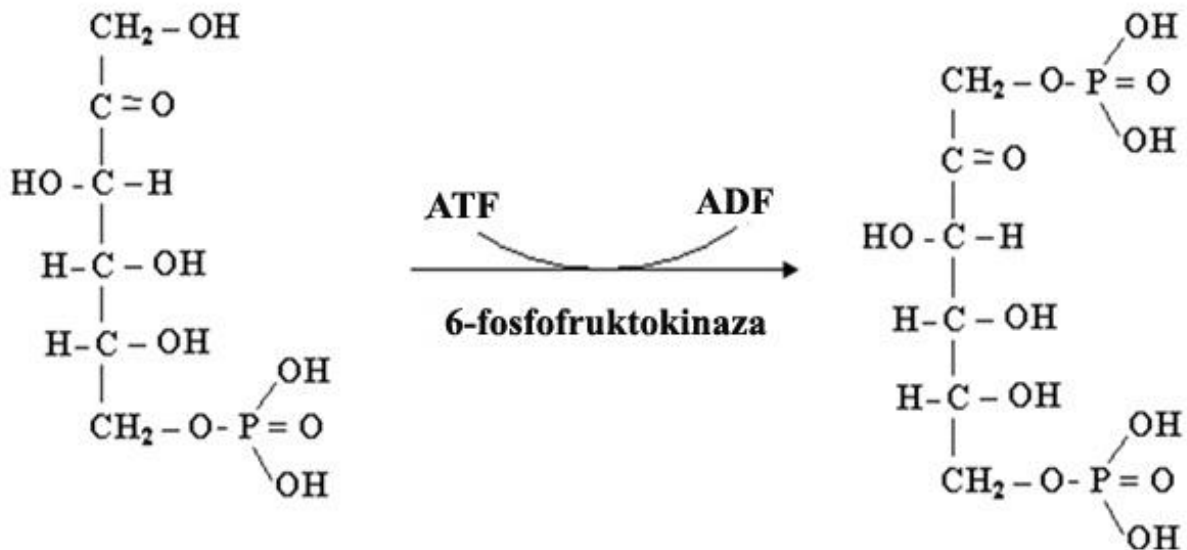


Glikolizning **ikkinchi reaksiyasi glyukoza-6-fosfatning glyukoza-6-fosfat-izomeraza fermenti ta'sirida fruktozo-6-fosfatga aylanishidir:**



Agar birinchi reaksiya ancha miqdordagi erkin energiyani ajralishi bilan bog'liq bo'lib, amaliy jihatdan qaytmas bo'lsa, unda ikkinchi reaksiya juda yengil o'tadi va u yoki bu kofaktorlarning bo'lishiga muhtoj emas.

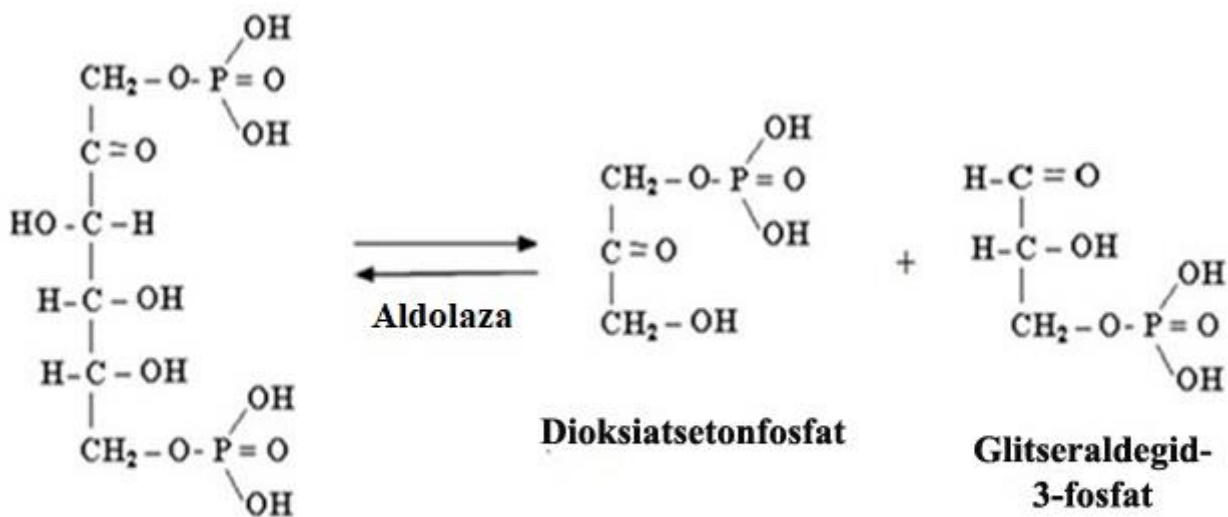
**Uchinchi reaksiya** fosfofruktokinaza fermenti tomonidan katalizlanadi, hosil bo'lgan fruktozo-6-fosfat yana ikkinchi ATF molekulasi yordamida fosforlanadi va fruktozo-1,6-bifosfat ga aylanadi. Bu reaksiya ham qaytmas va sekin ketadi, shu sababli amaliy jihatdan umuman glikolizning tezligini belgilaydi. Fosfofruktokinaza reaksiyasi ATF bilan ingibirlanadi va AMF bilan stimullanadi. U haqiqiy substrat  $\text{MgATF}^{2+}$  ning hosil bo'lishi uchun zarur bo'lgan  $\text{Mg}^{2+}$  ishtirokida ketadi. Hujayraning tinim holatida ATF/ADF nisbat yuqori bo'lganda fosfofruktokinazaning faolligi kamayadi, glikoliz sekinlashadi. Hujayraning funksional faolligida ATF miqdori kamayadi va glikoliz tezlashadi. Qayd qilingan reaksiya tenglamasini sxemasi quyidagicha:



*Fruktoza-6-fosfat*

*Fruktoza-1,6-bifosfat*

**To'rtinchi reaksiya** aldolaza fermenti tomonidan katalizlanadi. Bu ferment ta'sirida fruktozo-1,6-bifosfat ikkita fosfotriozalarga aylanadi:



**Fruktozo-1,6-bifosfat**

**Dioksiatsetonfosfat**

**Glitseraldegid-3-fosfat**

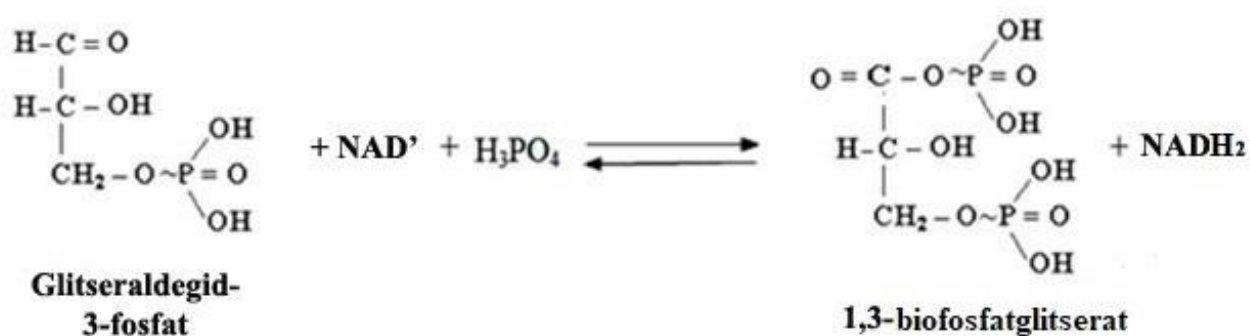
Bu reaksiya, ya'ni dioksiatsetonfosfat va glitseraldegid-3-fosfatlarning hosil bo'lish reaksiyasi qaytar reaksiya sanaladi. Haroratga bog'liq holda reaksiya muvozanati yo chap yoki o'ng tomonga siljishi mumkin. Xususan, harorat ko'tarilganda reaksiya trifosfatlar hosil bo'lishi tomonga qarab siljiydi.

**Beshinchi reaksiya** triozofosfatlarning izomerizatsiyasi, ya'ni triozofosfatizomeraza fermenti ishtirokida dioksiatsetonfosfatning glitseraldegid-3-fosfatga aylanishi:



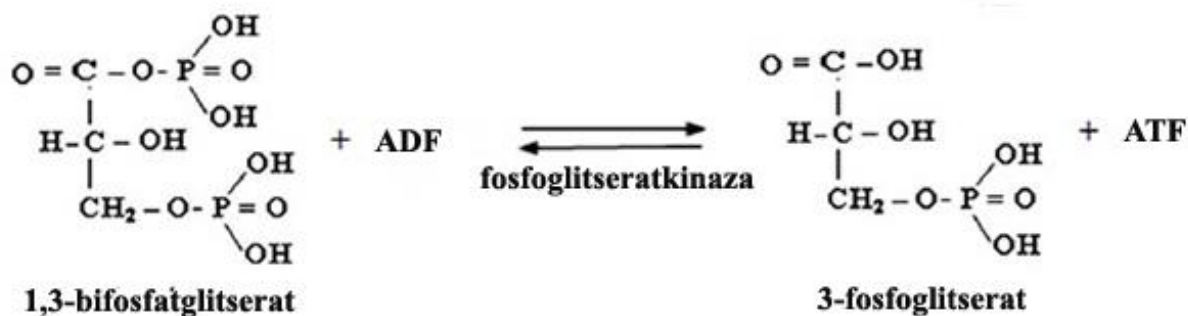
Glitseraldehid-3-fosfatning hosil bo'lishi bilan glikolizning **birinchi bosqichi o'z** nihoyasiga yetadi. Uning **ikkinchi bosqichi** ancha murakkab va muhimdir. U oksidlanish-qaytarilish reaksiya (glikolitik oksireduksiya) ning substratli fosforlanish bilan bog'langan reaksiyalari bo'lib, bu jarayon natijasida ATF hosil bo'ladi.

**Oltinchi reaksiya** natijasida glitseraldehid-3-fosfat glitseraldehid-fosfatdehidrogenaza, koferment NAD va anorganik fosfat ishtirokida o'ziga xos oksidlanishga duch kelib, 1,3-bifosfoglitserin kislota va NADH<sub>2</sub> (NADFH<sub>2</sub>)larning qaytarilgan shakllarini hosil qiladi. Bu reaksiya quyidagicha sodir bo'ladi:



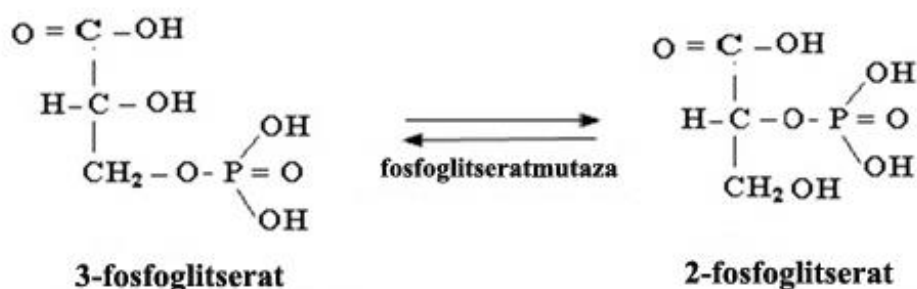
Hosil bo'lgan 1,3-bifosfoglitserat yuqori energiyali birikma (makroergik bog' shartli ravishda ~ "tilde" bilan belgilanadi) hisoblanadi. Glitseraldehidfosfatdehidrogenazaning ta'sir mexanizmi shundayki, anorganik fosfor mavjudligida NAD<sup>+</sup> glitseraldehid-3-fosfatdan ajralayotgan vodorodning akseptori bo'lib xizmat qiladi. NADH<sub>2</sub>ni hosil bo'lish jarayonida glitseraldehid-3-fosfat ferment molekulasiga uning SH-guruhi yordamida birikadi. Hosil bo'lgan bog'lanish energiyaga boy, lekin u barqaror emas va anorganik fosfor ta'sirida parchalanadi. Bunda 1,3-bisfosfoglitserin kislotasi hosil bo'ladi.

**Yettinchi** reaksiya fosfoglitseratkinaza tomonidan katalizlanadi, bunda energiyaga boy fosfat qoldiq (1-o'rindagi)ning ADFga ko'chirilishi orqali ATFga aylanishi, shuningdek, 3-fosfoglitserin kislotaning hosil bo'lishi kuzatiladi:

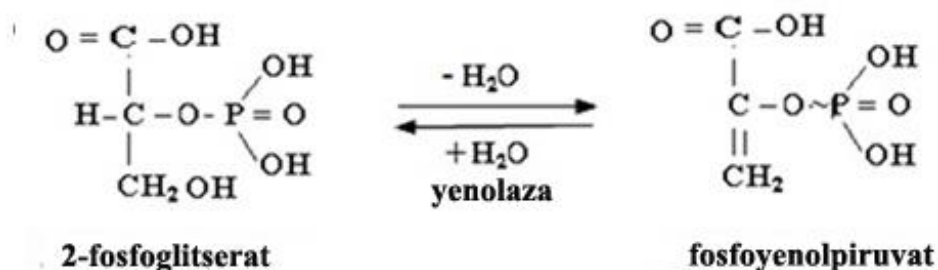


Shunday qilib, glitseraldegidfosfat-degidrogenaza va fosfoglitserratkinazalar ishtiroki tufayli glitseraldegid-3-fosfatning karbonil guruhgacha oksidlanishidan hosil bo'lgan energiya ATF shaklida zaxiralanadi. Oksidlanuvchi fosforlanishdan farqli o'laroq, ATFning bu yo'sinda hosil bo'lishini **substratli fosforlanish** deb yuritiladi.

**Sakkizinchi reaksiya** qolgan fosfat qoldiqni molekula ichida ko'chirilishi tufayli sodir bo'ladi va natijada 3-glitserin kislotasi 2-fosfoglitserin kislotaga aylanadi. Yuqoridagi fosfoglukomutaza reaksiyasida glyukoza-1,6-bifosfat kofaktor vazifasini bajargani kabi, bu reaksiyada 1,3 bifosfoglitserin kislotasi kofaktor sifatida ishtirok etadi:

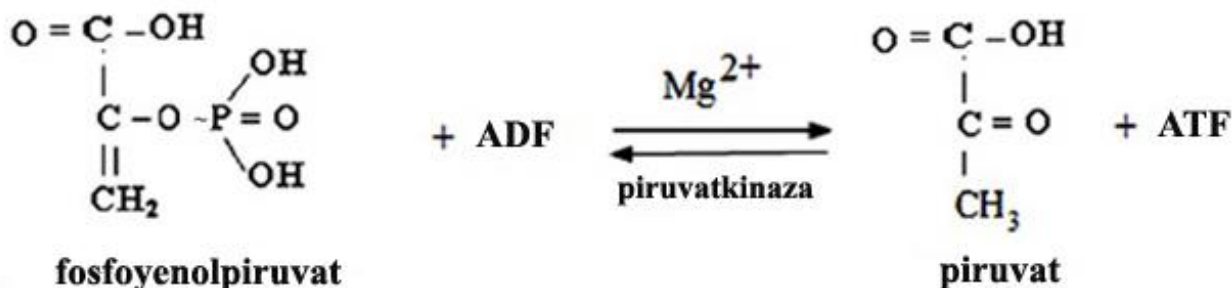


**To'qqizinchi reaksiya** yenolaza fermenti tomonidan katalizlanadi, bunda 2-fosfoglitserin kislotadan suv molekulasini ajralib chiqishi natijasida u fosfoyenolpiruvat kislota aylanadi, fosfat bog' esa makroergik bog' bo'lib qoladi:

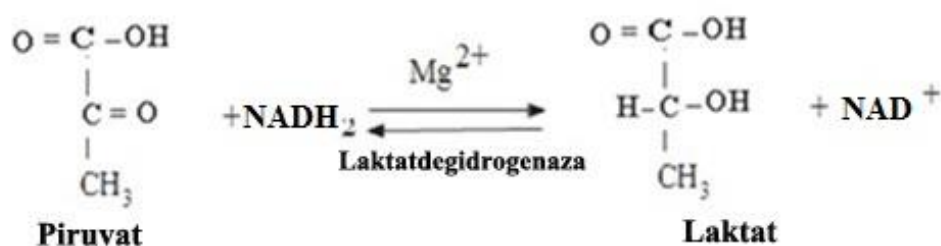


Yenolazaning faollovchisi magniy va marganes ionlari, ingibitori esa ftoridlardir.

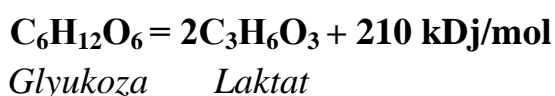
**O'ninchi reaksiya yuqori** energiyali bog'ning uzilishi va fosfat qoldiqning fosfoyenolpiruvatdan ADFga ko'chirilishi (substratli fosforlanish) bilan tavsiflanadi. Bu reaksiya piruvatkinaza tomonidan katalizlanadi:



O‘n birinchi reaksiya natijasida pirouzum kislotasining qaytarilishi va sut kislotaga aylanishi yuz beradi. Bu reaksiya laktatdehidrogenaza fermenti va oltinchi reaksiyada hosil bo‘lgan koferment  $\text{NADH}_2$  ishtirokida bo‘lib o‘tadi:



Glikolizning biologik ahamiyati, eng avvalo, energiyaga boy fosforli birikmalarning hosil bo‘lishi bilan bog‘liq. Glikolizning dastlabki bosqichlarida ikki molekula ATF (geksokinaza va fosfofruktokinaza reaksiyalari) sarflanadi. Keyingi reaksiyalarda to‘rt molekula ATF (geksokinaza va fosfofruktokinaza reaksiyalari) hosil bo‘ladi. Shunday qilib, anaerob sharoitdagi glikolizning energiya samaradorligi bir molekula glyukoza hisobiga ikki molekula ATFDan iborat. Ma‘lumki, glyukoza ikki molekula sut kislotasigacha parchalanishi natijasida erkin energiya o‘zgarishi taxminan 210 kDj/molni tashkil qiladi:



Bu energiya miqdoridan 126 kDj issiqlik tarzida sochilib ketadi, uning 84 kDj (maksimal) ATF ning fosfat bog‘lari tarzida yig‘iladi, ATF molekulasining makroergik bog‘i taxminan 33,6-42,0 kDj/molga teng. Shunday qilib, anaerob glikolizning foydali ish koeffitsiyenti 0,4 (84/210 kDj) ga yaqin.

Glikolizning alohida reaksiyalari uchun erkin energiyani o‘zgarish kattaligi odamlarning intakt eritrotsitlarida aniqlangan. Ko‘rsatib berilganki, glikolizning sakkizta reaksiyasi muvozanatga yaqin, uchtasi (geksokinaza, fosfofruktokinaza, piruvatkinazalar) esa erkin energiyani ancha kamayishi orqali yuz beradi, ya‘ni amaliy jihatdan qaytmas reaksiya hisoblanadi.

Yuqorida qayd etilganidek, glikoliz tezligini limitlaydigan reaksiya fosfofruktokinaza reaksiyasidir. Glikolizni tezligini limitlanishi va boshqarilishining ikkinchi bosqichi fosfofruktokinaza reaksiyasi hisoblanadi. Bundan tashqari, glikolizning nazorati LDG va uning izofermentlari tomonidan sodir bo‘ladi. To‘qimalar ( yurak, buyrak va h.k.)dagi aerob metabolizmlarda LDG<sub>1</sub> va LDG<sub>2</sub> izofermentlarini ishtiroki kuchliroq bo‘ladi. Bu izofermentlar hattoki piruvatning past konsentratsiyasida ham ingibirlanadi, bu esa sut kislotasini hosil bo‘lishiga qarshilik ko‘rsatadi va pirouzum kislotasi, aniqrog‘i, atsetil-KoAni uch karbon kislotalari siklida to‘liq oksidlanishiga olib keladi. Odamlarda glikoliz energiyasidan ancha yuqori darajada foydalanadigan to‘qimalar, masalan, skelet mushaklarida asosiy izofermentlar LDG<sub>5</sub> va LDG<sub>4</sub> hisoblanadi. LDG<sub>5</sub>ning faolligi piruvatning konsentratsiyasi LDG<sub>1</sub>ni ingibirlaydigan darajada bo‘lganda maksimal bo‘ladi. LDG<sub>4</sub> va LDG<sub>5</sub> izofermentlarining ko‘p bo‘lishi anaerob glikolizni jadallashtirib, piruvatning sut kislotaga aylanishini tezlashtiradi.

#### **7.5.6. Glyukoza ning aerob oksidlanishi.**

Organizm da energiyani hosil bo‘lishining asosiy yo‘li karbonsuvlarning aerob oksidlanishidir. Bunda glyukoza kislorod ishtirokida oksidlanib ko‘p miqdorda energiya ajralib chiqadi, uni ancha qismi ATF molekula(38-39)larini sintezlash uchun ketadi. Me‘yoriy sharoitda ko‘p hayvon va o‘simlik hujayralari aerob sharoitda bo‘ladi va o‘zidagi organik “yoqilg‘ini” to‘liq CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>O gacha oksidlaydi. Bunda pirouzum kislota laktatgacha qaytarilmasdan, balki CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>O gacha oksidlanadi. Aerob jarayon quyidagi sxemaga muvofiq ketadi:



Glyukoza ni aerob oksidlanishi ikki xil: to‘g‘ri va teskari yo‘l bilan sodir bo‘ladi. Jigar va buyraklarda glyukoza ning teskari oksidlanish yo‘li ustun keladi. Bu jarayonning borishida glyukoza molekulasini dastlab ikki molekula fosfotriozaga (jarayon karbonsuvlarning anaerob parchalanishiga o‘xshash), keyinchalik pirouzum kislotaga aylanadi.

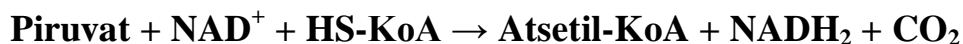
##### **7.5.6.1. Pirouzum kislotani oksidlanuvchi dekarboksillanishi**

Pirouzum kislotani oksidlanuvchi dekarboksillanishi natijasida atsetil-KoA hosil bo‘ladi, bu jarayon qator fermentlar va kofermentlarning strukturaviy jihatdan birlashgan piruvatdegidrogenaza kompleksi deb nomlangan mulferment tizimi ishtirokida yuz beradi.

Piruvatning oksidlanuvchi dekarboksillanishi mitoxondriyalarning matriksida sodir bo‘ladi: unda uchta ferment (piruvatdegidrogenaza, digidrolipoilatsetiltransferaza, digidrolipoildegidrogenaza) va beshta koferment – TPF, lipoy kislota amidi, koenzim A, FAD va NADlar ishtirok etadi. Kofermentlarning uchtasi (TPF-E<sub>1</sub>, lipoamid-E<sub>2</sub> va FAD-

E<sub>3</sub>) ferment bilan mustahkam ravishda birikadi, qolgan ikkitasi (HS-KoA va NAD) esa osongina dissotsiatsiyalanadi. Bu subbirlikli tuzilishga ega bo'lgan fermentlar va kofermentlarning hammasi birgalikda yagona kompleksni hosil qiladi. Shu sababga ko'ra, oraliq reaksiya mahsulotlari bir-biri bilan o'zaro ta'sirlanishi mumkin.

Pirouzum kislotani oksidlanuvchi dekarboksillanishi natijasida pirouzum kislotasi atsetil KoAga aylanadi, tenglamani quyidagicha ifodalash mumkin:

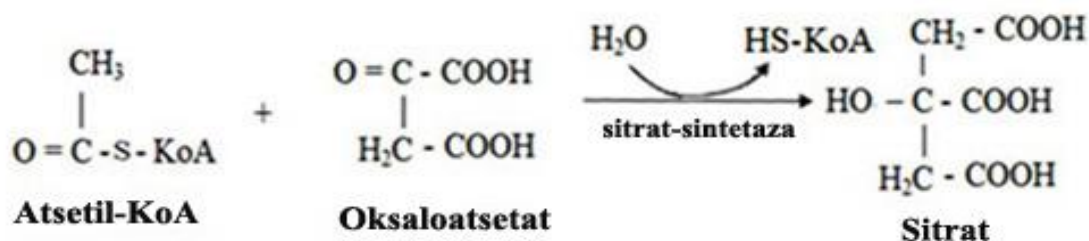


Oksidlanuvchi dekarboksillanish jarayonida hosil bo'lgan atsetil KoA ning oksidlanishi davom etib, eng so'nggida CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>O hosil bo'ladi. Atsetil-KoA ning bu xildagi to'liq oksidlanishi uch karbon kislotalar (Krebs) siklida yuz beradi. Bu jarayon, shuningdek, piruvatning oksidlanuvchi dekarboksillanishi hujayralarning mitoxondriyalarida bo'lib o'tadi.

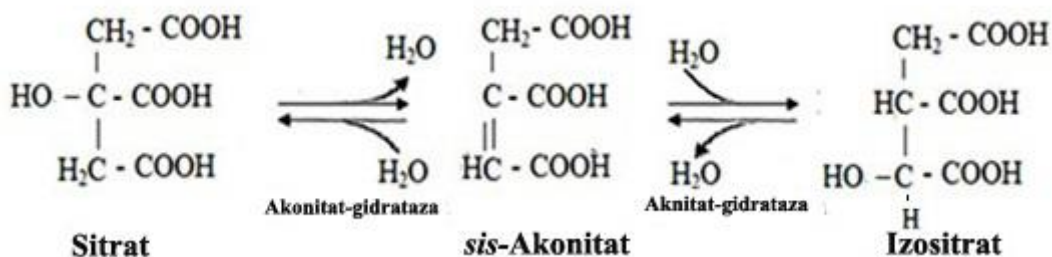
### 7.5.6.2. Uch karbon kislotalar (Krebs sikli).

Atsetil-KoA ning to'liq oksidlanishi uch karbon kislotalar siklida bo'lib o'tadi. Uch karbon kislotalar siklini birinchi bo'lib ingliz biokimyogari G.Krebs (1933) fanga ma'lum qilgan edi. Bu jarayon piruvatning oksidlanuvchi dekarboksillanishi kabi hujayraning mitoxondriyalarida bo'lib o'tadi va ketma-ket sodir bo'ladigan sakkiz xil reaksiyani o'z ichiga oladi.

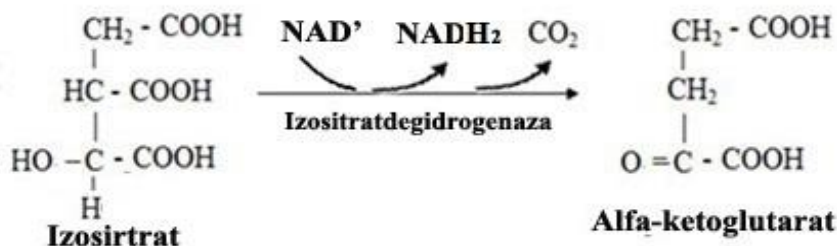
**Birinchi reaksiya** sitrat-sintetaza tomonidan katalizlanadi:



**Ikkinchi reaksiya** natijasida oldingi reaksiyada hosil bo'lgan limon kislota degidrogidrotatsiyalanishga duch kelib sis-akotin kislotani hosil qiladi, u esa suvni biriktirib izolimona kislota aylanadi. Bu reaksiyada akonitatgidrataza fermenti ishtirok etadi, reaksiya natijasida sitrat molekulasida H va OH larning o'zaro almashinuvi sodir bo'ladi:



**Uchinchi reaksiya**, aftidan, Krebs sikli tezligini limitlaydi, reaksiyani tarkibida NAD tutuvchi izositratedegidrogenaza katalizlaydi va bunda izolimona kislota degidrogenlanadi va dekarboksillanadi:



Tenglamadan ko'rinib turibdiki, bu reaksiya davomida izolimona kislota bir yo'la dekarboksillanadi. Bu reaksiyani faollovchisi sifatida ADF, shuningdek, magniy va marganes ionlari qatnashadi.

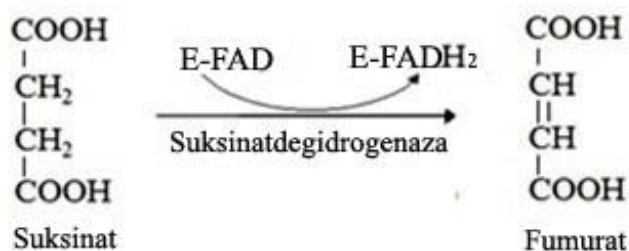
**To'rtinchi reaksiya** davomida  $\alpha$ -ketoglutar kislota oksidlanuvchi dekarboksillanishi yuz berib, reaksiya natijasida yuqori energetik birikma suksinil-KoA hosil bo'ladi. Bu reaksiyani sodir bo'lish mexanizmi piruvatning atsetil-KoAgacha oksidlanuvchi dekarboksillanishiga o'xshash. Ikkala reaksiyada ham besh xil kofermentlar: TPF, lipoy kislota amidi, HS-KoA, FAD va NADlar ishtirok etadi. Reaksiya quyidagi sxemaga muvofiq sodir bo'ladi:



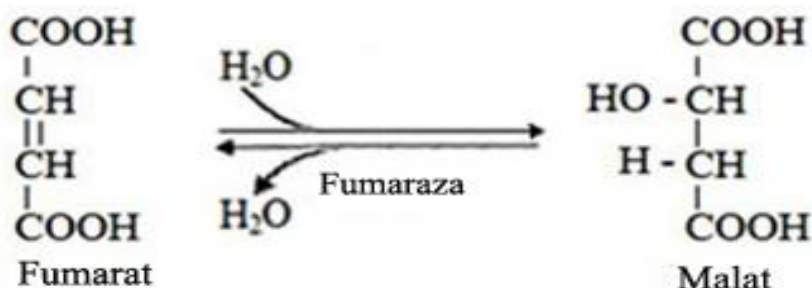
**Beshinchi reaksiya** suksinil-KoA-sintetaza fermenti tomonidan katalizlanadi. Reaksiya natijasida qahrabo kislota va yuqori energiyali fosfat bog'li GTF hosil bo'ladi:



**Oltinchi reaksiya** natijasida suksinat degidrogenlanib fumar kislota aylanadi. Bu reaksiya molekulasida FAD kofermenti bo'lgan suksinatdegidrogenaza fermenti tomonidan katalizlanadi. Suksinatdegidrogenaza hujayra mitoxondriyasining ichki membranasi bilan mustahkam birikkan bo'ladi. Reaksiya tenglamasi quyidagicha:



**Yettinchi reaksiya** fumaratgidrataza fermenti ishtirokida bo‘lib o‘tadi va bunda fumar kislota olma kislotaga aylanadi:



Uch karbon kislotalar siklining **sakkizinchi reaksiyasi** davomida mitoxondrial NAD-ishtirokli malatdehidrogenaza ta’sirida malat oksaloatsetatga aylanadi:



Uch karbon kislotalarning bir aylanish siklida sakkizta fermentativ reaksiya natijasida bir molekula atsetil-KoAning to‘liq “yonishi” yuz beradi. Siklning cheksiz davom etib turishi uchun tizimga doimiy ravishda atsetil-KoAning kirib turishi, qaytarilgan shaklga o‘tgan koferment ( $\text{NAD}^+$  va  $\text{FAD}^+$ )lar esa qayta-qaytadan oksidlanib turishi lozim. Krebs sikli va oksidlanuvchi fosforlanish yo‘li bilan bir molekula atsetil-KoA ning oksidlanishi natijasida 12 molekul ATF hosil bo‘ladi.

Piruvatning atsetil-KoA gacha oksidlanuvchi dekarboksillanishi natijasida bir molekula  $\text{NADH}^+$  (ATFning 3 molekulasi) hosil bo‘ladi. Binobarin, bir molekula glyukozani parchalanishidan ikki molekula piruvat hisil bo‘ladi, o‘z navbatida ularni oksidlanib ikki molekula atsetil-KoA va bundan keyin ularning uch karbon kislotalari siklida ikki marta aylanishi natijasida 30 molekula ATF (piruvat bir molekulasining oksidlanishi 15 molekula ATF) sintezlanadi.

Bunga yana aerob glikolizda hosil bo‘lgan 2 molekula ATF ni va glikolizning dehidrogenaza reaksiyasidagi 2 molekula glitseraldehid-3-fosfatning oksidlanishidan hosil

bo'lgan 2 molekula  $\text{NADH}_2$  ning mitoxondriya tashqarisida oksidlanishi hisobiga sintezlangan 6 molekula ATFni qo'shish lozim.

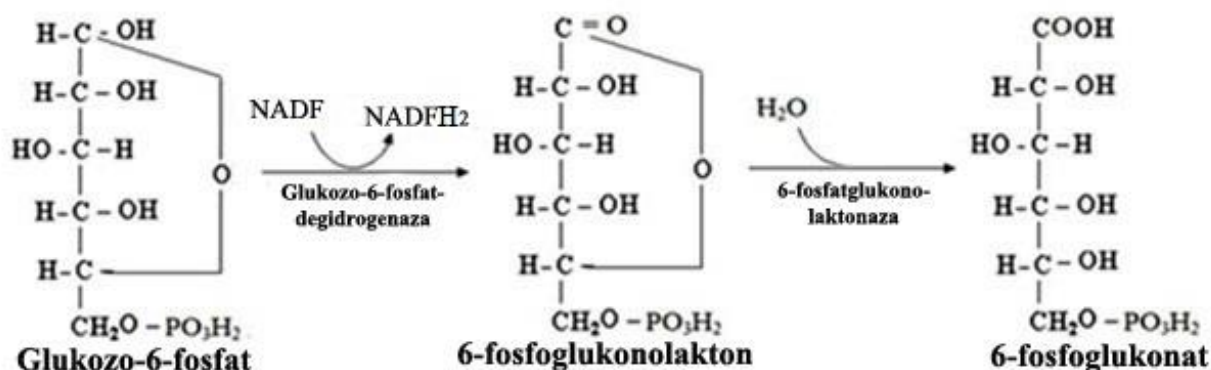
Shuni qayd etish o'tish o'rinliki, to'qimalarda bir molekula glyukozani quyidagi tenglamaga muvofiq:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$  oksidlanishidan jami 38 molekula ATF sintezlanadi. Energetik nuqtayi nazardan glyukozaning to'lik parchalanishi, anaerob glikolizdan ancha samaralidir.

### 7.5.6.3. Karbonsuvlarning pentozafosfat sikli

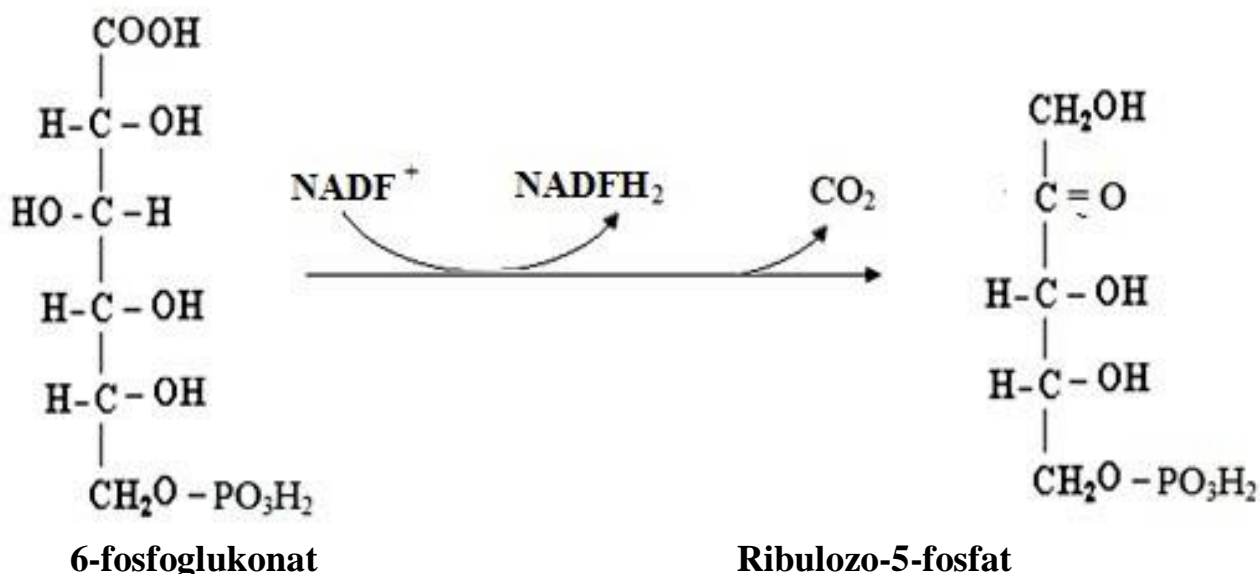
O.Varburg, F.Lipman, F.Dikkens va V.A.Engelgardlarning ishlari, pentozafosfat sikli deb nomlangan, karbonsuvlarning to'g'ridan-to'g'ri oksidlanishini o'rganishga bag'ishlandi. Karbonsuvlarning mumtoz (uch karbon kislotalar) sikli yoki Krebs sikli va pentozafosfat sikli o'rtasidagi farqli jihat geksozomonofosfat hosil bo'lish bosqichidan boshlanadi. Agarda glyukoza-6-fosfat fruktozo-6-fosfatgacha izomerlanib, ikkinchi marta fosforlansa va fruktozo-1,6-bifosfat ga aylansa, bu holatda karbonsuvlarning keyingi parchalanishi odatdagi glikolitik yo'l bilan pirouzum kislotasini hosil bo'lishi yuz berib, u oksidlanib atsetil-KoA ga aylanadi, keyin Krebs siklida "yonadi". Agar geksozo-6-fosfata ning ikkinchi fosforlanishi yuz bermasa, fosforlangan glyukoza to'g'ridan-to'g'ri parchalanib, fosfopentozalargacha oksidlanadi. Me'yoriy sharoitda miqdoriy jihatdan glyukozaning pentozafosfat yo'li bilan parchalanish ulushi uncha katta bo'lmay, u har xil organizmlarda to'qimalarning tipi va funksional holatiga bog'liq holda turli ko'rsatkichlarda sodir bo'ladi.

Sutemizuvchilarda pentozafosfat siklining faolligi nisbatan jigarda, buyrakda, embrional to'qimada va sut bezlarida laktatsiya davrida yuqori bo'ladi. Modda alamashinuvida bu yo'lni ahamiyati katta. U yog' kislotalari, xolesterin va h.k.larning biosintezi uchun kerak bo'lgan qaytarilgan  $\text{NADH}_2$  yetkazib beradi. Pentozofosfat sikl evaziga organizmning  $\text{NADH}_2$ ga bo'lgan talabi 50 % ga qondiriladi. Bundan tashqari, pentozofosfat sikl nuklein kislotalari va ko'p kofermentlarni sintezi uchun pentozofosfatlarni yetkazadi. Pentozafosfat sikli reaksiyalari hujayraning sitoplazmasida bo'lib o'tadi.

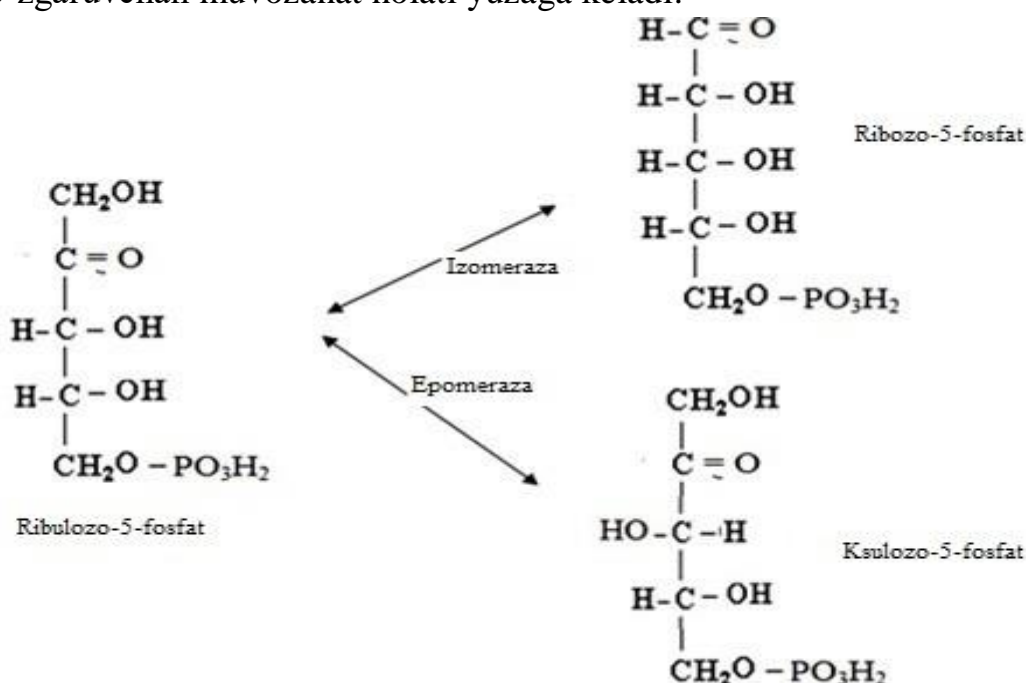
Glyukoza-6-fosfatning **birinchi** degidrogenlanish reaksiyasi quyidagicha ketadi:



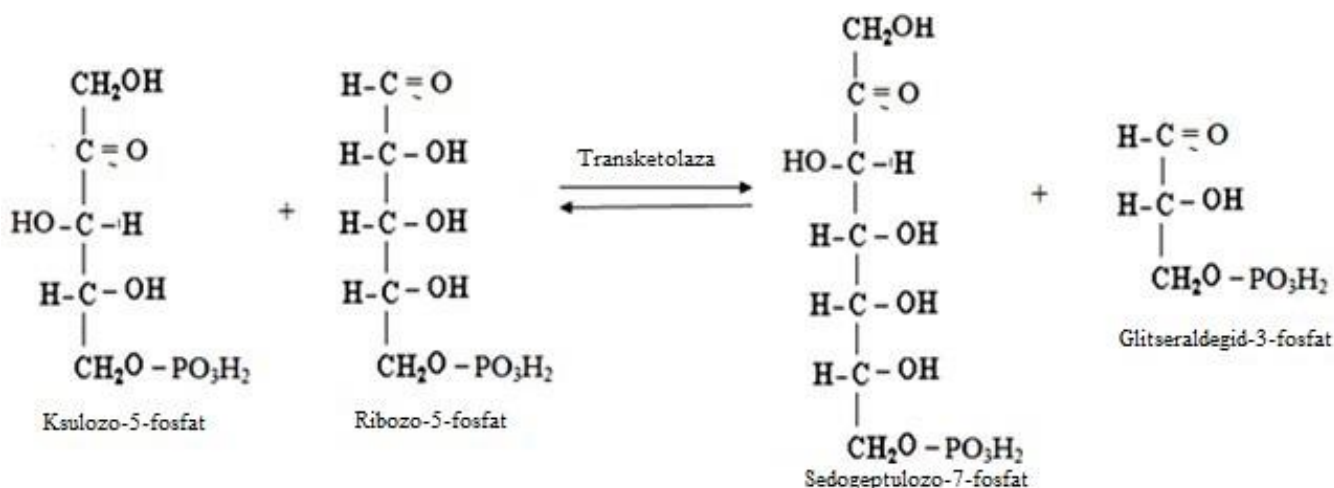
Keyingi bosqichda degidrirogenlanish va dekarboksillanish bo'lib o'tadi. Reaksiya natijasida fosforlangan ketopentoza – D-ribuloza-5-fosfat va yana 1 molekula NADFH<sub>2</sub> hosil bo'ladi.



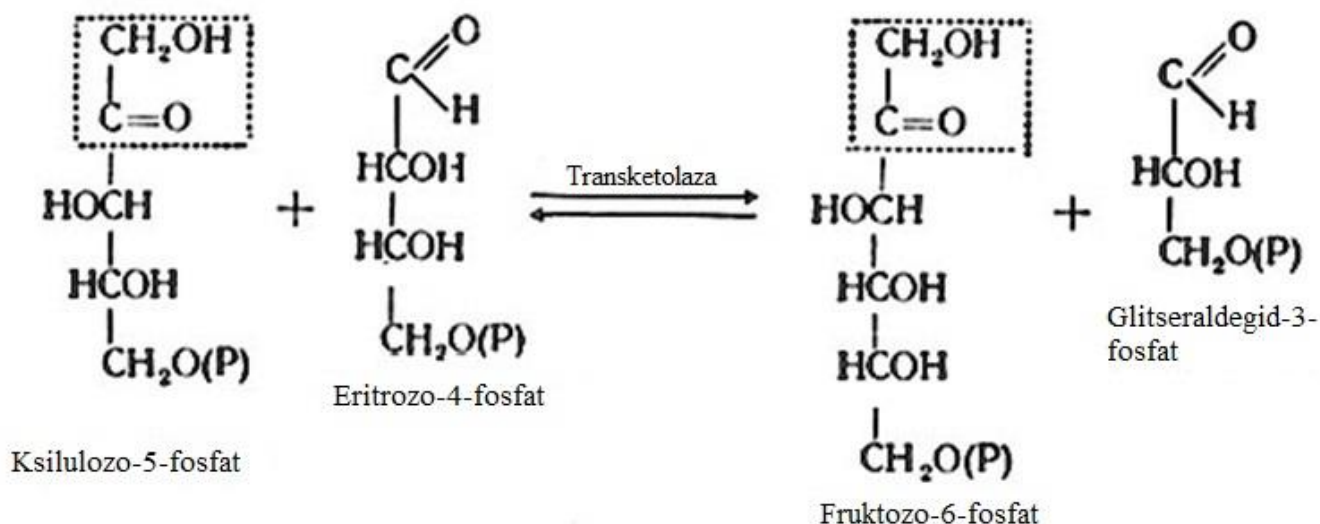
Tegishli epimeraza ta'sirida ribuloza-5-fosfatdan boshqa fosfopentoza-ksilulozo-5-fosfat hosil bo'lishi mumkin. Bundan tashqari, ribulozo-5-fosfatga maxsus izomeraza ta'sir etganda u osongina ribozo-5-fosfatga aylanadi. Bu xildagi pentozofosfatlar shakllari o'rtasida o'zgaruvchan muvozanat holati yuzaga keladi:



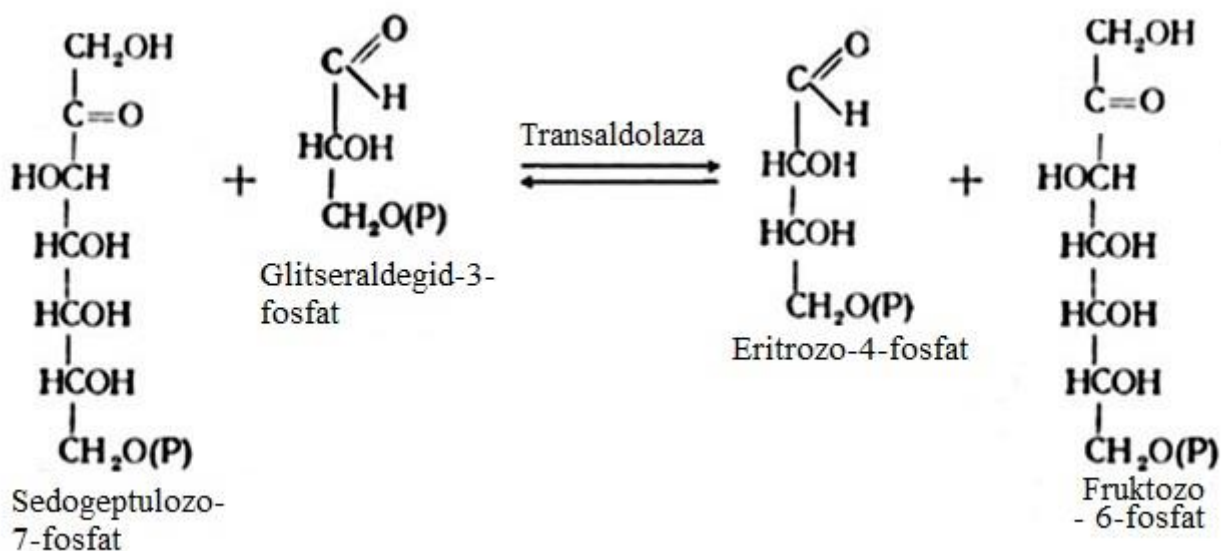
Ma'lum sharoitlarda pentozofosfat sikl nihoyasiga yetishi mumkin. U anaerob sharoitda bo'lib o'tadi. Pentozofosfat siklining oksidlanishsiz reaksiyasini asosiy bosqichi transketolaza va transaldolaza hisoblanadi. Bu reaksiyalar izomer pentozo-5-fosfatlarni almashinuvini katalizlaydi:



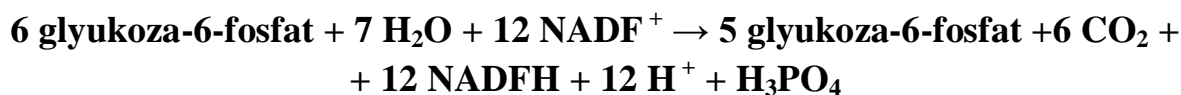
Pentoza siklida transketolaza reaksiyasi ikki marta uchraydi, ikkinchi holatda ksilulozo-5-fosfatning ikkinchi molekulasini eritrozo-4-fosfat bilan ta'sirlanishi natijasida fruktozo-6-fosfat va triozofosfatga aylanishida yuz beradi:



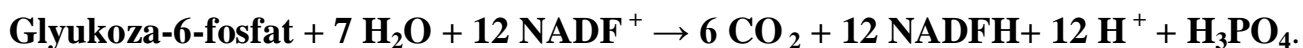
Transaldolaza fermenti dioksiatseton qoldig'ini (lekin erkin dioksiatsetonni emas) sedogeptulozo-7-fosfatdan glitseraldegid-3-fosfatga ko'chirish reaksiyasini katalizlaydi:



Pentozofosfat sikli orqali glyukoza-6-fosfatni CO<sub>2</sub> gacha to‘liq oksidlanishi yuz berishi mumkin. Bunda 6 molekula glyukoza-6-fosfat ribulozo-5-fosfat hosil qilib, yangidan 5 molekula glyukoza-6-fosfatagacha regeneratsiyalanadi. Lekin bu siklga kirgan glyukoza-6-fosfat molekulasi to‘lig‘icha oksidlanadi degan gap emas, bunda 6 molekula CO<sub>2</sub> ning barchasi olti molekula glyukoza-6-fosfatlarning C-1 atomlaridan hosil bo‘ladi. Reaksiyaning yig‘indi tenglamasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:



Reaksiyaning umumiy qiymatlari bo‘yicha qisqartirilganda quyidagicha bo‘ladi:

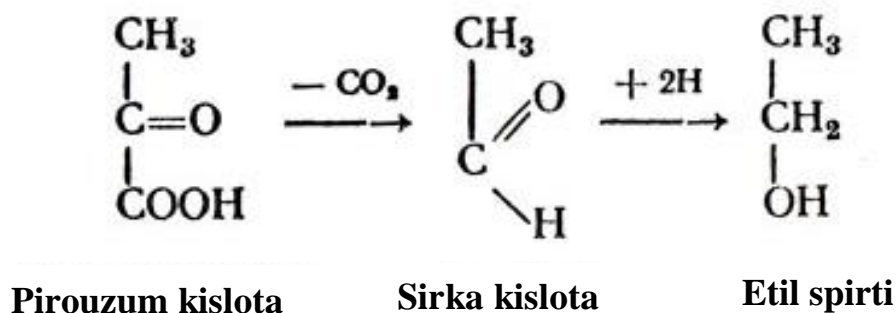


Hosil bo‘lgan NADFH<sub>2</sub> sitozolda qaytariluvchi sintetik jarayonlarda foydalaniladi va, odatda, mitoxondriyalarda yuz beradigan oksidlanuvchi fosforlanishda ishtirok etmaydi.

### 7.5.7. Mikroorganizmlar ishtirokida karbonsuvlarni achishi

Karbonsuvlarning hayvonlar organizmi to‘qimalarida, o‘simliklar to‘qimalarida va mikroorganizmlardagi biokimyoviy almashinuv yo‘llari juda o‘xshash. Lekin mikroorganizmlarning karbonsuvlardan foydalanishiga oid ba‘zi xususiyatlari, katta amaliy ahamiyatga ega ekanligi nuqtayi nazardan masalani mukammalroq o‘rganishni talab qiladi. Havo kislorodi mavjudligida ko‘p mikroorganizmlar nafas olish jarayonida karbonsuvlarni o‘zlashtiradi. Bu holatda glyukozeni karbonat angidrid va suvgacha parchalanishi yuqorida mukammal ravishda ko‘rib chiqilgan yo‘l asosida amalga oshadi. Turli mikroorganizmlar tomonidan glyukozeni anaerob sharoitda parchalanish jarayonlari katta qiziqish uyg‘otadi. Bu xil tadqiqotlarning natijalari qimmatli ovqat mahsulotlarini olish imkonini beradi. Bu jarayonlar “achish” nomi bilan ma‘lum. Glyukozeaning spirtli

achish mexanizmlari I.M.Manasseyin, E.Byuxner, A.N.Lebedev va boshqa mualliflarning ishlarida yoritilgan. Achitqi hujayralari fermentlari ta'sirida glyukoza yoki glikogenning yuqorida keltirilganidek, pirouzum kislotasigacha parchalanishi sodir bo'ladi. Pirouzum kislota keyin dekarboksillanib sirka aldegidiga aylanib, u etil spirtigacha qaytariladi:



Shunday qilib, spirtli achishning so'nggi mahsuloti CO<sub>2</sub> va etil spirti hisoblanadi.

Sutni achitish bakteriyalari karbonsuvlarni sut kislota, moy kislota va h.k. kislotalarga aylantiradi. Achish jarayoni mexanizmini o'rganishda L.Paster kislorodning mo'lligi sharoitida glikoliz jarayoni tormozlanishiga e'tiborni qaratdi. Bu daliliy holat **Paster samarasi** deb yuritiladi. Keyinchalik, hayvon va o'simlik to'qimalarida ham **Paster samarasi** kuzatildi, bunda ma'lum bo'ldiki, kislorod anaerob glikolizni tormozlar ekan. Paster samarasining ahamiyati, ya'ni kislorod mavjudligida anaerob glikolizdan yoki achishdan nafas olishga o'tish hujayrani energiya olishning ancha samarali va tejamli yo'li tomon safarbar qilinishini bildiradi Natijada substratni sarflash tezligi, masalan, glyukozani kislorod ishtirokida bo'lganda pasayadi. Odam va hayvonlardagi Paster samarasining molekular mexanizmi aftidan ATF sintezi uchun kerak bo'lgan ADF uchun nafas olish va glikoliz (achish) jarayonlari o'rtasidagi raqobatga bog'liq. Ma'lumki, aerob sharoitlarda anaerob sharoitga nisbatan fosfat kislota va ADFni ajratib chiqarilishi, ATF generatsiyasi, shuningdek, qaytarilgan NADH<sub>2</sub>ni oksidlanib NAD<sup>+</sup> ga regeneratsiyalanishi ancha samarali bo'lib o'tadi. Boshqacha qilib aytganda, kislorod ishtirokida fosfat kislota va ADFning ko'payishi, unga mos tarzda ATFning ko'payishi anaerob glikolizni susayishiga olib keladi. Odatda, achishda achish mahsulotiga maxsus shirinlik va xushbo'y hid beradigan qo'shimcha mahsulotlar hosil bo'ladi. Masalan, uzum shirasini achishidan etil spirti hosil bo'lishi bilan birga kam miqdorda har xil aldegidlar, efirlar va boshqa moddalar ham hosil bo'ladi, ular vinoni o'ziga xos xushbo'y hidi – "buket"ini belgilaydi. Spirtli achishda yuqori molekularli spirtlar: butil, amil va boshqalar hosil bo'ladi, ular tozalanmagan spirtga noxush ta'm va hid berishi tufayli sanoatda "sivush moyi" deb yuritiladi. Achish jarayonidan xalq xo'jaligida keng foylaniladi. Masalan, vino va spirt-arog ishlab chiqarishi alkogol achish bilan sut sanoati, sabzavotlarni tuzlash, silos tayyorlash sutli achish bilan, pishloq tayyorlash va qator boshqa sanoatlar yog'li achish bilan bog'liq.

### 7.5.8. Karbonsuvlar almashinuvining boshqarilishi

Odam va hayvonlarda karbonsuvlar almashinuvining barcha bosqichlaridagi sintetik va parchalanish jarayonlarni markaziy asab tizim (MAT) va gormonlar tomonidan boshqariladi. To‘qimalar doimiy ravishda qondan kirib kelgan glyukozani qabul qilib turishiga qaramay, sog‘lom hayvon organizmining qonidagi glyukozaning miqdori nisbatan doimiy ko‘rsatkichda bo‘ladi. Sog‘lom odam qonidagi glyukozaning miqdori 0,08-0,11 % atrofida bo‘ladi. Kavshovchi hayvonlarda bu ko‘rsatkich birmuncha kam – 0,04-0,08 % atrofida bo‘ladi. Glyukozaning to‘qimalar tomonidan o‘zlashtirilishi qancha jadal bo‘lsa, glikogenning jigardagi parchalanishi shuncha kuchli bo‘ladi va qondagi kamaygan glyukoza o‘rni doimo to‘ldirib turiladi. Karbonsuv almashinuvining borishi va qondagi miqdorini doimiyligi gipofiz, oshqozonosti bezi va buyrak usti bezlari gormonlari tizimi orqali boshqariladi. Karbonsuvlar almashinuvini boshqarilishida MAT muhim ahamiyatga ega. Tashqi omillar (ruhiy holatlar: qo‘rquv hissi, qo‘rqish, quvonish va boshqalar) va boshqarish mexanizmlarini markaziy asab tizimida aks ettiradigan ichki qo‘zg‘alanishlar karbonsuvlar almashinuviga ta’sir etadi.

Karbonsuv almashinuvini namoyish qilishda mumtoz misol sifatida K.Bernar tomonidan amalga oshirilgan shakar markazini qo‘zg‘atuvchi “shakar ukoli”ni keltirib o‘tish mumkin. Miyani bu qismini qo‘zg‘alantirish birdaniga qon tarkibidagi shakar miqdorini oshishiga sababchi bo‘ladi. Organizmda bunday qo‘zg‘atuvchi ta’sir qon tarkibidagi shakarning kamayib ketishi (gipoglikemiya)da namoyon bo‘ladi. Bu holatda nerv tizimi impulslari buyrakusti beziga yo‘naltiriladi va uning miya qismida **adrenalin**ning ajralishini stimullaydi. Adrenalin fosforilaza fermentini faollaydi, u o‘z navbatida glikogenni parchalanishini katalizlaydi. Buning natijasida glyukozaning qondagi miqdori me’yor darajasigacha oshadi, u esa qo‘zg‘alanish ta’sirini yo‘qolishiga olib keladi. Karbonsuv almashinuvini boshqariluvchi adrenalindan tashqari qator gormonlar tomonidan ham amalga oshiriladi. Gipofizning oldingi qismi geksokinaza faolligiga bo‘g‘uvchi ta’sir ko‘rsatish orqali glyukozaning oksidlanuvchi parchalanishini (uning fosforilanishini) dastlabki bosqichida tormozlaydi. Oshqozonosti bezi gormoni-insulinning qon tarkibidagi glyukoza miqdorini kamaytirishi organizm hujayralarining glyukozadan foydalanishda mas’ul bo‘lgan fermentlar faolligini oshirish orqali sodir bo‘ladi. Tiroksin organizmda umumiy almashinuvni jadallashtiradi va glyukozani oksidlanish jarayonini kuchaytiradi. Shuningdek, glyukozani qondagi miqdorini boshqaradigan fiziologik mexanizmlar ham bor. Glyukozaning qondagi konsentratsiyasi me’yoriy chegarada bo‘lganda, u buyrak kapellarlaridan o‘tmaydi, shu sababli sog‘lom holatda siydik tarkibida glyukoza bo‘lmaydi. Agar qondagi glyukozaning miqdori 0,17-0,18 %dan ziyod bo‘lsa (buyrakning “ostonaviy shakar chegarasi”), glyukoza organizmdan siydik orqali chiqa boshlaydi – **glukozuriya** paydo bo‘ladi. Shunday qilib, karbonsuvlar almashinuvini baholashda qon va siydik tahlili natijalaridan foydalaniladi.

### 7.5.9. Karbonsuvlar almashinuvining izdan chiqishi

Yuqorida qayd etilganidek, shakarning qon tarkibidagi ko'rsatkichi ishonarli darajada doimiy qiymatga ega bo'ladi. Shakarning qondagi miqdori yangi tug'ilgan chaqaloqlarda – 20-30 mg %, yosh bolalarda – 80-120 mg %, voyaga yetganlarda – 70-100 mg %, keksalarda – 85-110 mg % bo'ladi. Har qanday tirik organizmda karbonsuvlar almashinuvi, almashinuv reaksiyalarida ishtirok etuvchi fermentlar faolligiga ta'sir etuvchi omillar ishtirokida boshqariladi. Bu omillar jumlasiga: substratlar konsentratsiyasi, alohida reaksiya mahsulotlari (metabolitlari)ning miqdori, kislorod rejimi, daraja, biologik membranalarining o'tkazuvchanligi, kofermentlarning konsentratsiya va h.k.lar kiradi. Qondagi glyukoza miqdorining o'zgarishi karbonsuvlar almashinuvining izdan chiqishi darajasini tavsiflaydi. Bu holatlar jumlasiga, avvalo, giper- va gipoglikemiyalarni kiritish mumkin.

**Giperglikemiya** bu – organizmning shunday holatiki, u qondagi shakar miqdorining oshib ketishi bilan tavsiflanadi. Giperglikemiya glyukozaning qonga oshiqcha miqdorda kirishi yoki uni organizm hujayralari tomonidan kam miqdorda foydalanilishi tufayli kelib chiqadi. Giperglikemiyaning kelib chiqishiga fiziologik (karbonsuvlarni ortiqcha miqdorda iste'mol qilish, har xil ruhiy va h.k.) holatlar ham, patologik omillar (shakarli diabet, surunkali infeksiyon kasalliklar, miya shishi, ruhiy kasalliklar) ham sabab bo'lishi mumkin. Bunda shakarning qondagi miqdori 3-5 marta oshib ketishi va juda katta ko'rsatkichlar-(300-400 mg % va undan ziyod)ga yetishi mumkin. Uning kelib chiqishi fiziologik tavsifli bo'lganda qisqa vaqtli bo'ladi va 2-3 soatdan keyin shakarning qondagi konsentratsiyasi me'yoriy ko'rsatkichgacha pasayadi. Ko'pincha giperglikemiyalar glukozuriyaga aylanadi, bunda siydik tarkibida glyukoza paydo bo'ladi. Bu qonda glyukoza miqdorini 160-180 mg %dan oshganda kuzatiladi. Shu ko'rsatkich buyrakning **ostonaviy shakar chegarasi** deb nomlanadi. Buyraklarda doimiy ravishda qonning filtrlanish jarayoni sodir bo'ladi, buning natijasida barcha toksik tavsifli moddalar siydik orqali organizmdan chiqarilib turiladi. Bir vaqtning o'zida boshqa moddalar buyrak tomonidan reabsorbsiyalanadi, ya'ni qaytadan qonga o'tadi. Shu xildagi moddalar jumlasiga glyukoza ham kiradi. Lekin buyrak kanalchalari tomonidan glyukozaning qayta qonga so'rish qobiliyati cheklangan. Eksperimental yo'l bilan isbotlanganki, buyraklar hamma shakarni qonga qayta reabsorbsiyalash qobiliyati bo'yicha uning qondagi miqdori 160 mg %dan ziyod bo'lmasligi kerak. Glyukoza konsentratsiyasi 160-180 mg % oshsa, buyraklar bunday ko'p miqdordagi shakarni so'rishning uddasidan chiqmay qoladi va u siydikda paydo bo'ladi.

**Gipoglikemiya** voyaga yetgan odamlar qonining tarkibidagi shakarning miqdori 50 mg % va undan kam bo'lishi bilan tavsiflanadi. Gipoglikemiya insulinning ortiqcha sintezlanishi yoki insulinga antagonist bo'lgan gormonlarning ishlab chiqarilishini tegishli tarzda pasayishi natijasida yuzaga keladi. Bunda glikogenning sintezlanishi kuchayadi.

Karbonsuv almashinuvining izdan chiqishi **qandli diabet** hisoblanadi. Ushbu kasallik irsiy patologiya hisoblanib, klinik belgilari simptomlar uchligi: giperglikemiya, glukozuriya va ketonemiyali ketonuriya bilan birgalikdagi ko‘rinishda namoyon bo‘ladi. Qandli diabetning asosiy sababi insulin ishlab chiqarilishini pasayishi hisoblanadi. Yuqorida ta’kidlanganidek, insulin glyukoza almashinuvida muhim rol o‘ynaydi, u glyukozaning fosforillanishini va tana hujayralariga o‘tishini ta’minlab, oksidlanish asosida hujayralarni hayoti uchun zarur bo‘lgan energiyani ajratadi.

Shuning uchun insulin yetishmaganda bu jarayon susayadi, bu esa bir tomondan qonda glyukozaning konsentratsiyasini oshishiga (giperglikemiya va glukozuriyaning rivojlanishiga) olib kelsa, boshqa tomondan hujayralar energiya tanqisliga duch keladi.

Organizm bu tanqislikni glukoneogenez jarayonlarini faollashtirish (yog‘lar va oqsillarning parchalanishini oshirish va ularni uglevodlarga aylantirish) orqali bartaraf etadi. Bunda yog‘larning parchalanishini so‘nggi mahsulotlaridan biri – Krebs sikliga kiradigan atsetil-KoA ko‘p miqdorda yig‘iladi, u oksidlanib, tana hujayralari uchun kerak bo‘lgan energiyani ajratadi.

Qandli diabetda bu jarayon ham cheklangan bo‘ladi, chunki bir vaqtning o‘zida yog‘ning oksidlanishi bilan birga oqsil va aminokislotalarning parchalanish jarayonlari ham faollashadi. Bu xil parchalanish mahsulotlarini parchalanish natijasida organizm uchun o‘ta toksik ammiak ajraladi. Organizmda uning zararsizlantirilishi turli yo‘llar bilan yuz beradi, xususan  $\alpha$ -ketoglutar kislota bilan ta’sirlanish asosida konsentratsiya pasayadi. Bu kislota Krebs siklining asosiy tarkibiy qismlaridan biri bo‘lgani va bunga mos holda ammiakni neytrallashtirishda sarflanganligi sababli Krebs sikli faolligini pasayishiga olib keladi. Lekin bu kislota yog‘lar va aminokislotalarning jadal parchalanishi tufayli hosil bo‘ladigan ko‘p miqdordagi atsetil-KoA ni oksidlay olmaydi. Ortiqcha miqdordagi atsetil-KoA jigarga kirib, undan atseton yoki keton tanachalari sintezlanadi.

Keton tanachalari qonga o‘tadi, natijada ularning miqdori ancha oshib ketadi: agar qondagi atseton tanachalarini me‘yoriy darajasi 1 mg % atrofida bo‘lib, siydik bilan bir kecha-kunduzda 40 mg % gacha ajralsa, qandli diabetda qondagi miqdori 100 mg % gacha oshib ketadi – atsetonemiya (ketonemiya), siydik bilan esa 50 g gacha ajralib chiqadi – atsetonuriya (ketonuriya). Qon tarkibida atseton tanachalari kabi nordon birikmalarning ko‘payishi qonning pH ni nordonlashtiradi. Bunda atseton tanachalari faqat siydik orqaligina ajratilmasdan, balki o‘pka orqali (nafas olganda) va teri orqali (terlaganda) ham ajraladi va bunda bemordan atsetonning hidi kelib turadi.

Karbonsuvlarning almashinuvini izdan chiqish holatlari jumlasiga bu almashinuv jarayonlarida ishtirok etuvchi fermentlar faol bo‘lmasligi yoki faollikning past bo‘lishi bilan tavsiflanadigan ba’zi irsiy kasalliklar ham kiradi. Bu xil kasalliklar jumlasiga galaktozemiya, glikogenozlar, laktoza, saxaroza va h.k.larning hazm bo‘lmasligi bilan bog‘liq kasalliklar kiradi.

**Galaktozemiyada** bolalarda galaktozaning glyukoza ga aylanishini katalizlovchi fermentning bo'lmashligi qayd qilinadi. Bu kasallik organizmda ko'p miqdorda galaktoza yig'ilishi bilan tavsiflanadi, u o'zini toksik modda sifatida namoyon qilishi tufayli, ayniqsa, emizikli chaqaloqlar uchun xavflidir.

**Glukogenozlar** glikogeni glyukoza gacha parchalanishining izdan chiqishi bo'lib, u jarayonni katalizlovchi fermentlarning yetishmasligi bilan tavsiflanadi. Bu kasallikda organlar (jigar, mushak va h.k.)dagi glikogen ko'payib ketadi, atrofiya jarayonlarini kuchaytiradi, hujayralarda esa glyukoza va energiyaga nisbatan tanqislik kuzatiladi.

Boshqa irsiy kasalliklar jumlasiga **laktoza va saxarozani** organizm tomonidan **qabul qila olmasligi** kiradi. Bu kasalliklar emizikli chaqaloqlarda bo'ladi va ichakda o'zaro mos holda laktaza va saxaraza yo'ligi tufayli kelib chiqadi. Bunda ichak parchalanmagan disaxaridlarga to'ladi, ular ichak mikroflorasi tomonidan parchalanib nordon mahsulotlar (sut, moy kislotalar)ga aylanadi. Bu nordon mahsulotlarning kasal bolalar ichaklarida to'planishi og'ir, davomli diareyaning rivojlanishiga sababchi bo'ladi.

### **Materiallarni mustahkamlash uchun savollar:**

1. Karbonsuvlar qayerda uchraydi?
2. Karbonsuvlar qanday funksiyalarni bajaradi?
3. Karbonsuvlarning tasnifi va nomenklaturasi.
4. Karbonsuvlar qanday tuzilishga ega?
5. Monosaxaridlarning stereoizomerlari sonini hisoblash uchun qanday formuladan foydalaniladi?
6. Trioza va tetrozalar nechtadan stereoizomerga ega?
7. Pentozalar va geksozalar nechtadan stereoizomerga ega?
8. Yarim atsetal gidroksilga xos reaksiyalar.
9. Karbonil guruhga xos reaksiyalar.
10. Monosaxaridlarning spirtlar, kislotalar bilan reaksiyalari.
11. Monosaxaridlarning kuchsiz oksidlovchi moddalar bilan oksidlanish reaksiyalari.
12. Monosaxaridlarning kuchli oksidlovchilar bilan oksidlanish reaksiyalari.
13. Monosaxaridlarning qaytarilish reaksiyalari.
14. Monosaxaridlardan aminohosilalar hosil bo'lish reaksiyalari.
15. Monosaxaridlarning  $\alpha$ -va  $\beta$ -shakllari qanday farqlanadi?
16. Qutblangan nurni o'ngga va chapga buruvchi monosaxaridlar qanday farqlanadi?
17. Glyukoza va riboza nechtadan stereoizomerlarga ega?
18. Ribuloza va fruktoza nechtadan stereoizomerlarga ega?
19. Triozalar va tetrozalarning vakillari.
20. Pentoza, geksozalarning tabiiy manbalari.
21. Oligosaxaridlarga qanday shakarlar kiradi?
22. Qaytaruvchi va qaytarmovchi disaxaridlarning xossalari.

23. Qaysi qaytaruvchi disaxaridlarni bilasiz?
24. Qaysi qaytarmovchi disaxaridlarni bilasiz?
25. Laktoza qaysi monosaxaridlardan tashkil topgan? Saxaroza va sellobiozachi?
26. Polisaxaridlar qanday tuzilgan va qaysi xossalarga ega?
27. Kraxmal va glikogenlar qanday tuzilgan va qaysi xossalarga ega?
28. Selluloza va gemitsellulozalar qanday tuzilgan va qaysi xossalarga ega?
29. Inulin qanday tuzilgan va qanday xossalarga ega?
30. Geteropolisaxaridlarning qanday vakillari bor?
31. Glikoproteinlar va glikopeptidlar qanday tuzilishga ega?
32. Glikoproteinlar va glikopeptidlarning biologik ahamiyati.
33. Karbonsuvlar almashinuvining umumiy tavsifi.
34. Karbonsuvlarning oshqozon-ichak traktida parchalanishi.
35. Glikogenning to‘qimalarda sintezlanishi va parchalanishi.
36. Glyukozani anaerob parchalish reaksiyalarida qanday fermentlar ishtirok etadi?
37. Glyukozani aerob parchalish reaksiyalarida qanday fermentlar ishtirok etadi?
38. Glyukozaning anaerob glikolizining energiya balansi.
39. Energetik jihatdan glikolizning qaysi turi foydali?
40. Pentoza fosfat siklining biologik roli qanday?
41. Pentoza fosfat siklining bosqichlari.
42. Karbonsuvlar almashinuvining izdan chiqishi va u bilan bog‘liq qanday kasalliklar mavjud?
43. Gipoglikemiya, giperglikemiya va glukozuriya nima?
44. Qandli diabetning sabablari nimada?
45. Glikogenozlar qanday kelib chiqadi?

## **8. MODDA VA ENERGIYA ALMASHINUVI. BIOENERGETIKA**

### **8.1. Moddalar almashinuvi haqida umumiy tushuncha**

Yuqorida ta’kidlanganidek, biologiyaning zamonaviy rivojlanishida moddalar almashinuvini o‘rganish markaziy o‘rinni egallaydi. Umumiy tarzda “moddalar almashinuvi” deganda tirik organizmlarda yuz beradigan ko‘pdan-ko‘p kimyoviy o‘zgarishlarni har tomonlama tushuntirib berish tushuniladi. Organizmga kirgan oziq-ovqat mahsuloti murakkab kimyoviy o‘zgarishlarga duch keladi. Tirik organizmlarda sodir bo‘ladigan moddalar almashinuvi doimiy ravishda bir-biri bilan uzviy bog‘liq va qarama-qarshi bo‘lgan ikki xil jarayon: assimilyatsiya (anabolizm) va dissimilyatsiya (katabolizm)lardan tashkil topgan.

**Assimilyatsiya** – organizmga tashqi muhitdan kirib kelayotgan mahsulotlardan foydalanish va ularni qayta ishlash demakdir. Tirik mavjudotlarda yuz beradigan hayotiy jarayonlarining me’yor chegarasida kechishi uchun kislorod, suv, oqsil, yog‘, minerallar

va boshqa birikmalarni doimiy ravishda yetkazilib turilishi lozim. Organizm bu moddalarni o‘zlashtirish shakliga keltiradi va keyin ulardan o‘z tanasining tarkibiy qismlarini tiklash va yangilash uchun foydalanadi.

**Dissimilyatsiya** assimilyatsiyaning qarama-qarshi tomoni hisoblanadi. U organizmning tarkibiy qismlari birikmalarini oddiyroq moddalarga parchalanishi va keyinchalik parchalanish mahsulotlarini hayotiy jarayonlarning so‘nggi mahsulotlari sifatida atrof-muhitga chiqarilishidan iborat. Moddalar almashinuvining asosida ko‘pdan-ko‘p kimyoviy reaksiyalar yotadi, ular uzviy ketma-ketlikda sodir bo‘ladi va bir-biri bilan chambarchas bog‘liqdir.

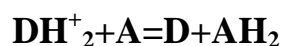
Bu reaksiyalar fermentlar tomonidan katalizlanadi va u organizmning barcha hayotiy jarayonlarini boshqarishini amalga oshiradigan markaziy asab tizimi tomonidan nazorat qilinadi. Moddalar almashinuvini shartli ravishda organizmga ozuqa moddalarni qabul qilish va oxirgi parchalanish mahsulotlarini ajratib chiqarilishiga oid **tashqi almashinuv**ga va organizm hujayralarida ozuqa moddalarining o‘zaro almashinuvini ta‘minlovchi **ichki-oraliq almashinuv**ga ajratish mumkin.

Organizmga kirgan oziq moddalar energik va sintetik jarayonlar uchun sarflanadi. Organizmda bu ikkala o‘zaro uzviy bog‘liq bo‘lgan jarayon bir vaqtning o‘zida yuz beradi. Ovqat mahsulotlari parchalanganda energiya ajraladi, u organizmning maxsus birikmalari sintezi uchun sarflanadi.

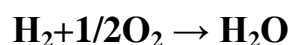
Karbonsuvlar, yog‘lar, yoki oqsillar va ularning parchalanish mahsulotlari to‘g‘ridan-to‘g‘ri hujayralardagi hayotiy jarayonlar uchun “yoqilg‘i” bo‘lib xizmat qila olmaydi. To‘qimalarning nafas olishi, achish va glikoliz kabi moddalar almashinuvi bo‘yicha markaziy hisoblangan jarayonlar natijasida murakkab organik birikmalar molekulalarida mujassam bo‘lgan energiyaning asta-sekin ajralishi va akkumulatsiyalanishi yuz beradi. Modda almashinuvini o‘rganishning asosiy usuli oganizmga kirib kelgan va ajratib chiqarilayotgan moddalar muvozanatini hamda ularning energetik qiymatini aniqlashga asoslangan.

## 8.2. Biologik oksidlanish haqidagi ta‘limot

Biologik oksidlanish nazariyasini rivojlantirishda rus olimlari A.N.Bax (1897) va V.I.Palladin (1907)larning ishlari katta ahamiyatga ega. Kimyoviy nuqtayi nazardan, nafas olish asta-sekin yuz beradigan oksidlanishdir. Vodorod yoki elektronlar donor  $DH_2$ dan akseptor A ga o‘tadi:



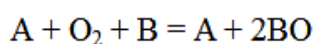
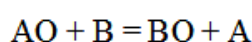
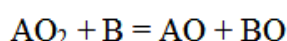
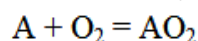
Bunda donor oksidlanadi va akseptor qaytariladi. Oksidlovchi-qaytaruvchi reaksiyalarning oxirida vodorod kislorod bilan birikadi:



A.N.Bax o'zining nazariyasida molekular kislorodning organik moddalarning oksidlovchisi sifatidagi ta'siri faqat faollashib, uning molekulasidagi bog'lardan birini uzilishidan keyin yuz beradi, degan fikrga asoslangan. Faollashuv muhitda oson oksidlanagan birikma mavjudligida sodir bo'ladi va bunda peroksidlar hosil bo'ladi:



Keyin peroksidlar boshqa molekullarni oksidlaydi. Shu yo'sinda peroksidlar sifatidagi oraliq mahsulotlarning hosil bo'lishi yo'li bilan oksidlanish bo'lib o'tadi:



Umuman olganda, A.N.Baxning bu g'oyasi **nafas olishning peroksid nazariyasi** deb nomlandi. Lekin, turli xil nafas olish substratlarining asosiy oksidlanish yo'lini haqiqiy mexanizmi boshqacha bo'lar ekan. V.I.Palladin glyukozani oksidlanishi misolida biologik oksidlanish mexanizmining asosiy qoidalarini tushuntirib berdi:



Aerob bosqich:



Bu ikki tenglamani yig'indisidan quyidagi natija kelib chiqadi:



A.N.Baxning g'oyasini umumlashtirgan holda, uni nafas olishning **peroksid nazariyasi** deb ataldi. Biologik oksidlanish mexanizmini asosiy qoidalari V.I.Palladin tomonidan glyukozaning oksidlanishi misolida tushuntirib berildi.

Anaerob bosqich:



Aerob bosqich:



Bu ikki tenglamani yig'indisidan kelib chiqadi:



Bu yerda: R- vodorodni oraliq tashuvchilari (V.I.Palladin bo'yicha pigmentlar yoki xromogenlar).

Yuqoridagi keltirilgan tengamalarga asoslanib, quyidagilarni bayon qilish mumkin:

1. Karbonat angidrid hosil bo'lishi bilan boradigan to'qimani nafas olishini birinchi bosqichi, kislorod ishtirokini talab qilmaydi va anaerob sharoitda amalga oshadi. Karbonat angidrid tarkibidagi kislorod – bu suv yoki substrat tarkibidagi kislorod hisoblanadi.

2. Nafas olishning dastlabki anaerob bosqichida kislorodni faollashtiradigan birikmalar emas, balki oksidlanuvchi substratlardan vodorodni ajralishini katalizlovchi maxsus degidrogenazalar muhim rol o'ynaydi.

3. Degidrogenazalar ishtirokida oksidlanuvchi substratlardan vodorodni ajratib oladigan birlamchi akseptor V.I.Palladin tomonidan xromogenlar deb nomlangan maxsus termolyabil moddalar hisoblanadi.

Hozirgi vaqtda ularning xromogenlar emas, balki kofermentlar (NAD, NADF, FMN yoki FAD) ekanligi aniqlandi, ular to'g'risidagi mulohazalar quyida yuritiladi. Bu kofermentlar qaytarilgan va oksidlangan (degidrogenlangan) shakllarda bo'lishi mumkin, ya'ni ular vodorodni oraliq tashuvchilari rolini o'ynaydi.

4. To'qimani nafas olishida yutilgan havo kislorodi vodorodning oxirgi akseptori rolini o'ynaydi.

Shunga ko'ra, agar oraliq akseptorning qaytarilgan shakli havo kislorodi bilan ta'sirlansa, unda suv hosil bo'ladi va bu holatda (ya'ni aerob sharoitda) gap biologik oksidlanish haqida ketadi. Agar vodorodning oxirgi akseptori sifatida u yoki bu xil oraliq mahsulot (metabolit) ishtirok etsa, unda bu anaerob (glikoliz yoki achish) jarayoni hisoblanadi.

### 8.3. Makroenerjik birikmalar

Moddalarning biologik energiya almashinuvi reaksiyalari jonsiz tabiatda sodir bo'ladigan reaksiyalardan farqi uchta asosiy tamoyilga muvofiq asoslanadi.

**Birinchi**, biologik tizimlarda energiya almashinuvining ancha muhim jihati kimyoviy reaksiyalar energiyasini, uning **oldindan issiqlik energiyasiga aylanmasdan** ishning yoki boshqa shakldagi energiya turiga aylanishi. Shunga bog'liq holda tirik mavjudotlarda energiyadan foydalanish samaradorligi ancha yuqori (50 % dan ziyod) bo'ladi.

**Ikkinchi** o'ziga xos xususiyat shundaki, oksidlanish jarayonlarida energiyaning ajralib chiqish jarayoni **asta-sekin** sodir bo'ladi. Masalan, 1 mol shakarining oksidlanishidan 686 kkal (2881.2 kDj) energiya ajralib chiqadi. Agar bu energiya birdaniga ajralganda edi, unda portlash sodir bo'lardi.

**Uchinchi** xususiyat shundan iboratki, karbonsuvlar, yog'lar va boshqa birikmalarning parchalanishi natijasida ajralib chiqadigan potensial kimyoviy energiya, bu o'ziga xos bo'lgan energiyaning biologik akkumulyatorlari hisoblanadi.

Yuqori energetik birikmalar jumlasiga ATF va unga o'xshash boshqa oksidlanish jarayonlari ishtirokisiz guruhlarni ko'chirish bilan bog'liq fermentativ reaksiyalar asosida

ATF hosil qiluvchi boshqa birikmalar kiradi. Hidrolizlaganda bu birikmalarning molekulasidan ko'p miqdorda erkin energiya ajraladi.

Reaksiyalar erkin energiya ko'rsatkichlarini o'zgarishiga ta'sir ko'rsatadigan turli sharoitlarda sodir bo'ladi. Shuning uchun biokimyoda **erkin energiyani o'zgarish andozasi** sifatida –  $\Delta G^\circ$  deb nomlangan atamadan foydalaniladi. Erkin energiyani o'zgarish andozasi bosiml F, substratning dastlabki konsentratsiyasi – 1 M, harorat 25°C bo'lgan ko'rsatkich tushiniladi. Odatda, erkin energiyani o'zgarish andozasi –  $\Delta G^\circ$  ning qiymati F 7,0 ga tengligida belgilanadi.

$\Delta G^\circ$  ning qiymati metabolik jarayonlarning, shuningdek, alohida olingan kimyoviy reaksiyalarning miqdoriy ko'rsatkichlarini termodinamikadagi kabi tavsiflashda qo'llaniladi, bunda “minus” (–) belgisi bilan energiyaning chiqarilishini, “plus” (+) belgisi bilan esa uning qabul qilinishini bildiradi.

Agar bu reaksiyaning  $\Delta G^\circ$  qiymati manfiy ko'rsatkichga ega bo'lsa, unda reaksiya energiya ajralishi orqali o'z-o'zidan yuz berib – **ekzergonik reaksiya** bo'ladi. Agar  $\Delta G^\circ$  musbat ko'rsatkichga ega bo'lsa, reaksiya energiya yutilishi bilan boradi, u **indergonik reaksiya** deyiladi.

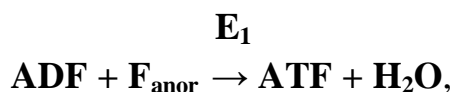
Almashinuv reaksiyalaridan endorgenik reaksiyalar yaxshi o'rganilgan. Bu reaksiyalar chetdan keladigan erkin energiya oqimini (masalan, yorug'lik) tenergiyasini yoki boshqa moddalarning almashinuvidan hosil bo'ladigan ekzorgenik reaksiyalari (masalan, oksidlanish) energiyasini talab qiladi. Energiyani yig'ilishi (generatsiyasi) va undan foydalanilishi jarayonlarini bir-biriga bog'laydigan oraliq vositachilar sifatida yuqori energetik (makroenerg) tizim birikmalari xizmat qiladi. Yuqori energetik bog'larning gidrolizi natijasida hosil bo'ladigan standart erkin energiya kattaligi 21 kDj×mol<sup>-1</sup>dan ziyod bo'lganda makroergik bog' sanalib, ~ (tilda) bilan belgilanadi (14-jadval).

14-jadval. Ba'zi birikmalarning gidrolizi natijasida hosil bo'ladigan standart erkin energiya (kDj×mol hisobida)

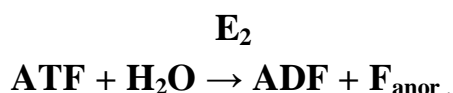
Birikmani nomi	Hosil bo'ladigan mahsulot	– $\Delta G^\circ$ , kDj/mol
Fosfoyenolpiruvat	Piruvat + $\text{HPO}_4^{-2}$	–61,9
1, 3- Difosfoglitserrat <sup>4-</sup>	3-Fosfoglitserrat <sup>3-</sup> + $\text{HPO}_4^{-2}$ + $\text{H}^+$	–54,5
Kreatinfosfat <sup>-</sup>	Kreatin <sup>+</sup> + $\text{HPO}_4^{-2}$	–43,1
Atsetilfosfat <sup>2-</sup>	Atsetat <sup>-</sup> + $\text{HPO}_4^{-2}$ + $\text{H}^+$	–47,7
Fosfoarginin	Arginin <sup>+</sup> + $\text{HPO}_4^{-2}$	–38,1
ATF <sup>4-</sup>	ADF <sup>3-</sup> + $\text{HPO}_4^{-2}$ + $\text{H}^+$	–34,5
Glyukoza-1-fosfat <sup>2-</sup>	Glyukoza + $\text{HPO}_4^{-2}$	–20,9

$\alpha$ -D-glyukoza-6-fosfat <sup>2-</sup>	$\alpha$ -D-Glyukoza + HPO <sup>-2</sup> <sub>4</sub>	-13,8
Glitserofosfat <sup>2-</sup>	Glitserin + HPO <sup>-2</sup> <sub>4</sub>	-9,2

Bundan ko‘rinib turibdiki, 14-jadvaldagi glyukoza-1-fosfat<sup>2-</sup> dan yuqorisida joylashgan birikmalarning barchasi makroerg birikmalar hisoblanadi. Odatda, yuqori energetik birikmalar o‘z tarkibida yuqori energetik fosfat guruhga ega va uni boshqa moddalarga ko‘chirishi mumkin. Isbotlanganki, bunda fosfat guruh emas, balki fosforil guruh ko‘chirilgan ekan. Demak, “fosfat guruhlarini o‘tkazish” iborasi fosforil guruhlarini o‘tkazish sifatida talqin qilinishi kerak. Yuqori energiyali fosforil guruhlarni ~F yoki ~R tarzida qisqartirib belgilanadi. Yuqori energiyali birikmalarning: besh xil ribonukleozid-5-difosfatlar va trifosfatlari (ATF, GTF, UTF, STF, TTF va boshqalar), **karboksilfosfatlar** (masalan, atsetilfosfat), atsetiltiol efirlari (masalan, atsetilkoenzim A), fosforamid birikmalar (kreatinfosfat), yenolfosfatlar (fosfoyenolpirouzum kislota)lar kabi xillari borligi ma’lum. Hujayraning energiya almashinuvini markazida adenilat tizimi: ATF va uning gidroliz mahsulotlari – ADF, AMF, F<sub>anor</sub>, FF<sub>anor</sub> turadi. U xuddi akkumulyatorga o‘xshaydi, har xil generatorlardan zaryadlanib energiya oladi va go‘yo ko‘p mashinalar va apparatlarni (tirik organizmlarda ularga organlar, to‘qimalar, biokimyoviy reaksiyalar mos keladi) shu energiya bilan ta’minlaydi. Shu nuqtayi nazardan “**akkumulyatorning zaryadlanishi**” ATF sintezidan:



“akkumulyatorning zaryadsizlanishi” esa ATFning gidrolizi tufayli sodir bo‘ladi:

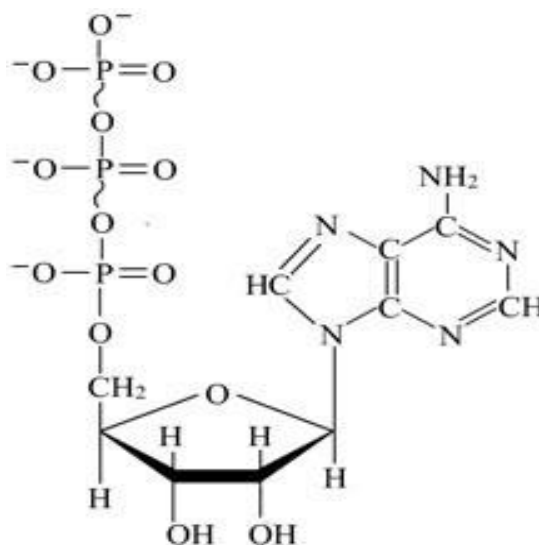


Bu yerda: E<sub>1</sub> va E<sub>2</sub> tegishli reaksiyalarni katalizlaydigan fermentlardir.

**ATF gidrolizi natijasida fosforil guruhi gidroksid ioniga uzatiladi**, bunda pH 7,0 sharoitida gidrolizning standart erkin energiyasi – 34,5 kDj×Mol<sup>-1</sup> ga teng bo‘ladi. ADFning oxirgi fosforil guruhining gidrolizi yuqoridagiga yaqin bo‘lgan kattalik bilan tavsiflanadi. Fosforil guruhining AMFdan ajralishi ancha kichik-kattalikka -9.6 kDj×Mol<sup>-1</sup> egaligi bilan tavsiflanadi. Demak, ATF molekulasida faqat oxirgi ikki fosfoangidrid bog‘larigina yuqori energiyaga ega. Biroq shuni yodda tutish kerakki, u yoki bu reaksiyada ajralib chiqadigan energiya miqdori harorat, pH, substratlar va magniy ionlarining konsentratsiyasiga bog‘liq.

Hujayradagi adeninli nukleotidlarning asosiy qismi magniyli MgATF<sup>2-</sup> va MgADF<sup>-</sup> komplekslar shaklida uchraydi. Fermentativ reaksiyalarda ular shu shaklda ishtirok etib, fosforil guruhlar va energiya donori rolini o‘ynaydi. ATF va ADF ning bir qismi hujayrada erkin anionlar sifatida mavjud bo‘ladi. Bunda ATFerkin ionlanadigan to‘rtta OH-guruhga

ega, ya'ni maksimal zaryadi  $\text{ATF}^{4-}$ , ADF esa –uchta OH-guruh bo'lib, zaryadi-  $\text{ADF}^{3-}$  ga teng.



ATF molekulasida zaryadlar bir-biriga yaqin joylashgan bo'lib, ular orasida kuchli itarilish kuzatiladi. Chekkada joylashgan fosforil guruhning ajralishi bilan kichiklashadi. Reaksiya mahsulotlari –  $\text{HPO}_4^{2-}$  va  $\text{ADF}^{3-}$  qayta birika olmaydi, chunki bir xil zaryadlarini o'zaro itarilishi ularning yaqinlashuviga to'sqinlik qiladi.

Bu ATFning gidrolizini standart erkin energiyasini salbiy ko'rsatkichini belgilaydi. Shuni ta'kidlash kerakki, ATF molekulasining chekka qismida joylashgan fosfogidril bog'laridagi fosfor va kislorod atomlarini ko'p sonli elektronlar o'rab turadi. Ular qulay energetik orbitallar uchun bir-biri bilan raqobatlashadi. Raqobat barcha elektronlarni past elektron darajani egallashiga keng yo'l ochadi.  $\text{ATF-ADF}^{3-}$ -va- $\text{HPO}_4^{2-}$ -ning gidroliz mahsulotlarida elektronlar past energiya darajasini egallaydi, bu esa ularni barqarorlashtiradi va butun reaksiyani qaytmas qilib qo'yadi. ATF gidrolizning erkin energiya kattaligi boshqa fosfatli yuqori energiyali va past energiyali birikmalar orasida oraliq holatni egallaydi. Bu ATFning noyobligini ko'rsatadi, u yuqori energetik birikmalardan (14-jadvalda ATFdan yuqorida joylashgan), past energiyali birikmalar (ATFdan pastda joylashgan)ga fosforil guruhlarni ko'chiruvchi-vositachi vazifasini bajaradi.

Hujayrada hech qachon fosforil guruhlarni yuqori energiyali birikmalardan past energiyali birikmalarga to'g'ridan-to'g'ri ko'chirilmaydi, amaliy jihatdan hujayradagi fosforil guruhlarni ko'chirilishi ATF-ADF tizimning vositachi-ko'chiruvchiligida sodir bo'ladi.

Boshqa nukleozid-5'-trifosfatlar (UTF, GTF, STFlar) ham yuqori energetik birikmalar hisoblagandi, lekin ular hujayrada ATF kabi bunday universal rolga ega emas, balki o'ta cheklangan maxsus funksiyalarni bajaradi, ya'ni UTF polisaxaridlar sintezida, STF-lipidlar sintezida fosforil guruh va energiya bilan ta'minlovchi donor sifatida xizmat

qiladi, GTF esa, oqsillar biosintezida peptid bog'larni hosil bo'lishini tanlovli ravishda tezlashtiradi.

Barcha tirik organizmlar energiya yig'ish tizimidan foydalangan holda tashqi energiya manbalarining energiyasini to'playdi va uni yuqori energetik birikmalar energiyasiga aylantiradi. Energiyani akkumulatsiyalash tizimlari energiyani yig'ish tamoyiliga ko'ra bir-biridan farqlanadigan ikki tipga bo'linadi.

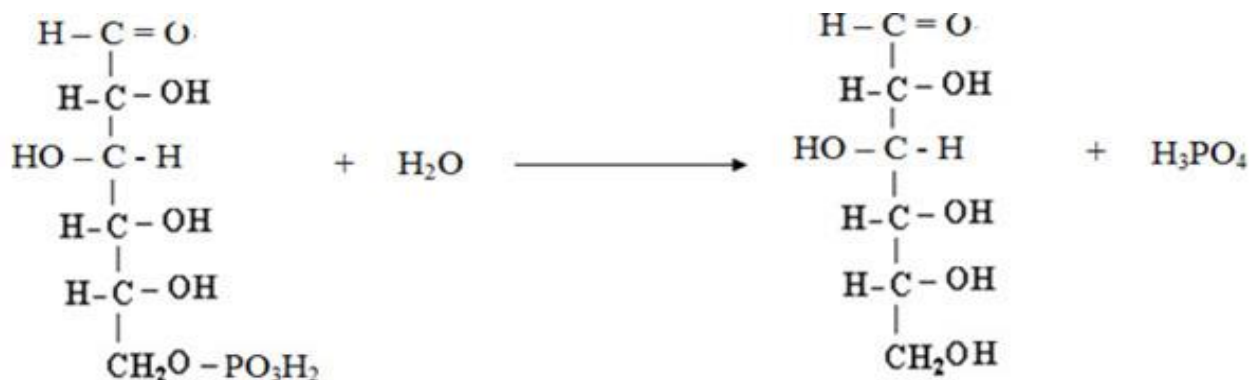
Birinchisi – bu fosforlanish reaksiyasi erimaydigan membrana strukturasi bo'lishini talab qilmaydigan – **substrat** (yoki membranasi) **fosforilanish** tipidir. Bunda ATF ning hosil bo'lishi substratning oksidlanishidan hosil bo'lgan fosforilni ADF ga faol ko'chirilishi orqali yuz beradi. Glikoliz va achish jarayonida ATFning hosil bo'lishi bunga yaqqol misol bo'la oladi.

Ikkinchi tip fosforlanish reaksiyasi membranalar ishtirokida bo'lib o'tadi, u **membranali fosforilanish** deyiladi. Bu tipda ATFning hosil bo'lishi membranadagi vodorod ionining elektrokimyoviy potentsiali energiyasini anorganik fosfat orqali ADF ni fosforlantirish asosida amalga oshadi. Bunga yaqqol misol fotosintez yoki nafas olish jarayonida ATFning hosil bo'lishidir. Membranali fosforilanish mitoxondriyaning ichki membranasida, xloroplastlarning tirakoid membranalarida, fotosintezlovchi bakteriyalarning xromatoforalarida, bakteriyalarning sitoplazmatik membranasida uchraydi. Bu membranalarni **tutashgan membranalar** deyiladi, chunki ular elektronlarni ko'chirilishini fosforlanish yo'li bilan amalga oshirishda ishtirok etuvchi **fermentlar** bilan bog'langan. Moddalar almashinuvi u bilan birgalikda bo'lib o'tadigan energiya almashinuvisiz sodir bo'lmaydi. Tirik materiya tarkibidagi har qanday organik birikma, ma'lum miqdordagi energiya zaxirasiga ega, uning hisobiga ish bajarilishi mumkin. Bu energiyani **erkin energiya** deyiladi. Dastlabki alohida olingan moddalar va reaksiya mahsulotlarining erkin energiya ko'rsatkichi har xil bo'ladi, shuning uchun moddalarning o'zgarib borishi jarayonida erkin energiyaning reaksiya aralashmalar komponentlari o'rtasida qaytadan taqsimlanishi yuz beradi, ya'ni moddalar orasida energiya almashinuvi sodir bo'ladi. Organik moddalarning erkin energiyasini asosiy moddiy tashuvchilari atomlar orasidagi kimyoviy bog'lanishlardir. Agar moddani hosil bo'lishi yoki kimyoviy bog'lanishlarning parchalanishidagi o'zgarishga duch kelgan birikmaning erkin energiyasi o'zgarishining daraja ko'rsatkichi gramm-molekulasi / kal / mol / hisobida 3000 kaloriya atrofidagi qiymatga teng bo'lsa, u me'yoriy ko'rsatkich hisoblanadi.

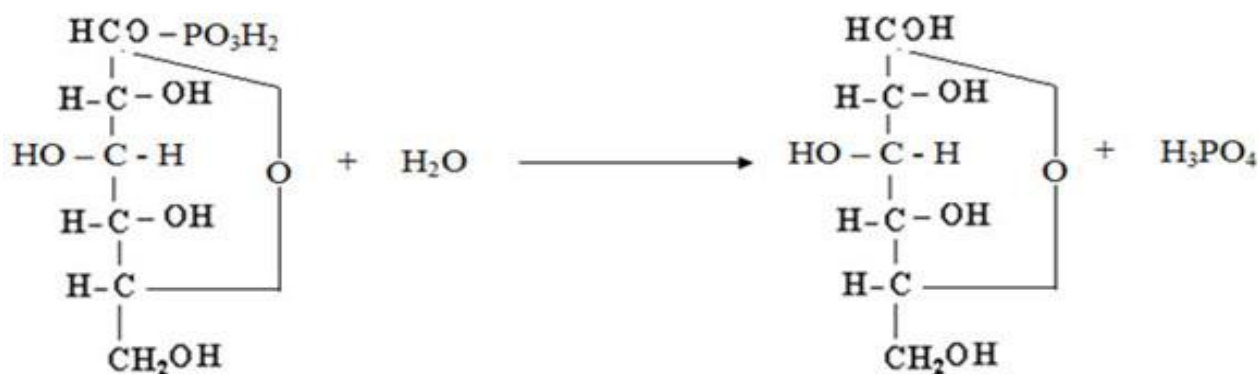
Ko'p organik birikmalar energiyaga aylanganda aynan shu energiyani beradi. Ammo, yangidan hosil bo'ladigan qator organik birikmalar yoki ularning parchalanishidan hosil bo'ladigan, erkin energiya darajasi biroz ko'proq (6000-10000 va undan ziyod kal/mol) miqdorni tashkil qiladi. Bunday birikmalar **makroenerg birikmalar** deyiladi. Quyida organik birikmalar makroergik bog'lanishlarining energetik ko'rsatkichlari keltirilgan. Bu energiya ko'rsatkichini tegishli birikmani pH=7,0 sharoitida gidrolizlash asosida aniqlash mumkin.



Glitserin fosfat (2100 kal/mol)



Glyukoza-6-fosfat (2600 kal/mol)



Glyukoza-1-fosfat (4300 kal/mol)

**Uridindifosfoglyukoza + HOH → α-D-Glyukoza + Uridindifosfat (5500 kal/mol).**

**Saxaroza + HOH → α-D-Glyukoza + β-D-Fruktoza (6000 kal/mol)**

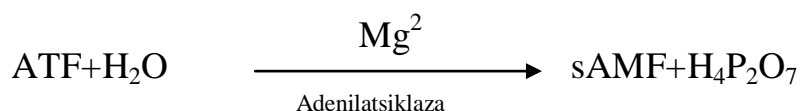
**Adenozintrifosfat + HO + 2HOH** 
 ↗ a) adenozindifosfat (7000 kal/mol)  
 ↘ b) adenozinmonofosfat (8500 kal/mol)

Fosfoenolpirouzum kislota + HOH → Pirouzum kislota + Fosfat kislota (11000 kal/Mol)  
 1,3-Difosfoglitserin kislota + HOH → 1 - Fosfoglitserin kislota + Fosfat kislota (12000 kal/Mol).

Kreatinfosfatni gidrolizlaganda ham 1,3-difosfoglitserin kislota ni gidrolizidagicha miqdorda energiya hosil bo‘ladi. Shuni qayd etish lozimki, makroergik bog‘lar, asosan, murakkab efir, anhidrid va fosfoamid bog‘lar tarzida bo‘ladi.

#### 8.4. Nukleozid fosfatlar ATF. Kreatinfosfat. Argininfosfat.

Yuqorida e'tirof etilganidek, nukleotidfosfatlar hujayralarning bioenergetikasida markaziy rolni o'ynaydi. Bundan tashqari nukleozid fosfatlar gormonlar va neyromediatorlarning tashqi signallarini nishon-hujayralarga uzatuvchi-vositachi sifatidagi funksiyani ham bajaradi. Hujayra ichi signallarini uzatishni ikkilamchi vositachilari sifatida siklik nukleotidlar- sAMF va sGMF lar xizmat qiladi. O'zaro mos holda sAMF hujayraviy metabolizmni sGMFlar tegishli fermentlar ishtirokida ATF va GTF lardan hosil bo'ladi. Masalan, ATFDan adenilatsiklaza ishtirokida quyidagi tenglamaga muvofiq sAMF hosil bo'ladi:

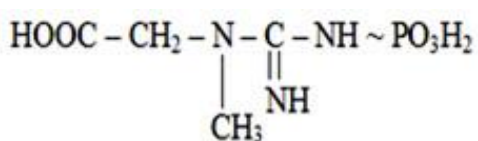


Adenilatsiklaza hujayra membranasi komponenti bo'lib, uchta: boshqaruvchi, katalitik va bog'lovchi (tutashtiruvchi) subbirliklardan tashkil topgan. Guanilatsiklazaning tarkibiga sGMF kiradi va bu ferment sitoplazmatik membranaga kuchsiz ravishda birikkan bo'ladi.

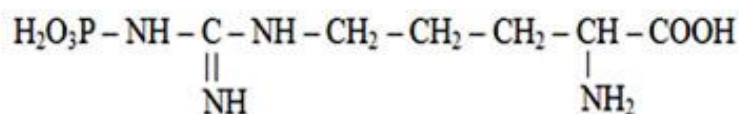
**Siklik nukleotidlarning boshqaruv funksiyasi** tegishli proteinkinazalarning faollashuvi orqali amalga oshadi. Siklik sAMF va sGMF larni hujayraviy metabolizm jarayonini mustaqil ravishda boshqaruv funksiyasini ta'minlovchi sifatida qaraladi, lekin ular o'rtasida ko'p holatlarda antagonistik va sinergetik munasabatlar mavjud bo'ladi: sAMF (adrenalin kabi) yurak qisqarishini stimullaydi, sGMF esa uni tormozlaydi (atsetilxolin kabi), sAMF silliq mushaklar qisqarishini (ichak, bachadon, tomirlar) bo'g'adi, sGMF esa uni faollaydi; sAMF hujayralar proliferatsiyasini tormozlaydi, sGMF esa uni stimullaydi; sGMF atsetilxolin kabi postganglionar neyronlarni qutbsizlantiradi, sAMF esa ularni giperqutblanishini keltirib chiqaradi.

Bundan tashqari sAMF lipolizni, glikogenni fosforolizni faollashtiradi, insulin, prostanglandinlar, kalsitonin me'dada xlorid kislota sekretiyanini stimullaydi, oqsillar sinteziga ta'sir etadi, hujayralarning o'sishini va eritrotsitlarning agregatsiyasini ingibirlaydi.

Ish bajarayotgan mushakning bevosita energiya manbayi ATF bo'lganiga qaramay, uning mushakdagi miqdori uncha ko'p bo'lmaydi. Sutemizuvchilarning mushagidagi makroergik birikma tarzidagi zaxira kreatinfosfat bo'lsa, umurtqasizlarda – argininfosfat hisoblanadi. Bu birikmalarning makroergik bog'lari evaziga ADFdan ATF hosil bo'ladi:



**Kreatinfosfat**



**Argininfosfat**

Tarkibida fosforli hosilalar tutuvchi makroergik birikmalardan tashqari, tioefir birikmalar mavjud bo‘lib, sirka kislotasini atsillash kofermenti (koferment A yoki KoA-SH) ta’sirida faollanishi jarayonida hosil bo‘ladi. Koferment A ATF kabi juda keng tarqalgan birikma, u barcha yuksak va tuban organizmlarda uchraydi va adenozin, tioetanolamin, fosfat va pantoten kislotalardan tashkil topgan. KoA organizmning eng muhim atsetillovchi moddasi hisoblanadi, uning ishtirokida organizmda hosil bo‘lgan sirka kislotasining faollashuvi bilan birga yog‘ kislotalari va boshqa qator moddalarning biosintezi amalga oshiriladi.

### **8.5. Organizmning energiya balansi**

Qabul qilingan oziq-ovqat mahsuloti hayotiy faoliyat davrida sarflanadigan barcha moddalarni o‘rnini qoplashi, o‘svuchi organizmning shakllanishi uchun asos bo‘luvchi material va unga kerakli energiyani yetkazib turishi lozim.

Organizm to‘liq tinch holatda bo‘lsa ham, u energiyani barcha to‘qimalarda doimiy ravishda sodir bo‘ladigan almashinuv jarayonlariga, nafas olishga, yurak va boshqa ichki organlarning ishlab turishiga sarflaydi. To‘liq ravishda tinch holatda bo‘lganda voyaga yetgan odam kuniga, taxminan 1800 kaloriya energiya sarflaydi.

**Energiya balansi** iste’mol qilingan ozuqa moddalar va organizmni tark etayotgan so‘nggi mahsulotlarning kaloriya hisobidagi ko‘rsatkichini aniqlashga asoslangan. Bu ma’lumotlarni aniqlash uchun ovqat mahsulotlarini energiya ko‘rsatkichi va organizmdan issiqlik hamda mexanik ish tarzida ajralib chiqadigan energiya ko‘rsatkichlarini qayd etish lozim bo‘ladi. Qayd qilingan ko‘rsatkichlar orasidagi farq, bu organizmning hayotiy faoliyati uchun kerakli barcha kimyoviy reaksiyalarining borishini ta’minlovchi energiyadir. Sog‘lom odamlarning samarali ovqatlanish asoslarini ishlab chiqish bilan ovqatlanish gigiyenasi, bemorlarning ovqatlanishi bo‘yicha esa dietologiya shug‘ullanadi. Voyaga yetgan odam uchun o‘rtacha charchashga oid faoliyat bilan shug‘ullanuvchilar uchun kunlik ratsion 3000 kkal (1 kkal = 4.19 kDj) ni tashkil qilishi lozim. Energiya sarfini oshishi, oziq-ovqat mahsulotlariga bo‘lgan talabni ham oshiradi. Muvozanatlangan samarali ovqatlanish tushunchasi mavjud, unga ko‘ra oqsillar, yog‘lar, karbonsuvlarning - 1: 1: 4 nisbatda bo‘lishi evaziga organizmning energiyaga bo‘lgan kunlik talabi qondiriladi. Oqsillar energiyaga bo‘lgan ehtiyojning 15 foizini, yog‘lar 30 foizini va karbonsuvlar-55 ta’minlaydi, bunda oqsillarning yarmidan kam bo‘lmagan qismi hayvon oqsillari bo‘lishi, yog‘larning 75-80 foizi hayvon yog‘lari, 20-25 foizi o‘simlik moylari tashkil qilishi kerak.

Oziqlanish to‘la qimmatli bo‘lishi uchun ratsion tarkibiga go’sht, baliq, sut mahsulotlari (oqsil va lipidlarning asosiy manbalari), shuningdek, sabzavotlar, mevalar (karbonsuvlar manbalari), minerallar va vitaminlar kiritilishi kerak. Shuning uchun tirik organizmdan ajraladigan energiyani kaloriya tarzida baholash shartli bo‘lib, u faqat har xil energiya turlarining ekvivalentligini hisobga olgan holda amalga oshiriladi. Kalorimetrik

uslublar yordamida aniqlash shuni ko'rsatdiki, 1 g karbonsuv yonganda 4,1 kkal (yoki  $4,1 \times 4,19 = 17,18$  kDj), yog' -9,4 kkal ( yoki  $9,4 \times 4,19 = 39,39$  kDj), oqsil -5,6 kkal (yoki  $5,6 \times 4,19 = 23,46$  kDj) energiya hosil bo'ladi.

Organizmining energiyaga bo'lgan ehtiyoji tajriba yo'li bilan aniqlanadi va kaloriya bilan ifodalanadi. Odamlarning energiyaga bo'lgan ehtiyoji nisbiy ravishda aniqlangan. Ta'kidlash joizki, u mehnat faoliyatiga, jinsga, yoshga va h.k.ga bog'liq holda farqlanadi.

Odamning energiyaga bo'lgan ehtiyoji kunlik ovqatlanish ratsioniga kirgan oziq-ovqat mahsulotlarining energiya qiymati bilan to'liq qoplanishi kerak (15-jadval).

### 15-jadval. Odamlarning kunlik energetik ehtiyoji Kkaloriya hisobida

Guruh	Erkaklar	Ayollar
Aqliy mehnat bilan shug'ullanuvchilar	2700	2400
Mexanizatsiyalashgan faoliyat turlari bilan shug'ullanuvchilar	3000	2550
Mexanizatsiyalashmagan faoliyat turlari bilan shug'ullanuvchilar	4000	3400
Talabalar	3300	2800
Homilador ayollar		3200
Emizikli onalar		3500

Odamning kecha-kunduzgi yuklamasini bilgan holda, unga kerakli bo'lgan energiya miqdorini hisoblab topish mumkin bo'ladi. Masalan:

8 soatlik uyqu davri uchun  $8 \times 65 = 560$  kkal yoki  $560 \times 4,19 = 2178,8$  kDj;

Stanokda 8 soatlik ish uchun  $8 \times 240 = 1920$  yoki  $1920 \times 4,19 = 8044,8$  kDj;

2 soat ichida sport bilan shug'ullanish  $8 \times 500 = 1000$  kkal yoki  $1000 \times 4,19 = 4190$  kDj;

6 soatlik faol dam olish uchun  $6 \times 100 = 600$  kkal yoki  $600 \times 4,19 = 2514$  kDj;

Jami: kuniga 4040 kkal  $4040 \times 4,19 = 16927,6$  kDj ni tashkil qiladi.

Bunday miqdordagi energiyani olish uchun, agar raqamlarni yaxlitlab va hayotiy jarayonda issiqlik shaklida yo'qotilgan energiyaning miqdorini hisobga olinsa, u holda karbonsuvlar va oqsillarning 1 grammidan 4 kkal, yog'larnikidan esa 9 kkal hosil qilishini e'tiborga olib sarhisob qilish lozim bo'ladi.

Bunday holda, kunlik iste'mol ko'rsatkichi quyidagicha bo'ladi:

*Oqsil*  $90 \text{ g} \times 4 = 360 \text{ kkal.}$

*Yog'*  $90 \text{ g} \times 9 = 810 \text{ kkal.}$

*Karbonsuvlar*  $718 \text{ g} \times 4 = 2870 \text{ kkal.}$

*Umumiy energiya miqdori*  $= 4040 \text{ kkal}$

16-jadvalda insonning kunlik ovqatlanishini tashkil etuvchi oziq-ovqat mahsulotlarining ayrim namunalari bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan bo'lib, ular tarkibidagi oqsillar, lipidlar, uglevodlarning foizini, shuningdek, ularning umumiy kaloriya miqdori ko'rsatkichlarini aks ettiradi.

16-jadvalda insonning kunlik ratsioni tarkibiga kiradigan ayrim oziq-ovqat mahsulotlariga oid ma'lumotlar keltirilgan bo'lib, unda oqsillar, lipidlar, karbonsuvlarning foiz nisbatlari, shuningdek, ularning umumiy kaloriya ko'rsatkichlari aks ettirilgan.

**16-jadval. Har xil oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi oqsillar, lipidlar, karbonsuvlarning miqdori va kaloriya ko'rsatkichi**

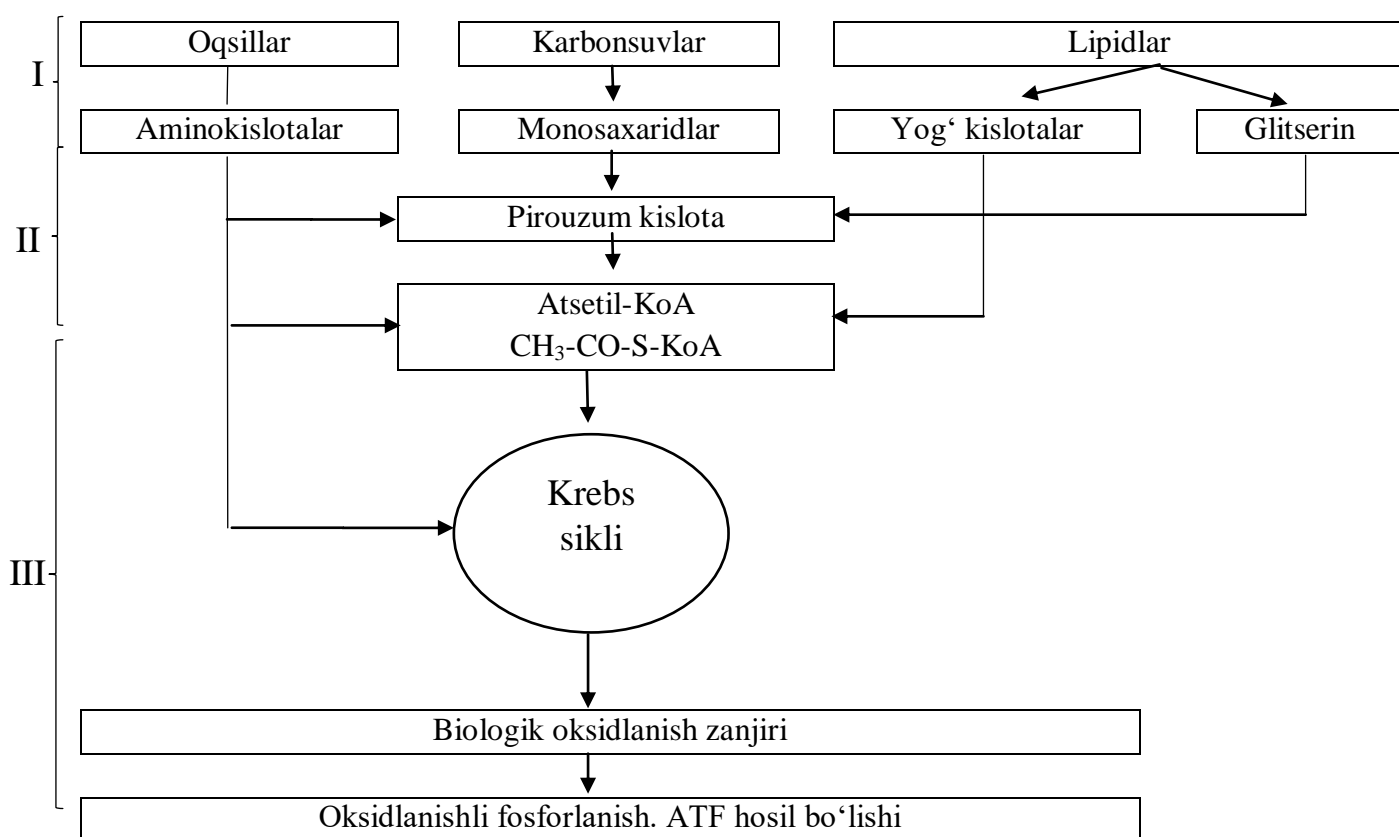
Oziq-ovqat mahsulotlari	100 g mahsulot tarkibida gr hisobida			Kaloriya ko'rsatkichi (100 gda kkal hisobida)
	Oqsil	Lipid	Karbonsuv	
Go'sht (o'rtacha)	13,5	16,6	0,2	211
Cho'chqa go'shti	11,2	20,6	0,2	238
Qo'y go'shti	14,1	18,2	0,2	228
Ot go'shti	21,2	1,3	0,9	102
Jigar (o'rtacha)	19,6	3,6	3,3	127
Miya	8,5	8,1	-	110
Cho'chqa go'shti (dudlangan)	21,9	21,9	-	293
Cho'chqa yog'i (tutatilgan)	9,0	72,8	-	714
Kolbasa (o'rtacha)	14,0	27,8	0,9	320
G'oz go'shti	12,4	35,5	0,2	382
Baliq (o'rtacha)	10,0	0,2	-	43
Tuxumning sarig'i	16,1	31,7	0,2	362
Yangi sog'ilgan sut	3,4	3,0	4,8	62
Sariq yog'	0,9	80,0	0,9	751
Pishloq (o'rtacha)	29,3	20,1	2,5	317
Margarin	0,5	78,0	0,4	729
O'simlik yog'i	-	99,0	-	925
Javdar	9,7	1,7	67,1	331
Bug'doy	11,7	1,8	65,2	332
Guruch	6,9	0,5	79,4	358

Yuqoridagilardan ko'rinib turibdiki, barcha hayotiy jarayonlar ma'lum miqdorda energiya talab qiladi. Energiya qayerdan keladi? – degan savol tug'iladi. Ma'lumki, o'simliklarda u quyosh energiyasidan fotosintez jarayonida hosil bo'ladi, hayvonlarda esa u o'simlikni ovqat sifatida iste'mol qilgandan keyin hosil bo'ladi. Demak, barcha o'simliklarning va hayvonot olami oziq-ovqatining energiyasi – bu quyosh energiyasidir.

Energiyani asosiy tashuvchisi **vodorod** bo‘lib, u elektronda mujassamlashgan va bir energiya darajasidan ikkinchisiga o‘tganda atrof muhitga tarqaladi.

Shu sababli, ozuqa moddalaridan elektronn ajralishi va uni organizmda kechadigan kimyoviy jarayonlarni ta‘minlashda foydalanilishi energiya almashinuvining mazmun mohiyatini tashkil qiladi. Organizmda kechadigan metabolizmning xususiyati energiyani bosqichma-bosqich ajralaborishi va uning ATF kabi yuqori energetik birikmalarda akumulatsiyalanishidir.

Hayvon organizmda oziq-ovqat tarkibida mujassamlashgan energiyani ajralishi jarayonini shartli ravishda 3 bosqichga bo‘lish mumkin ( 21-rasm).



**21-rasm. Hayvon organizmda oziq-ovqat tarkibida mujassamlashgan energiya ajralishining sxematik tasviri.**

21-rasmdan ko‘rinib turibdiki, **birinchi bosqich** tayyorgarlik bosqichi bo‘lib, u ozuqa moddalarini hazm bo‘lishi va so‘rilishi jarayonlarini o‘z ichiga oladi, bunda ovqat tarkibidagi yuqori molekular birikmalar parchalanib, tarkibiy qismlar monomerlarga aylanadi. Bunda oqsillar aminokislotalarga parchalanadi; karbonsuvlar (polisaxaridlar) – glyukoza, fruktoza, galaktoza kabi monosaxaridlarga; yog‘lar-glitserin va yog‘ kislotalarigacha parchalanadi. Bu bosqichda ovqat mahsulotlari tarkibidagi energiyaning taxminan 0,1 % gina ajralib chiqadi.

Energiya ajralishini **ikkinchi bosqichi** organizm hujayralari va to'qimalarida monomerlarning almashinuvining turli xil jarayonlarini o'z ichiga oladi, bunda **asosiy energiya materiali** deb nomlangan moddalar hosil bo'ladi. Bularga, birinchi navbatda, atsetil-KoA ( $\text{CH}_3\text{-CO-C-KoA}$ ) kiradi. Shunday qilib, atsetil-KoA karbonsuvlar va yog' kislotalarining oksidlanish jarayonida hosil bo'ladi; glitserin ham bir necha bosqichdan keyin shu mahsulotga aylanadi. Aminokislotalarning almashinuvida atsetil – KoA bilan bir qatorda shu turdagi boshqa birikmalar –  $\alpha$ -ketoglutar va otquloqsirka kislotalar va boshqalar ham hosil bo'ladi. Ikkinchi bosqichda keltirilgan birikmalarning almashinuvi natijasida ratsion tarkibiga kiradigan mahsulotlar energiyasini 1/3 qismi ajraladi.

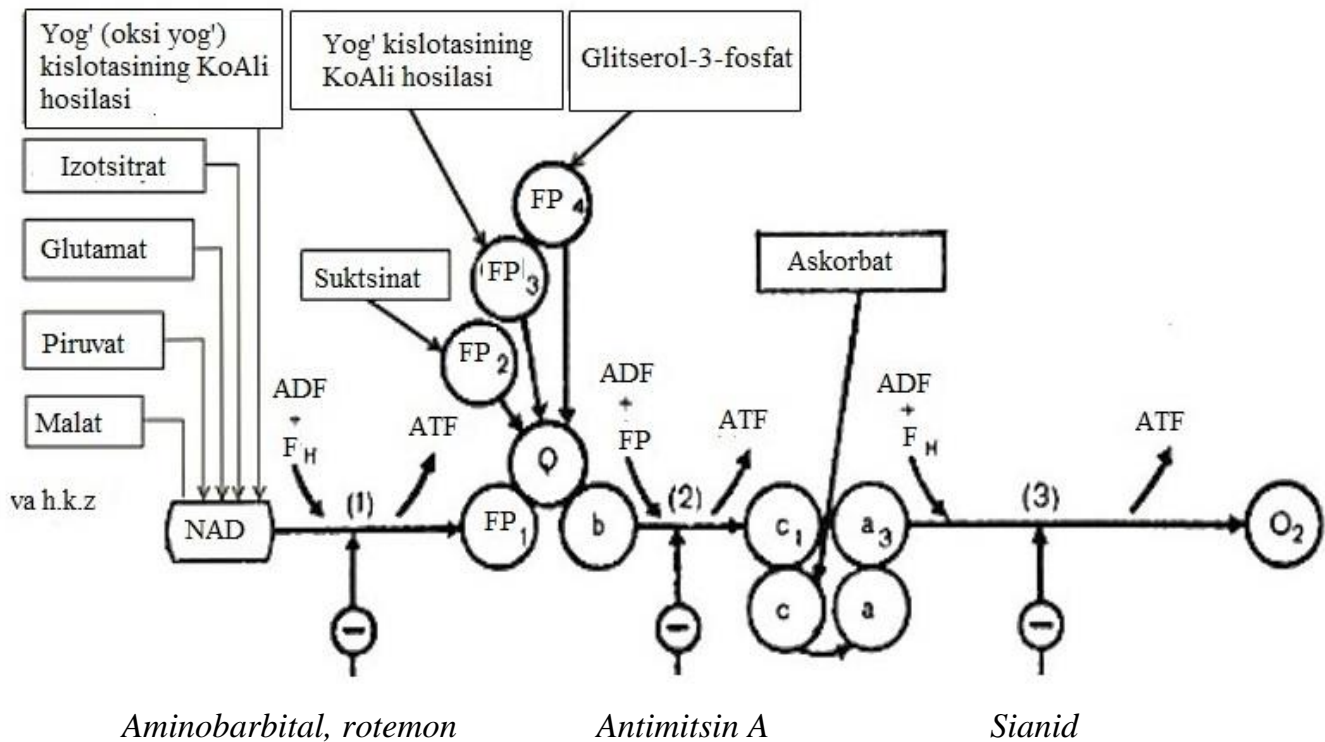
Nihoyat, **uchinchi bosqich**da yuqorida aytib o'tilganidek, di- va trikarbon kislotalar (Krebs) sikli orqali energiyaning qolgan qismi (taxminan 2/3 qismi) ajraladi.

Tibbiy amaliyotda energetik balansni aniqlash katta qiziqish uyg'otadi. Uni aniqlashda organizm qabul qilgan kislorod va almashinuv natijasida hosil bo'lgan karbonat angidridning hajmiy nisbat ko'rsatkichlaridan foydalaniladi. Bunda  $\text{CO}_2$  ning  $\text{O}_2$  ga nisbati **nafas olish koeffitsiyenti** hisoblanadi. Miya to'qimasi uchun bu kattalik 1,0 ga teng. Xuddi shu yo'l bilan ovqat mahsulotlarining nafas olish koeffitsiyentlarini ham aniqlash mumkin, bu ko'rsatkich karbonsuvlar uchun 1,0 ga, yog'lar uchun 0,71 ga, oqsillar uchun 0,8 ga teng bo'ladi.

### 8.6. Nafas olish zanjiri. Makroergik birikmalarning sintezi.

**Uch karbon kislotalar siklida** substratlardan protonlar va elektronlar ajralib chiqadi. Ular koferment  $\text{NAD}^+$  va  $\text{FAD}^+$ lar tarkibiga o'tib, mitoxondriyalarning ichki membranalarida joylashgan oksidlovchi-qaytaruvchi fermentlardan tashkil topgan nafas olish zanjiriga uzatiladi. Elektronlar bir tashuvchidan ikkinchi tashuvchiga ko'chirilish natijasida o'zidagi energiyani berib borib tobora pastroq darajadagi energetik pog'onaga o'tadi. Zanjirning eng so'nggida ular molekular kislorodni qaytaradi. Elektronlarning substratlardan molekular kislorodga ko'chirishda piridin-tutuvchi degidrogenazalar  $\text{NAD}^+$  yoki  $\text{NADF}^+$ , flavinli degidrogenazalar  $\text{FAD}^+$  yoki  $\text{FMH}^+$ , koenzim Q, ubixinon, sitoxromlar (*b*, *c*<sub>1</sub>, *c*, *a* va *a*<sub>3</sub> lar) ishtirok etadi.

Shunday qilib, to'qimalarning nafas olishi elektronlarning substratlardan molekular kislorodga tomon ko'chirilishi bilan bog'liq va bu o'z navbatida **oksidlovchi fosforillanish** bilan bog'liqdir. Bir-biriga bog'liq bo'lgan to'qimaviy nafas olish va fosforlanish jarayonini **oksidlovchi fosforillanishi** deyiladi. ADF va ortofosfat kislotadan ATF ning sintezlanishi mitoxondriyalarda bo'lib o'tadi, u elektronlarning nafas olish zanjiri bo'ylab katalizatorlar ishtirokida substratdan molekular kislorodga qarab migratsiyalanishi natijasida sodir bo'ladi. Termodinamika qonunlariga muvofiq nafas olish zanjirida fosforlanishning uchta nuqtasi joylashgan ekanligi aniqlandi (22-rasm):



23-rasm. Nafas olish zanjirida fosforlanish uch nuqtasining joylashuvi (lokalizatsiyasi)

Strelka yordamida vodorodning donor-substratlari va elektron ko‘chirilishini bloklaydigan maxsus ingibitorlar (1,2,3) joylashgan qism, shuningdek, ATF sintezi yuz beradigan joylar ko‘rsatilgan.

Ingibitorlar (rotenon, aminobarbital, antimitsin A, sianid)dan foydalanish asosida o‘tkazilgan tajribalar nafas olish zanjiri fermentlariga oid bu taxminni to‘liq tasdiqladi. Elektronlarni FADH<sub>2</sub> orqali qisqaroq yo‘l bilan ko‘chirilishi natijasida faqat 2 molekula ATF hosil bo‘ladi. Nafas olish jadalligi ATF/ADF nisbati orqali boshqariladi. Bu nisbat ko‘rsatkichi qanchalik kichik bo‘lsa, nafas olish shuncha jadal bo‘lib, ATFning hosil bo‘lishi shuncha kuchayadi. ADF konsentratsiyasining o‘zgarishi tufayli nafas olish jadalligining o‘zgarishi **nafas olish nazorati** deb yuritiladi.

Barcha to‘qimaviy nafas olish fermentlari nafas olish zanjiri katalizatorlarini komponentlari hisoblanib, ular asosan mitoxondriyalar, aniqrog‘i ularning ichki membranlari bilan bog‘langanligi ko‘rsatib berilgan. Nikotinadenin dinukleotidli kofermentlar va uch karbon kislotalar siklining ba‘zi fermentlari mitoxondriyaning matriksi bilan, metalloflavoproteinlar, ubixinon (KoA) va sitoxromlar esa ichki membranining lipid tuzilmalari bilan bog‘langan.

Nafas olish katalizatorlarining muhim funksiyasi, elektronlarni nafas olish substratlaridan kislorodga ko‘chirish bilan birga, ajralib chiqqan energiyani bir qismini makroenergetik birikmalarning fosfat bog‘lanishlari tarzida akkumulatsiyalashidir. NADH<sub>2</sub> dan ekvivalent elektron juftligi juftini molekular kislorodga ko‘chirishda tizimning erkin energiyasining pasayishi 220 kDJ (52,7 kal) ga teng bo‘ladi, ADF va

$H_3PO_4$  dan ATF hosil bo'lishining standart erkin energiyasi (ya'ni  $ADF + H_3PO_4 = ATF + H_2O$ ) 30,2 kDJ yoki 7,3 kkal atrofida bo'ladi.

Krebs siklining energiya qiymatiga kelsak, u 12 molekula ATF dan tashkil topadi, ulardan 11 molekula oksidlanuvchi fosforillanishdan hosil bo'ladi va bir molekula substratli fosforillanish yo'li bilan sintezlanadi.

Bu jarayonning mohiyati shundan iboratki, ATFning hosil bo'lishi, energiyani substratdan fosfat kislotaga qoldig'ini ADFga ko'chirilishi orqali yuz berishidir. Biologik oksidlanish va oksidlanuvchi fosforlanish jarayonlari mitoxondriyada sodir bo'lganligi sababli, ularni hujayraning "energiya stansiyalari" deb nomlanadi.

### **Materiallarni mustahkamlash uchun savollar:**

1. Assimilyatsiya va dissimilyatsiya nima?
2. Biologik oksidlanish nazariyasining rivojlanishi.
3. Biologik oksidlanish mexanizmlarini bayon qiling.
4. Biologik oksidlanish energiyasi nima?
5. Qanday yuqori energiyali birikmalarni bilasiz?
6. Odamning energiyaga bo'lgan ehtiyoji qanday?
7. Energiyaga bo'lgan ehtiyojning faoliyat turiga bog'liqligi.
8. Oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi oqsillar, karbonsuvlar va yog'larning kaloriya qiymati qanday?
9. Oziq-ovqat mahsulotlaridan energiyani ajralishi qanday yuz beradi?
10. Oksidlovchi fosforlanish nima?
11. Nafas olish zanjiridagi fosforillanish jarayonini tushuntiring.
12. Hujayraviy nafas olish mexanizmini bayon qiling.
13. Nafas olish koeffitsiyenti nima?
14. Karbonsuvlar, yog'lar va oqsillarning nafas olish koeffitsiyenti qanday?
15. Makroergetik birikmalar sintezi qanday amalga oshiriladi?
16. Nafas olish zanjirida elektronlarning ko'chirilish ketma-ketligi qanday?

## 9. LIPIDLAR. ULARNING TUZILISHI, TARKIBI, XOSSALARI VA ALMASHINUVI

### 9.1. Lipidlarning umumiy tavsifi

Lipidlar bu-yuqori molekular organik moddalar hisoblanib, hayvonlar, o'simliklar va mikroorganizmlar hujayralaridan spirt, efir, xloroform, to'rt xlorli uglerod, atseton, benzol, toluol va ksilol kabi qutbsiz erituvchilarda eritib ajratib olinadi. Ular barcha tirik organizmlarning hayotida muhim ahamiyatga ega bo'ladi. Lipidlar hujayra membranalarining asosiy komponentlaridan biri bo'lib, ularning o'tkazuvchanligiga, hujayralararo o'zaro **bog'lanishlarni yuz berishiga**, nerv **impulslarining o'tkazilishiga** ta'sir etadi. Lipidlarning boshqa funksiyalari jumlasiga energetik zaxira hosil qilish, hayvonlar va o'simliklarning nam va issiqlikdan himoya qoplamini shakllantirish, organ va to'qimalarni mexanik ta'sirlardan himoyalash kiradi.

Shunday qilib, lipidlar deb qutbsiz organik erituvchilar: efir, spirt, atseton, xloroform, to'rt xlorli uglerod, benzol, toluol h.k.larda erishi bilan umumiy xossasi umumlashtiriladigan moddalarga aytiladi. Ular kimyoviy jihatdan glitserin va boshqa spirtlarning yuqori molekular yog' kislotalari bilan hosil qilgan murakkab efirlaridir. Bu biopolimerlar bir-biridan tarkibidagi kimyoviy birikmalarning xillari bo'yicha farqlanadi. Masalan, neytral yog'lar glitserin, mumlar bir-ikki atomli spirtlardan va yuqori molekular yog' kislotalaridan tashkil topgan bo'lsa, fosfoglitseridlarning tarkibida ulardan tashqari fosfat kislota qoldig'i va bironta azotli (xolin, etanolamin, serin) asos yoki siklik spirtinozitol uchraydi. Sfingomielinlar tarkibida sfingozin spirti qatori yog' kislotasi, azotli asos, fosfat kislota, ba'zan galaktoza, glyukoza, ularning hosilalari bo'ladi. Sterin va steridlar esa siklopentanpergidrofenantren halqasining hosilalari hisoblanadi.

### 9.2. Lipidlarning biologik roli

1. Lipidlar hujayralar va subhujayraviy elementlarining membranalarini **tuzilmaviy (strukturaviy)** elementlardir. Shu sababli ular hujayraga tashib kelinadigan moddalar miqdorini belgilaydi va membranilarning o'z funksiyalarini bajarishlari jarayonlarda ishtirok etadi.

2. Ular organizm uchun **energetik** material vazifasini bajaradi. Ma'lumki, 1 gr yog' to'liq oksidlanganda 39 kDj energiya hosil bo'lib, bu karbonsuv yoki oqsildagidan 2 marta ko'p.

3. Lipidlar **zaxira (zapas-depo) moddalar** hisoblanib, ular organizmda metabolitik "yoqilg'i" shaklida to'planadi.

4. Ular **termoizolyasion (antifriz dengiz va qutb hayvonlarida)**, funksiyani bajaradi, buni organizmning himoya funksiyasi ham deb qarash mumkin. Sahro hayvonlarida yog' qatlamlari **suvni iqtisod** qilishni ta'minlaydi. Ko'p hayvonlarda yog' to'shmlari **mexanik** ta'sirdan saqlash, terini **moylab** turish uchun xizmat qiladi. O'simliklarda barglarning va

mevalarning sirtidagi **mum**, ularni oshiqcha miqdorda **suvni bug‘latishdan** himoyalaydi. Ba’zi lipidlar oqsillar va karbonsuvlar bilan birikib hosil qilgan birikmalari (glikolipoproteinlar) **immunitet** uchun ham daxldor bo‘ladi.

5. Lipidlar molekular darajada sodir bo‘ladigan **boshqaruv jarayonlarida** qatnashadi. Membranalar bilan bog‘langan fermentlarning (masalan, oksidlanuvchi fosforlanishda ishtirok etuvchi) faolligi lipidlarning xossalari va strukturalariga bog‘liq bo‘ladi. Glikolipidlar nerv to‘qimasining muhim komponenti bo‘lganligi sababli nerv tizimi funksiyasiga kuchli ta’sir ko‘rsatadi.

Shunday taxmin borki, unga ko‘ra lipidlarning membranadagi ta’sirini eng muhim funksiyalaridan biri, ularning fermentativ reaksiyalarda noyob tartibli, ma’lum yo‘nalishdagi, gidrofob yuzali “kofaktorligining uyushgan holati” darajasini tuzish uchun xizmat qilishdan iborat. Glikolipidlar asab to‘qimalarini eng muhim komponentlari bo‘lib, asab tizimi funksiyasini boshqariluviga ta’sir ko‘rsatadi. Lipidlar bakteriyalar uchun alohida ahamiyatga ega, ularning taksonomik induvidualligini, turga oid farqli jihatlarini, patogenlik tipi va boshqa xususiyatlarini belgilaydi.

### 9.3. Lipidlarning nomlanishi va tasniflanishi.

Lipidlar kimyoviy jihatdan organik birikmalarning terma guruhi hisoblanadi va shu sababli yagona funksional tavsifga ega emas. Lekin ularni organik birikmalarning ko‘pchiligini ko‘p atomli spirtlarning yoki maxsus tuzilmali spirtlarning murakkab efirlari sinfi desa bo‘ladi. Lipidlarni tarkibi, tuzilishi, organizmdagi roli va zamonaviy klassifikatsiya tushunchalariga mos ravishda quyidagicha klassifikatsiyalanadi (17-jadval).

17-jadval. Lipidlarning asosiy sinflari

<b>Neytral yog‘lar (yoki atsilglitserollar)</b>	<b>Sfingolipidlar</b>
<b>Mumlar</b>	<i>Sfingomielinlar</i>
<b>Fosfoglitsereidlar</b>	<i>Serebrozidlar</i>
<i>Fosfatidilxolin</i>	<i>Gangliozidlar</i>
<i>Fosfatidiletanolamin</i>	<b>Sterin va steridlar</b>
<i>Fosfatidilserin</i>	
<i>Fosfatidilinozi</i>	
<i>Plazmalogenlar</i>	
<i>Kardiolipinlar</i>	

Fosfoglitsereidlar, shuningdek, tarkibida fosfor bo‘lgan sfingomiyelinlar fosfolipidlar guruhiga kiradi.

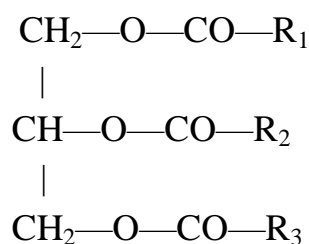
Lipidlarning nomlanishida **trivial nomlash**, ya’ni tarixan shakllanib kelayotgan nomlash va **ilmiy** nomlashlardan foydalaniladi. Masalan, neytral yog‘ tristearino-glitsereid,

dipalmitomonostearinoglitserid yoki o‘zaro mos holda tristearin yog‘i, dipalmitomonostearin yog‘i deb nomlanadi. Fosfolisridlarni nomlashda ilmiy va trivial nomlash mos holda **fosfatidilxolin-letsetin**, **fosfotidalxolin-plazmogen** deb yuritiladi. Sterinlarni nomlashda ularga **xolesterinning hosilasi** deb qaraladi.

## 9.4. Lipidlarning asosiy sinflari va ularning tavsifi

### 9.4.1. Neytral yog‘lar

Neytral yog‘larning umumiy formulasi:



$R_1, R_2, R_3$  – radikallar, ya’ni yog‘ kislota qoldiqlaridir.

Glitserin molekulasidagi gidroksillarning uchalasi ham, shuningdek, ikkitasi ham va hattoki bittasi ham eterifikatsiyalanishi mumkin. Tabiatda mono- va diglitseridlar ham ko‘p uchrashi va lipidlar almashinuvida muhim ahamiyatga ega bo‘lishiga qaramay, triatsilglitserinlar neytral yog‘larning eng keng tarqalgan shakli hisoblanadi. Triglitseridlar karbonsuvlar, oqsillarga qaraganda zaxira modda sifatida alohida ustunliklarga ega.

Ular suvda erimaydi, hujayra shirasida suv bilan aralashib ketmaydi va sitoplazmaning fizik-kimyoviy xossalari o‘zgarmaydi, sovunlanishgacha suv muhitida hech qanday reaksiyalarga kirishmaydi.

**Yog‘ kislotalari.** Yog‘lilar tarkibida, odatda, juft sonli karbon atomiga ega bo‘lgan kislotalar uchraydi va ko‘pincha ular tarmoqlanmagan zanjirga ega bo‘ladi. Ular **to‘yingan, monoto‘yinmagan va polito‘yinmagan** kislotalarga bo‘linadi va karboksil guruhlari 1-raqami bilan belgilanadi.

**To‘yingan yog‘ kislotalari quyidagilar:**

- 1) Moy kislota (4)  $\text{CH}_3\text{—(CH}_2\text{)}_2\text{—COOH}$
- 2) Kapron kislota (6)  $\text{CH}_3\text{—(CH}_2\text{)}_4\text{—COOH}$
- 3) Kapril kislota (8)  $\text{CH}_3\text{—(CH}_2\text{)}_6\text{—COOH}$
- 4) Kaprin kislota (10)  $\text{CH}_3\text{—(CH}_2\text{)}_8\text{—COOH}$
- 5) Laurin kislota (12)  $\text{CH}_3\text{—(CH}_2\text{)}_{10}\text{—COOH}$
- 6) Miristin kislota (14)  $\text{CH}_3\text{—(CH}_2\text{)}_{12}\text{—COOH}$
- 7) Palmitin kislota (16)  $\text{CH}_3\text{—(CH}_2\text{)}_{14}\text{—COOH}$
- 8) Stearin kislota (18)  $\text{CH}_3\text{—(CH}_2\text{)}_{16}\text{—COOH}$

- 9) Araxin kislota (20)  $\text{CH}_3\text{---}(\text{CH}_2)_{18}\text{---COOH}$   
 10) Begen kislota (22)  $\text{CH}_3\text{---}(\text{CH}_2)_{20}\text{---COOH}$   
 11) Lignoserin kislota (24)  $\text{CH}_3\text{---}(\text{CH}_2)_{22}\text{---COOH}$

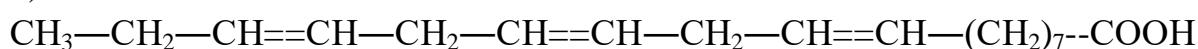
**Monoto‘yinmagan yog‘ kislotalari quyidagilar:**

- 1) Kroton kislota (4)  $\text{CH}_3\text{---CH=CH---COOH}$   
 2) Palmitolein kislota (16)  $\text{CH}_3\text{---}(\text{CH}_2)_5\text{---CH=CH---}(\text{CH}_2)_7\text{---COOH}$   
 3) Olein kislota (18)  $\text{CH}_3\text{---}(\text{CH}_2)_7\text{---CH=CH---}(\text{CH}_2)_7\text{---COOH}$   
 4) Eruk kislota (22)  $\text{CH}_3\text{---}(\text{CH}_2)_7\text{---CH=CH---}(\text{CH}_2)_{11}\text{---COOH}$   
 5) Nervon kislota (24)  $\text{CH}_3\text{---}(\text{CH}_2)_7\text{---CH=CH---}(\text{CH}_2)_{13}\text{---COOH}$

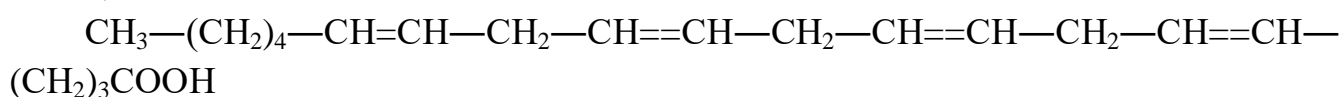
**Polito‘yinmagan yog‘ kislotalari quyidagilar::**

- 1) Linol kislota  $\text{CH}_3\text{---}(\text{CH}_2)_4\text{---CH=CH---CH}_2\text{---CH=CH---}(\text{CH}_2)_7\text{---COOH}$

- 2) Linolen kislota



- 3) Araxidon kislota



Odatda, to‘yinmagan yog‘ kislotalarining qo‘sh bog‘lari, **asosan, 9- va 10-** uglerod atomlari o‘rtasida va qo‘shimcha qo‘sh bog‘lar esa 10-uglerod atomi hamda  $-\text{CH}_3$  guruhi o‘rtasida joylashadi. Kislota molekulasining o‘rtasida joylashgan qo‘shbog‘lar orasida hech bo‘lmasa bitta **metilen** ( $-\text{CH}_2-$ ) guruhi bo‘ladi. To‘yinmagan yog‘ kislotalari bir necha qo‘sh bog‘lar evaziga buralib yig‘ilishi mumkin, bu esa membrana uchun juda muhim.

Yog‘ kislotalari amaliy jihatdan suvda erimaydi, ularning natriyli va kaliyli tuzlari suvda misellalar hosil qiladi. Bu misellalarda  $-\text{COONa}$  va  $-\text{COOK}$  guruhlar **suv fazasiga** qarab turgan bo‘lsa, uning **qutbsiz (radikallar)** zanjir qismi esa, misellalar **strukturaning ichida** yashiringan bo‘ladi. Bu xildagi misellalar manfiy zaryadga ega bo‘ladi va bir-biridan **itarilib** turgani sababli eritmada suspenziyalangan holda bo‘ladi. To‘yingan yog‘ kislotalarining erish darajasi to‘yinmaganlarga nisbatan yuqori (stearin –  $69^\circ\text{C}$ , palmitin –  $61^\circ\text{C}$ , olein –  $15^\circ\text{C}$ , linol –  $13^\circ\text{C}$ , linolen –  $5^\circ\text{C}$ ) bo‘ladi.

**Neytral yog‘lar** yuqorida e‘tirof etilganidek, glitserin va yuqori molekular kislotalarining murakkab efirlaridir. Neytral yog‘larning nomlanishi, ularning tarkibiga kirgan yog‘ kislotalarini nomlariga asoslanadi (masalan, tristearin yog‘i, oleodipalmitin yog‘i). Ko‘pincha tabiiy yog‘lar tarkibida olein kislotalari uchraydi, uning miqdori 30 % dan ziyodroq, keyingi o‘rinda palmetin kislotalari turadi, u 15 % va undan biroz ko‘proq miqdorda bo‘ladi. Moy va kapron kislotalar hayvon yog‘lari tarkibida, kapron va kapril kislotalar kokos moyi tarkibida uchraydi. Shuningdek, laurin kislotalari, laur yog‘i, miristin – **muskat** yog‘og‘i, **araxidon, begen va lignoserin** kislotalari – **yeryong‘oq** va **soya** yog‘lari tarkibida uchraydi. Poliyen (polito‘yinmagan) yog‘ kislotalari – **linolen** va **linol** kislotalari – **zig‘ir, kanakunjut, kungaboqar, paxta** va boshqa o‘simlik yog‘lari tarkibida uchraydi. O‘simlik yog‘lari tarkibida, asosan, **to‘yinmagan** yog‘ kislotalari (90 % gacha)

uchraydi, to'yingan yog' kislotalaridan esa, asosan, **palmetin** kislotasi (10-15 % gacha) bo'ladi. Hayvon yog'lari xilma-xil triglitseridlarning aralashmasidan tashkil topadi, bunda **oddiy yog'lar** (triglitseridlar), ya'ni bir xil kislota qoldiqlaridan tashkil topganlar kam, har xil triglitseridlar -**murakkab yog'lar**, ya'ni harxil kislota qoldiqlaridan tashkil topganlari ko'p bo'ladi. Ular orasida ko'pincha uglerod soni 20 dan 24 gacha bo'lgan yog' kislotalari bo'ladi. Cho'chqa yog'i tarkibidagi yog'larni 1 % tripalmetin, 3 % triolein bo'lib, qolgan yog'lar aralash yog'lar yoki murakkab yog'lar hisoblanadi, ular orasida asosiy qism palmitodiolein (53 %), palmitostearinoolein (27 %)lar hisobiga to'g'ri keladi.

Yog'larning **fizik xossalari** ularning tarkibidagi yog' kislotalarning tavsifiga bog'liq. Ayniqsa, bu narsa triglitseridlarning suyuqlanish darajalarini ko'rib chiqqanda ko'zga yaqqol tashlanadi: agar yog'larning tarkibida to'yingan kislotalar ko'proq bo'lsa, triglitserid qattiq, aksincha bo'lganda esa suyuq, ya'ni oddiy sharoit (uy harorati) da ikkinchi xildagi yog'lar suyuq bo'ladi. Qo'y yog'ini erish darajasi cho'chqa yog'iga nisbatan  $10^0$  C ga yuqori bo'ladi, chunki ularning tarkibidagi **dipalmitoolein**ning miqdori kam (o'zaro mos holda 46 % va 53 %) va **oleinodipalmetin**ni esa ko'proq (o'zaro mos holda 13 va 15 %) bo'ladi. Odam yog'i  $15^0$  C da eriydi (tana haroratida u suyuq bo'ladi) va uning tarkibidagi olein miqdori 70 % ni tashkil qiladi. O'simlik yog'lari tarkibidagi yog' kislotalari asosan to'yinmagan kislotalardan tashkil topgani uchun bu yog'lar oddiy sharoitda suyuq bo'ladi. Masalan, kungaboqar yog'i tarkibi 39 % olein, 46 % linol kislotalardan tashkil topgan va erish darajasi =  $21^0$  C bo'ladi. Dukkaklilar yog'larining erish darajasi  $30-34^0$  C ga teng bo'lib, ularning tarkibida 35 % palmetin va 40 % stearin kislotalar bo'ladi. Triglitseridlar optik va geometrik izomerlar hosil qiladi, chunki ular glitserinda bitta yoki kislota qoldiqlarining qo'sh bog'li radikallarida bir necha asimmetrik karbon atomlari bo'lishi mumkin. Shu narsa alohida tavsifga loyiqki, triglitseridlar tarkibidagi yuqori molekular to'yinmagan yog' kislotalari sis-konfiguratsiyaga ega, bu narsa molekulaning ko'rinishida o'z aksini topadi. Yog'lar tarkibidagi kislota qoldiqlarining **sis-** va **trans-izomer** holatda bo'lishi, ular yordamida hujayra membranalari orqali moddalarning hujayra ichi va uni tashqarisiga tomon tashilishini ta'minlanadi.

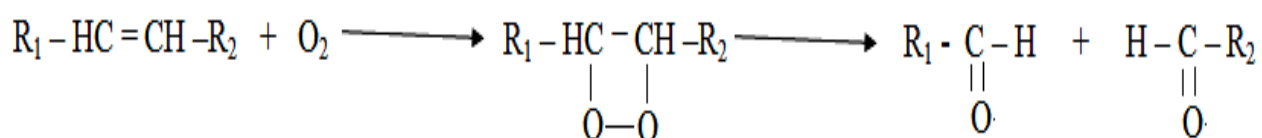
Yog'larni tavsiflanishida **kislota soni, yod soni, sovunlanish soni, efir soni** va boshqa konstantalardan foydalaniladi:

**Kislota soni** 1 g yog' tarkibidagi **erkin** yog' kislotalarini KOH eritmasi yordamida neytrallash uchun sarflangan mg hisobidagi kattalik hisoblanadi. Bu ko'rsatkich yordamida yog'ni yoki yog'li ovqat mahsulotlarini uzoq muddatda saqlash jarayonida uning sifatini ko'rsatkichini baholashda foydalaniladi.

**Yod soni** deb 100 g yog' tarkibidagi to'yinmagan kislotalarni neytrallash uchun sarflangan yodning gramm miqdoriga aytiladi. Yod to'yinmagan yog' kislotalarining qo'sh bog'li joylariga birikkanligi sababli yod soni muayyan yog' tarkibidagi to'yinmagan kislotalar miqdorini tavsiflaydi.

Neytral yog'larni ishqor yordamida gidrolizlash **sovunlanish** deyiladi. Bu xildagi reaksiya yordamida glitserin va yog' kislotalarning tuzlari-sovun hosil bo'ladi. Gidroliz uchun KOHdan foydalanilganda, **suyuq sovun**, NaOHdan foydalanilganda esa **qattiq sovun** hosil bo'ladi. Yog'larning ishqoriy gidrolizi mahsulotlari suvda eriydi organik erituvchilarda erimaydi, bu xossasidan lipidlar kimyosida lipid aralashmalaridan ularni bir-biridan ajratib olishda foydalaniladi. Shunday yo'l bilan **sovun** olinadi. Yog'lar ancha muddatda saqlaganda, yorug'lik, kislorod va namlik ta'sirida yoqimsiz ta'm va hid paydo bo'ladi.

Bu jarayon, yog'larni oksidlanishi va qisman gidrolizi bilan bog'liq va **taxirlanishi** (achchiq bo'lib qolishi) deyiladi. Ayniqsa, yog' tarkibidagi to'yinmagan yog' kislotalari juda oson oksidlanadi. Bunda kislorod qo'sh bog' joylashgan joyga birikadi, oldin peroksid, keyin aldegid va kalta zanjirli moy kislota kabi yoqimsiz ta'mli va yoqimsiz hidli kislotalar hosil bo'ladi:



Yog'larni yoki tarkibida yog' bo'lgan ovqat mahsulotlarini oksidlanuvchi taxirlanishini oldini olish uchun ularga oksidlanishni to'xtatadigan antioksidantlar qo'shiladi. Eng faol antioksidant jumlasiga E vitamini kiradi. Yog'larni qorong'ida, suvuq sharoitda va vakuumda saqlash ham oksidlanishni oldini oladi. Yog'lar tirik organizmlardagi metabolitik jarayonlarda muhim ahamiyatga ega bo'lib qolmay, balki ulardan texnikada va meditsinada ham keng foydalaniladi. Ulardan sovun, olifa, yog'li bo'yoqlar tayyorlashda va surtma dorilarning asosi sifatida foydalaniladi.

Yog'lar organizmda ikki xil holda uchraydi:

- protoplazmatik yog';
- zaxira (rezerv) yog' tarzda uchraydi.

**Protoplazmatik** (konstitusion) **yog'** – har bir hujayraning tarkibini tashkil qiladi. U hujayralarning mitoxondriyalari, mikrosomalari va boshqa subhujayraviy elementlari membranalarini tarkibiga kiradi. Bu membranalar hujayralarga va subhujayraviy elementlarga **ozuqa moddalarini kirishi** va so'nggi **almashinuv** mahsulotlarini ulardan **chiqarilishini** boshqaradi. Protoplazmatik yog'larning odamdagi miqdori doimiy ko'rsatkichga ega va umumiy yog' miqdorining 25 % ni tashkil qiladi. Bu miqdor doimiy, **och** qolganda va **patologik** holatda ham amaliy jihatdan o'zgarmaydi.

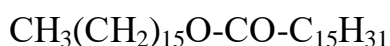
**Zaxira (rezerv) yog'lari** – energiyani konservatsiyalashning eng qulay shakli hisoblanadi. Bu narsa yog'ning karbonsuvlar va oqsillarga nisbatan ikki marta ko'proq kaloriyligidadir. Rezerv yog'ning organizmdagi miqdori har xil sharoitlar (jins yosh, mehnat faoliyati turi, ovqatlanish h.k.lar)ga bog'liq holda o'zgarib turishi mumkin. O'rtacha organizmda taxminan 7-8 kg rezerv yog' bo'lishi mumkin. Organ va

to'qimalardan miya, sperma, tuxumdon hujayralari lipidlarga boy bo'ladi va organning 7,5-30 % ni tashkil qiladi.

#### 9.4.2. Mumlar

**Mumlar** – yuqori molekular yog' kislotalari (16 tadan 22 tagacha uglerod atomlari bo'lgan)ning bir yoki ikki atomli spirtlar bilan hosil qilgan **murakkab efirlaridir**. Hayvonlarda mumlar teri, jun, patlarning lipidlarini tarkibiga kiradi, o'simliklarda esa, mumlar barg va mevalarning yuza pardasini 80 % tashkil qiladi. Ular mikroorganizmlar tarkibiga ham kiradi. Mumlar organizmda, asosan, **himoya** funksiyasini bajaradi. Mumlarning tarkibiga palmetin, stearin va olein kislotalari qatori faqat mumlar tarkibida uchraydigan – karnoub ( $C_{24}H_{48}O_2$ ), serotin ( $C_{27}H_{54}O_2$ ) kislotalar uchraydi. Spirtlardan setil ( $CH_3(CH_2)_{15}OH$ ), mirisil ( $CH_3(CH_2)_{30}OH$ ), n-geksakozanol ( $CH_3(CH_2)_{25}OH$ ) va boshqalar uchraydi. Tabiiy mumlar tarkibida yuqorida keltirilgan murakkab efirlardan tashqari, 21-35 uglerod atomlaridan tashkil topgan ba'zi erkin yog' kislotalari, spirtlar va karbonvodorodlar ham uchraydi. Hayvon mumlaridan spermatset, lanolin va asalari mumi muhim ahamiyatga ega.

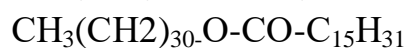
**Spermatset** – kashalotning bosh suyagi chuqurchasida joylashgan fibroz xaltachadan ajratib olinadi va u exolokatsiyada tovushni o'tkazish vazifasini bajaradi. Kimyoviy jihatdan **setilpalmitat** murakkab efiri hisoblanadi:



Spermatset parfyumeriyada kremlar, surtmalar tayyorlashda asos sifatida foydalaniladi, chunki u lanolin – qo'ylarning junini moylovchi moddasi kabi teri orqali yaxshi so'riladi.

**Lanolin** kimyoviy jihatdan sterid hisoblanadi. U lanosterin va agnosterinlarning lanolin, palmetin, stearin kislotalari bilan hosil qilgan murakkab efirlaridir.

**Asalari mumi** – ishchi asalarilarning maxsus bezlari tomonidan ishlab chiqariladi. Kimyoviy tuzilishi jihatidan **mirisilpalmitat** hisoblanadi:



Lekin asalari mumi tarkibida erkin yog' kislotalari, erkin spirtlar va karbonvodorodlar ham uchraydi. Asalari mumi tarkibida uni rangi va hidini belgilovchi moddalar, shuningdek, mineral birikmalar bo'ladi.

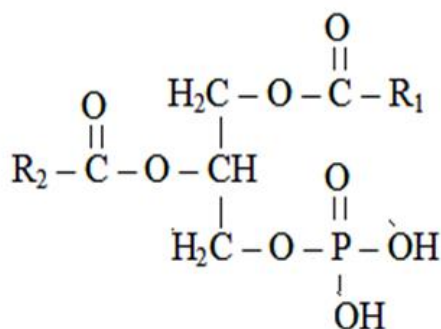
Asalari mumi **kislota**ga chidamli, **namlik** va **elektr tokini o'tkazmaydi** va shu sababli elektrotexnika, radiotelefon, oziq-ovqat, farmatsevtik, shisha, parfyumeriya sanoatlarida, galvanoplastika va boshqalarda foydalaniladi. Qadimdan asalari mumidan tibbiy maqsadlarda: plastirlar, surtmalar tayyorlashda foydalanib kelingan, ularni yuz qoplamalari, kremlar tarkibiga qo'shiladi.

Neytral yog‘lardan farqli o‘laroq, asalari mumi **yorug‘lik, oksidlovchilar, qizdirishga chidamli, qiyin** gidrolizlanadi.

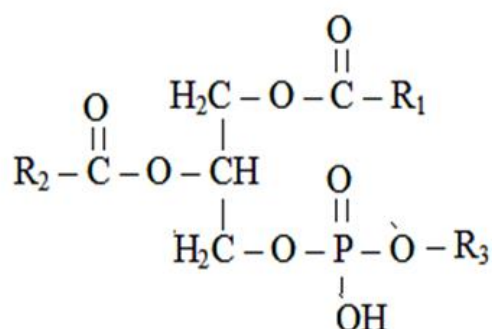
### 9.4. 3. Fosfoglitsyeridlar

Fosfoglitsyeridlar fosfolipidlar, plazmogenlar va kardiolipinlardan tashkil topadi.

**Fosfolipidlar** – fosfatidil kislotaning hosilalari hisoblanadi va ularning tarkibi glitserin, yog‘ kislotalari, fosfat kislota va azot tutuvchi asosdan tashkil topadi. Fosfatidil kislota va fosfoglitsyeridlarning umumiy formulasi quyidagicha:



*Fosfatid kislota*

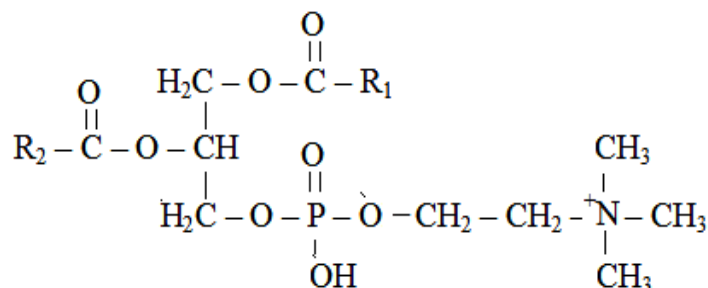


*Fosfogliserid*

Barcha lipidlar orasida fosfoglitsyeridlar ko‘zga yaqqol tashlanadigan qutbiy xossalarga ega. Fosfoglitsyeridlar suv eritmalariga qo‘shilganda, chin eritmaga kamgina qismi o‘tib, lipidning asosiy qismi suv tizimida misella tarzida joylashadi. Fosfolipidlar birnecha kenja sinfga bo‘linadi.

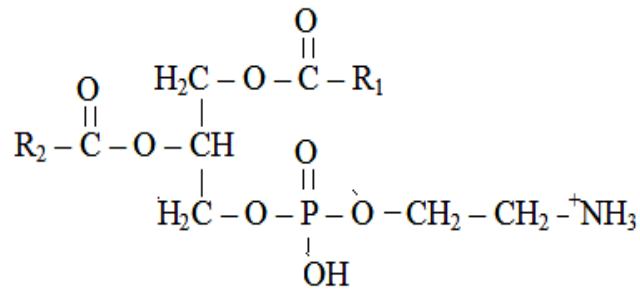
**Fosfatidilxolinlar (letsetinlar).** Triglitseridlardan farqli o‘laroq fosfatidilxolinlar glitserinning gidroksillaridan biri yog‘ kislotalari bilan emas, balki fosfat kislota bilan birikkan bo‘ladi. Bunda fosfat kislota qoldig‘iga murakkab efir bog‘ yordamida azotli asos xolin HO-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-N<sup>+</sup>(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub> birikadi.

Uning umumiy formulasi quyidagicha:



*Fosfatidilxolin (letsetin)*

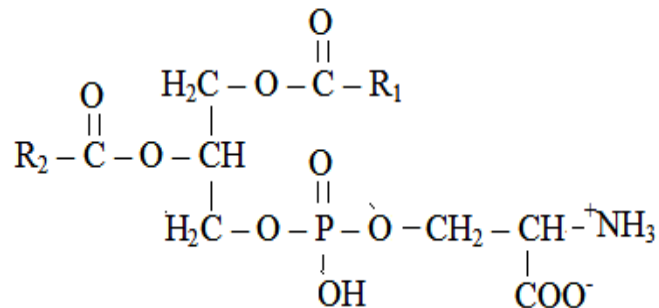
**Fosfatidiletanolaminlar.** Fosfatid kislota xolinning o‘rniga etanolaminning birikishidan hosil bo‘ladi:



*Fosfatidiletanolamin*

Fosfatidilxolin va fosfatidiletanolaminlar o‘simlik va hayvonlar hujayralarining **membranilarini** asosiy komponentlari, ularda sodir bo‘ladigan metabolitik jarayonlarni kechishida muhim ahamiyatga ega.

**Fosfatidilserin.** Bu modda molekulasida azotli asos sifatida serin xizmat qiladi:

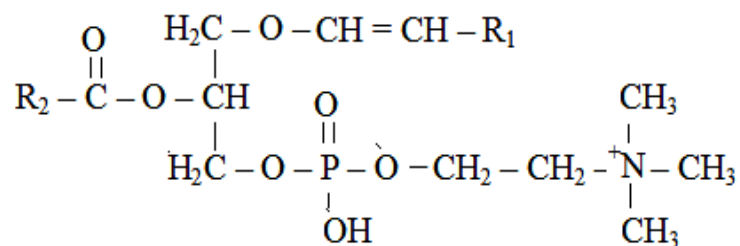


*Fosfatidilserin*

Fosfatidilserinlar kamroq uchraydi, ulardan hujayrada fosfatidiletanolaminlar va fosfatidilxolinlarning sintezlanishi, ularning ahamiyatini belgilaydi.

**Fosfatidilinozitollar.** Ular fosfatid kislotalari hosilasi hisoblanadi, lekin azoti yo‘q. Azotli asos o‘rniga bu guruhda olti atomli **siklik spirt** inozitol birikkan bo‘ladi. Fosfatidilinozitollar **hayvonlar, o‘simliklar va mikroorganizmlarda** uchraydi, Hayvonlarda **yurak, jigar, o‘pka va orqa miya nerv tolalarining mielin** po‘stlarida uchraydi. Fosfatidilinozitollar metabolizmni boshqariluvini ta‘minlovchi prostaglandinlarni dastlabki xomashyosi hisoblanadi. Ayniqsa, fosfatidioinozitol hosilalarining, ya‘ni 6 fosfatidilinozitol-4-fosfat va fosfatidilinozitol-3,4-difosfatlari muhim ahamiyatga ega. Ular miya to‘qimasi tarkibida bo‘lib, umumiy fosfatidilinozitollarning yarmidan ko‘p qismini tashkil qiladi.

**Plazmalogenlar (fosfatidallar).** Boshqa fosfoglitseridlardan glitserinning C-1 atomida yog‘ kislota qoldig‘i o‘rniga to‘yinmagan spirtning (12 dan 18 tagacha uglerod bo‘lgan) alfa- yoki betta qoldig‘i uchraydi va demak, unda murakkab efir bog‘ emas, balki oddiy efir bog‘ yordamida birikish yuz beradi.

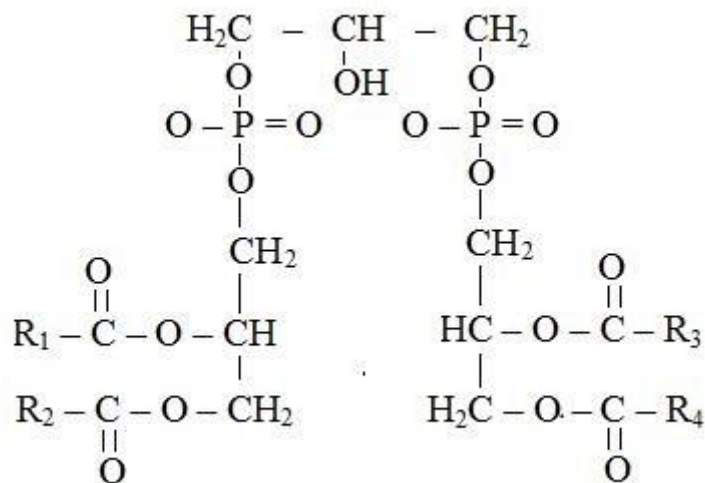


*Fosfatidaxolin (plazmalogen)*

Plazmalogenlarning asosiy sinflari **fosfatidaxolinlar**, **fosfatidaletanolaminlar** va **fosfatidaserinlar** hisoblanadi. Oddiy efir bog‘lanishlar suyultirilgan ishqorlar ta‘siriga chidamli, lekin suyultirilgan kislotalarda gidrolizlanib, tegishli spirtlarning aldegidlariga aylanadi (bu guruh plazmalogen-yuqori molekular aldegid ma‘nosini bildiradi).

Plazmalogenlar ayniqsa, **mushaklar va nerv hujayralari membranalarida** ko‘p uchraydi. Ularni eritrotsitlar tarkibida ham bo‘lishi aniqlangan. Ularning glitserofosfoglitsidlar orasidagi umumiy ulushi 25 % ni tashkil qiladi.

**Kardiolipinlar.** Ular polifosfoglitsidlar jumlasiga kiradi. Kardiolipinlar **mitoxondriyalar, xloroplastlar va bakteriyalarning** membranalariga kiradi. Kardiolipinlar fosfatidilglitserinlarning hosilalari hisoblanadi, ularda glitserinning ikkinchi qoldig‘ini 3- gidroksili fosfatidil kislotaning fosfat kislotasi bilan etirifikatsiyalangan bo‘ladi, ya‘ni kardiolipinlar tarkibida uchta glitserin qoldig‘i bor. Ularning kimyoviy tuzilishi quyidagicha:



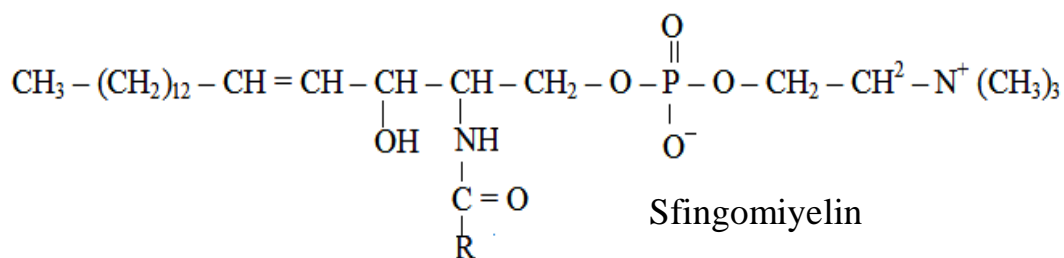
*Kardiolipin*

Kardiolipinlar bakteriyalar membranalarining asosiy komponentlari; ular mitoxondriyalar va xloroplastlarning membranalariga ham kiradi. Kardiolipinlar mitoxondriyalarda **oksidlanuvchi fosforlanish** jarayonida elektronlarni ko‘chirishida katta ahamiyatga ega.

#### 9.4.4. Sfingolipidlar

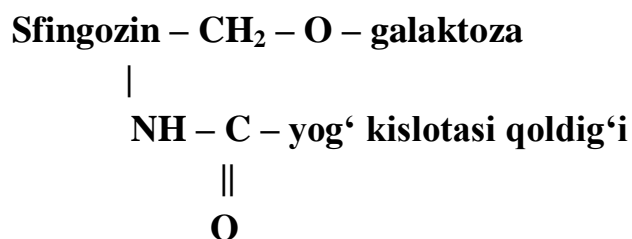
Sfingolipidlarning uchta sinfi mavjud: sfingomiyelinlar, serebrozidlar va ganglioizidlar. Ularning tarkibida glitserin bo‘lmaydi.

**Sfingomiyelinlar.** Ular ancha keng tarqalgan sfingolipidlar bo‘lib, asosan hayvon va o‘simlik hujayralari membranalarida uchraydi. Ayniqsa, nerv to‘qimasi sfingomiyelinlarga boy, shuningdek, jigar, buyrak va boshqa organlarda ham uchraydi. Sfingomiyelinning molekulasini tuzilishi fosfoglitseridlarlarni tuzilishini eslatadi. Sfingomiyelinning molekulasida qutbli “boshcha”si bo‘lib, u bir yo‘la musbat (xolin qoldig‘i) va manfiy (fosfat kislota qoldig‘i) zaryadga ega, hamda unda ikkita qutbsiz “dum” (sfingozinning uzun zanjiri va yog‘ kislotasining radikali)dan tashkil topgan. Shuni qayd etish joizki, ba’zi sfingomiyelinlarda, masalan, miyadan va taloqdan ajratib olingan sfingomiyelinda sfingozin o‘rniga digidrosfingozin (qaytarilgan sfingozin) spirti uchraydi. Ularni gidrolizlaganda bir molekula yog‘ kislota, bir molekula to‘yinmagan spirt sfingozin, bir molekula azotli asos va bir molekula fosfat kislota hosil bo‘ladi:



Sfingomiyelindan xolinni ajratib olib, qolgan qoldiqni bo‘lganda, seramid deyiladi.

**Serebrozidlar.** Ular seramidning hosilalari, ya’ni seramidmonosaxaridlar hisoblanadi. Bu biofaol moddalar sfingomiyelinlardan tarkibida fosfat kislota ham, xolin ham bo‘lmasligi bilan farqlanadi. Ularning tarkibiga geksoza, odatda, D-galaktoza kiradi, u sfingozin spirtining gidroksil guruhi bilan efir bog‘ orqali birikadi. Bundan tashqari serebrozid tarkibida yog‘ kislota ham bo‘ladi. Yog‘ kislotalari orasida lignoserin, nervon va serebron kislotalar ko‘proq uchraydi. Sxematik jihatdan serebrozidning formulasini quyidagicha ifodalash mumkin:



Shu tipdagi glikolipidlar nerv hujayralari (miyelin qobig‘i)ning tarkibida bo‘ladi. Serobrozidlarni geksozaning C-3 karboni orqali sulfatlar bilan eterifikatsiyalanganda serebrozid sulfatlar hosil bo‘ladi. Serobrozidlar va ularning sulfat efirlari-serebrozid sulfatlar miyaning oq modda qismida uchraydi.

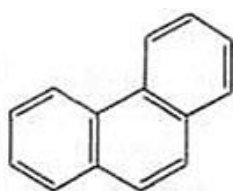
**Ganglioizidlar.** Moddalar gidrolizlanganda yog‘ kislotasi, sfingozin, D-glyukoza, D-galaktoza, shuningdek, aminoshakarlarning hosilalari: N-atsetilglyukozamin va N-atsetilneyramin kislotalarini hosil qiladi. Ganglioizidlarning eng oddiy vakili gametozid bo‘lib, eritrotsitlarning stromasidan ajratib olingan. Uning tarkibi sfingozin, N-atsetilneyramin kislotasi, galaktoza, glyukozalardan tashkil topgan.

Ganglioizidlar miyaning kulrang qismi (6 %gacha), nerv va glial hujayralarning plazmatik membranalari tarkibida uchraydi. Ganglioizidlar hujayraga ko‘rsatilgan signallarni qabul qilish jarayonida ishtirok etadi. Ular hujayralararo o‘zaro ta’sirlanishini nazorati va boshqarilishida, peptid gormonlari, serotonin, ba’zi viruslar va bakterial toksinlarning retsessiyasi (“tanish”)da ishtirok etadi. Ganglioizidlarning strukturasi va tarkibi glukoziltransferazalar tomonidan nazorat qilinadi, shu sababli ganglioizidlar yuqori darajadagi to‘qimaviy maxsuslikka ega va hujayraning yuza qismida antigen rolini bajaradi.

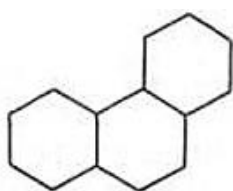
Yuqorida keltirigan lipidlar (neytral yog‘lar, mumlar, fosfatidilglitseridlar va sfingolipidlar) **sovunlanuvchi lipidlar** deb yuritiladi, chunki ishqorlar bilan gidrolizlaganda **sovun** hosil qiladi.

#### 9. 4.5. Sterin va steridlar

Sterin va steridlar tabiatda juda keng tarqalgan birikmalardir. Ular yuqorida keltirilgan lipidlardan farqli o‘laroq, **sovunlanmaydigan** lipidlar hisoblanadi. Tirik organizmlar juda ko‘pdan-ko‘p biokimyoviy va fiziologik jarayonlarda ishtirok etuvchi ko‘p sonli steroidlarni ishlab chiqaradi. Sterinlarga masalan, buyrak usti bezini po‘stloq qismi gormonlari, jinsiy gormonlar, D guruhi vitaminlari, o‘t kislotalari, yurak glukozidlari kiradi. Odam organizmida steroidlar ichida sterinlar, ya’ni steroid spirtlar muhim ahamiyatga ega. Ular siklopentanopergidrofenantren yadrosini hosilalaridir. Unda fenantren halqa vodorodga to‘yingan va unga siklopentan kondensirlangan bo‘ladi.



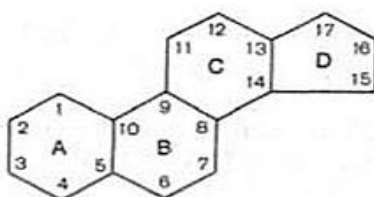
*Fenantren*



*Pergidrofenantren*

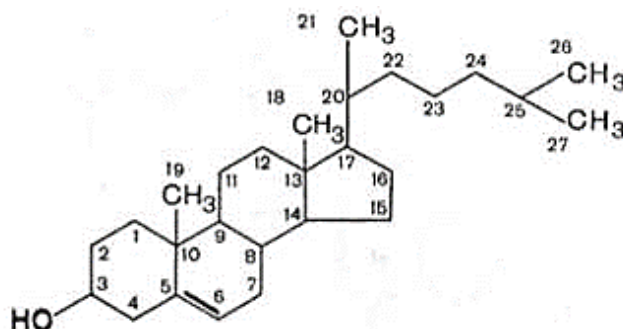


*Siklopentan*



*Siklopentanopergidrofenantren*  
(steroidlarning umumstrukturaviy asosi)

Sterinlarning muhim vakili xolesterin (xolesterol) hisoblanadi, u to‘yinmagan spirt bo‘lib, quyidagicha tuzilishga ega:



*Xolesterin (xolesterol)*

Hayvon to‘qimalarida xolesterin erkin holda va yog‘ kislotalari bilan hosil qilgan murakkab efir-xolesterid holatda uchraydi. Qon plazmasi tarkibidagi xolesterinning 1/3 qismi erkin, ya’ni spirt holatida, qolgan 2/3 qismi yog‘ kislotasi bilan eterifisirlangan holatda uchraydi. Aynan shu holatda, u yog‘ kislotalarini tashuvchisi hisoblanadi. Murakkab efirning hosil bo‘lishi ichak devorlarida yuz beradi. Umurtqalilarda xolesterinning **bachadon, urug‘don, sariq tana va buyrak usti bezlarida progesteronga** aylanishi yuz berib, keyinchalik undan **steroid gormonlar** (jinsiy) va **kortikosteroidlarning** biosintezi amalga oshadi.

Xolesterinning almashinuvining boshqa yo‘nalishi – undan **o‘t kislotalari** va **D<sub>3</sub> vitaminining** hosil bo‘lishidir. Yana bundan tashqari xolesterin funksiyalari hujayra membranalarini **o‘tkazuvchanligini** boshqarishda ishtirok etish va qon eritrotsitlarini **gemolitik zaharlar** ta’siridan himoya qilish hisoblanadi. Yangi ilmiy ma’lumotlarga binoan, xolesterin **uch karbon kislotalari sikli** fermentlarini faollaydi. Xolesterin hayvon to‘qimalari, ba’zi suv o‘tlari va juda kam miqdorda o‘simliklar changlari, hamda urug‘larini yog‘lari tarkibida bo‘ladi. O‘simliklardan qator **fitosterollar** ajratib olingan. O‘simlikda uchraydigan sterollardan keng tarqalganlari **sitosterol C<sub>29</sub>H<sub>49</sub>OH** va **stigmasterol C<sub>29</sub>H<sub>47</sub>OH** hisoblanadi.

Yuksak o‘simliklardan hasharotlarning juvenil gormoni va tulash gormoni-ekdizon gormoni ajratib olingan, hozirgi kunda ularning umumiy soni 40 dan oshdi. Bu gormonlar hasharotlarning lichinkadan boshlab rivojlanishini boshqarishda ishtirok etadigan gormonlar bo‘lib, ularning *rivojlanish bosqichlarining davriy ravishda yuz berishi* va oxirida **g‘umbak** hosil bo‘lishini boshlab berish bilan bog‘liq jarayonlarni boshqarilishida ishtirok etadi.

Sterollar ayniqsa, achitqi va mog‘or zamburug‘larida ko‘p uchraydi. Ularning asosiy steroli **ergosterol C<sub>28</sub>H<sub>43</sub>OH** hisoblanadi. Hamma sterinlar va sterollar quruq rangsiz moddalar. Tabiatda ayniqsa, hayvonlarda ular ko‘pincha oqsillar bilan birga kompleks shaklda uchraydi.

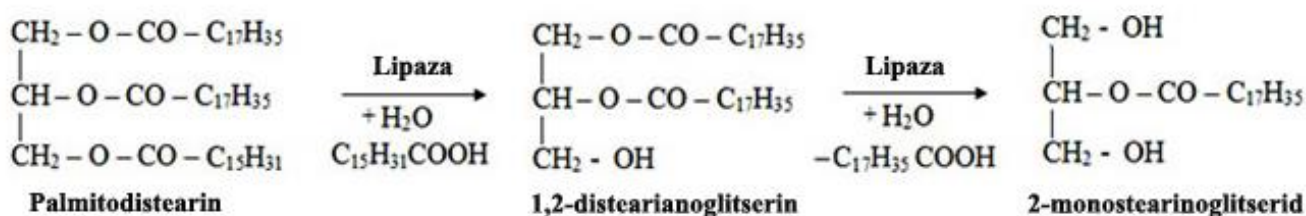
## 9.5. Lipidlarning almashinuvi va biosintezi

### 9.5.1. Lipidlarning ovqatlanishdagi roli.

Lipidlar ovqatning asosiy tarkibiy qismini tashkil qiladi. Voyaga yetgan odam bir kecha-kunduzda faoliyat turi, jinsi, iqlim sharoitlariga bog'liq holda 70 dan 145 gr gacha yog' kerak bo'ladi. Yog'lar hayvonlar uchun ham, o'simliklar uchun ham muhim komponent hisoblanadi. Lipidlar yuqori energetik organik moddalar, ular evaziga odam organizmining energiyaga bo'lgan etiyojini 25-35 % qondiriladi. Yog'lar yog'da eruvchi A, D, K va E vitaminlarini, to'yinmagan yog' kislotalari (F vitamini)ning qonga so'rilishida muhim ahamiyatga ega. O'simlik yog'lari fosfolipidlar va boshqa prostaglandinlar hisoblangan biofaol moddalar biosintezi uchun dastlabki asosi sifatida xizmat qiladi.

### 9.5.2. Lipidlaring hazmlanishi va so'rilishi.

Yog'larning hazm bo'lishi me'dada boshlanadi, u yerda lipaza fermenti bor. Me'dada faqat emulsiyalangan yog' hazm bo'ladi, bu xildagi hazm bo'lish ko'krak suti emadigan chaqaloqlardagina sodir bo'ladi. Demak, aslida yog'larning asosiy hazm bo'lishi o'n ikki barmoqli ichakda sodir bo'ladi, unga tarkibida lipaza bo'lgan **oshqozonosti bezi** shirasi, o't xaltasidan o't suyuqligi quyiladi. O't tarkibidagi **xol, dezoksixol, litoxol, xenodezoksixol, tauroxol** va **glikoxol** kislotalar sirt tarangligi yuqori moddalar bo'lib, yog'larni emulsiyalab fermentativ jarayonni kechishini yengillashtiradi. Yog'larni emulsiyalanishida oshqozonosti bezi va ichak shiralari ta'siri natijasida ovqat luqmasini neytrallashda ajraladigan karbonat anhidrid pufakchalari ham ishtirok etadi. Emulsiyalanishni ta'minlashda lipidlarni gidrolizi vaqtida hosil bo'ladigan yog' kislotalari tuzlari (sovun) qatnashadi. Lekin bunda asosiy rolni o't kislotalari o'ynaydi. Qayd qilingan jarayonlarda juda yupqa emulsiya hosil bo'lib, uning zarrachasining kattaligi 0,5 mmkdan oshmaydi. Bu xilda emulsiyalangan yog'lar ichak devorlari orqali o'taoladi va limfa tizimiga kiradi. Lekin emulsiyalangan yog'ning asosiy qismi pankreatik lipazalar ta'sirida gidrolizlangandan keyin so'riladi. Ovqat tarkibidagi lipidlarning asosiy massasi triglitseridlar shaklida bo'lib, fosfolipid va steroidlar esa kam miqdorni tashkil qiladi. Triglitseridlarning gidrolizi asta-sekin bosqichma-bosqich yuz beradi:



Bu reaksiyalar triatsilglitseridning 1,3-diefir bug'lariga nisbatan maxsuslikni namoyon qilgan **lipaza** tomonidan katalizlanadi. Hosil bo'lgan monoglitseridning 2-bog'ini boshqa lipazalar katalizlaydi:



Me'da osti bezi shirasi tarkibida lipazadan tashqari kalta zanjirli kislota qoldiqlari va xolesterinning efirlarini katalizlovchi **esterazalar** ham bo'ladi. Fosfolipidlarni parchalanishi qator fosfolipaza – A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, C, D lar va lizofosfolipazalar tomonidan amalga oshadi. Fosfolipaza A<sub>1</sub> 1-o'rindagi bog'ni gidrolizlasa, fosfolipaza A<sub>2</sub> 2-o'rinda joylashgan bog'ni gidrolizlaydi. Fosfolipaza A<sub>2</sub> pankreatik shiradan tashqari reptiliyalar, arilar, chayonlar, chumolilarning zaharlari tarkibida ham bo'ladi. Lizofosfolipaza 1-o'rindagi bitta murakkab efir bog'ni gidrolizlaydi va uni tegishli glitserofosforil hosilaga aylantiradi. Fosfolipaza C fosfat kislota va glitserin o'rtasidagi bog'ni gidrolizlaydi. Fosfolipaza D qutbiy X-guruhning uzilishini katalizlaydi. Steridlar xolinesterazalar ta'sirida xolesterol yoki ergosterollar va tegishli yog' kislotalarini hosil bo'lishi bilan kechadigan reaksiyalarni katalizlaydi.

Gidroliz natijasida hosil bo'lgan aralashma tarkibida yaxshi emulsiyalangan yog' kislotalarining tuzlari va sovunlarning anionlari, mono-, di- va triglitseridlar, glitserin, xolin, etanolamin va boshqalar bo'ladi. Ovqat mahsulotlari tarkibidagi yog'larning 40 % to'lig'icha glitserin va yog' kislotalarigacha gidrolizlanadi, 3-10 % gacha qismi gidrolizsiz triglitseridlar holatida so'riladi, qolgani asosan, 2-monoatsilglitserinlargacha gidrolizlanadi. Glitserin va kalta zanjirli yog' kislotalari ichaklardagi qon aylanipshini portal tizimi orqali jigarga kiradi

Uzun zanjirli yog' kislotalarining ichakdan qonga so'rilishi uchun o't kislotalari bo'lishi kerak. O't kislotalarining yog' kislotalarni tashilishidagi ishtirok etish qobiliyati ularning sirttaranglik faolliklari tufayli monoatsillar va sovunlar bilan misella hosil qiluvchi xususiyatlariga bog'liq. Ichakdagi pH muhiti kuchsiz ishqoriy shu sababli o't kislotalari tuz shaklida bo'ladi va shu sharoitda ular funksional faollikka ega bo'ladi. Lipidlar tana harorati sharoitida suyuq bo'lgan sharoitda tez hazmlanib, yaxshi so'riladi. Fosfat kislota tuz shaklida so'riladi, azotli asoslar esa nukleotidlar (SDF) ishtirokida so'riladi. Resintezlangan triglitseridlar, fosfolipidlar, xolesterin va uning efirlari ichakning epitelial hujayralarida oqsillar bilan birikib xilomikronlar (XM) hosil qiladi. Ularning zarrachalarini kattaligi yirik (100-5000 nm) bo'ladi, shuning uchun qon kapellarlariga o'tolmaydi va ichakning limfa tizimiga diffuziyalanadi, u yerdan ko'krak limfasi orqali qon oqimiga o'tadi. XM qon plazmasidan jigarning hujayra oraliq bo'shlig'iga erkin diffuziyaladi.

### **9.5.3. Lipidlarning oraliq almashinuvi, hujayrachi lipolizi, yog' kislotalarini oksidlanishi, keton tanachalari metabolizmi**

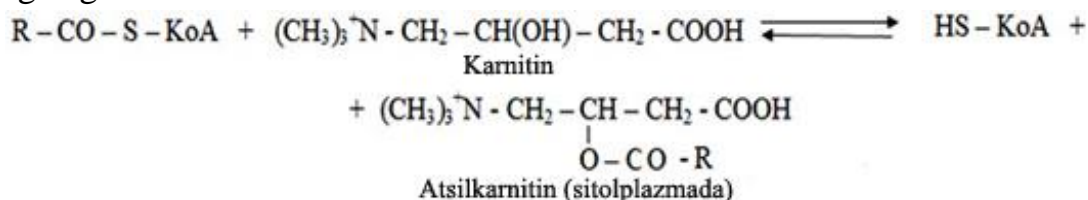
Lipidlarning metabolizmi to'qimalarda triglitseridlarning parchalanishi, yog' deposidan yog' kislotalarining mobillanishi va ularning oksidlanishi, atseton tanachalarning hosil bo'lishi, yuqori molekulari yog' kislotalar, triglitseridlar, fosfoglipidlar, sfingolipidlar, xolesterinning va h.k.larning biosintezi jarayonlarini o'z ichiga oladi. "Yoqilg'i" sifatida xizmat qiladigan yog' kislotalarining eng muhim endogen manbai yog' to'qimasi tarkibida joylashgan yog' zaxirasi hisoblanadi. Karbonsuvlar almashinuvida glikogen qanday ahamiyatga ega bo'lsa, triglitseridlarning yog' zaxiralari xuddi shunday ahamiyatga ega bo'ladi, energetik roli jihatidan yuqori molekulari yog' kislotalari glyukozani eslatadi. Hujayralarda energiya manbai faqat erkin yog' kislotalari bo'lganligi sababli dastlab triglitseridlar to'qima lipazalari ta'sirida gidrolizlanadi. Hosil bo'lgan yog' kislotalari yog' zaxirasi tarkibidan qon plazmasiga o'tadi va keyin ularni to'qimalarning energetik materiali sifatida foydalanadi. Yog'larni gidrolizlovchi triglitseridlipaza, diglitseridlipaza va monoglitseridlipazalar mavjud. Keyingi ikkala fermentlarning faolligi birinchisiga qaraganda 10-100 martaga yuqori bo'ladi. O'z navbatida, bu fermentlarning birinchisi adrenalin, noradrenalin, glukagon va boshqa gormonlar tomonidan faollanishini, qolgan ikkitasi esa bu gormonlarning ta'siriga sezgir emasligini qayd etish lozim. Triglitseridlipaza yog' to'qimasida nafaol shaklda bo'ladi va sAMF yordamida faollashadi. Gormonlar ta'sirida hujayra o'zining birlamchi strukturasi modifikatsiyalaydi va shu shaklda adenilatsiklaza fermentini faollashtiradi, u esa ATFdan sAMFni hosil bo'lishini stimullaydi. Hosil bo'lgan sAMF proteinkinaza fermentini faollashtiradi, nafaol triglitseridlipazani fosforlantirish yo'li bilan faol shaklga o'tkazadi. Triglitseridlipazaning faol shakli triglitseridni diglitseridga va yog' kislotasiga parchalaydi, nihoyat di- va monoglitserinlipazalar ta'sirida lipolizning so'nggi mahsulotlari hosil bo'ladi va ular qon oqimiga o'tadi.

1904-yilda F.Knoop organizm to'qimalarida yog' kislotalarining oksidlanishi, ularning karboksildan  $\beta$ -o'rinda joylashgan karbon atomidan boshlanadi, natijada yog' kislotalardan birin-ketin karboksil tomondan ikki karbonli fragment bo'lak uzila boradi, degan farazni e'lon qildi. O'simlik va hayvonlarda uchraydigan tabiiy yog'lar hamisha juft sonli karbon atomlaridan tashkil topgan bo'ladi. Har qanday juft sonli karbon atomlariga ega bo'lgan yog' kislotalari juft karbonli fragmentning uzala borishini eng so'nggida moy kislotali bosqichga yetib keladi, u esa navbatdagi  $\beta$ -oksidlanish tufayli atsetosirka kislota aylanadi. Atsetosirka kislota keyin ikki molekula sirka kislota qoldig'iga aylanadi. Hujayradagi yog' kislotalarini oksidlanishi mitoxondriyalarda multiferment kompleks ishtirokida yuz berishi isbotlangan. Yog' kislotalarining oksidlanishi, ularning faollashuvidan va sitoplazmadan mitoxondriyaga o'tishidan hamda degidrogenlanish, gidrotatsiya, tiolaza reaksiyalari fazalaridan tashkil topgan.

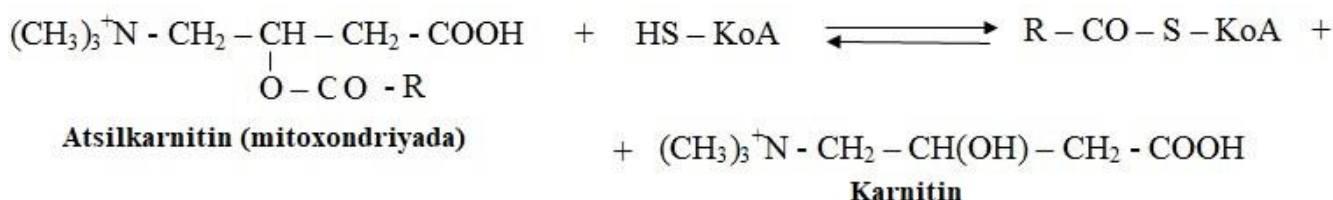
Yog‘ kislotasining “faol shakl” (atsetil-KoA)ga o‘tishi ATF energiyasi evaziga yuz beradi:



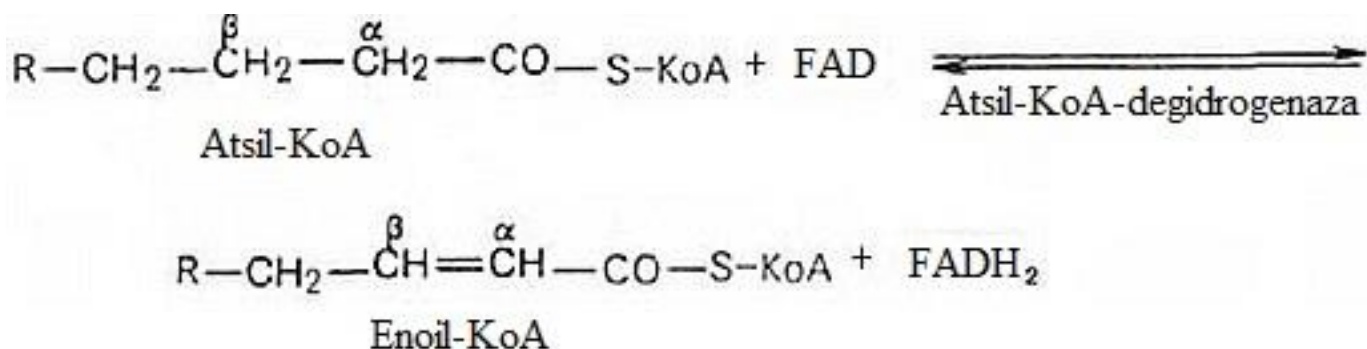
Sitoplazmadan mitoxondriyalarning matriksiga ko‘chirish uchun karnitin xizmat qiladi. Bunda maxsus sitoplazmatik ferment ishtirokida Atsil-KoA karnitin bilan birikib atsilkarnitin hosil qiladi, hosil bo‘lgan mahsulot esa mitoxondriyani ichiga o‘tish qobiliyatiga ega:



Atsilkarnitinning mitoxondriya membranasi orqali o‘tganidan keyin reaksiya teskari tomonga yo‘naladi:

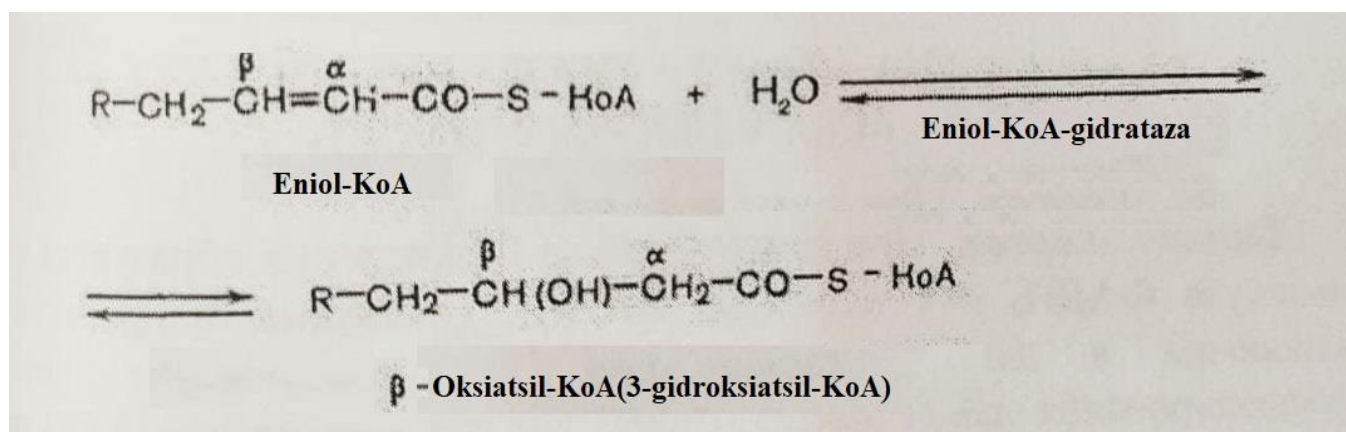


**Degidrogenlanishning birinchi bosqichi.** Mitoxondriyalarda Atsil-KoA, avvalo, degidrogenlanadi; bunda Atsil-KoA  $\alpha$ - va  $\beta$ - o‘rindagi ikki atom vodorodni yo‘qotib to‘yinmagan yog‘ kislotasini Atsil-KoA efiriga aylanadi:

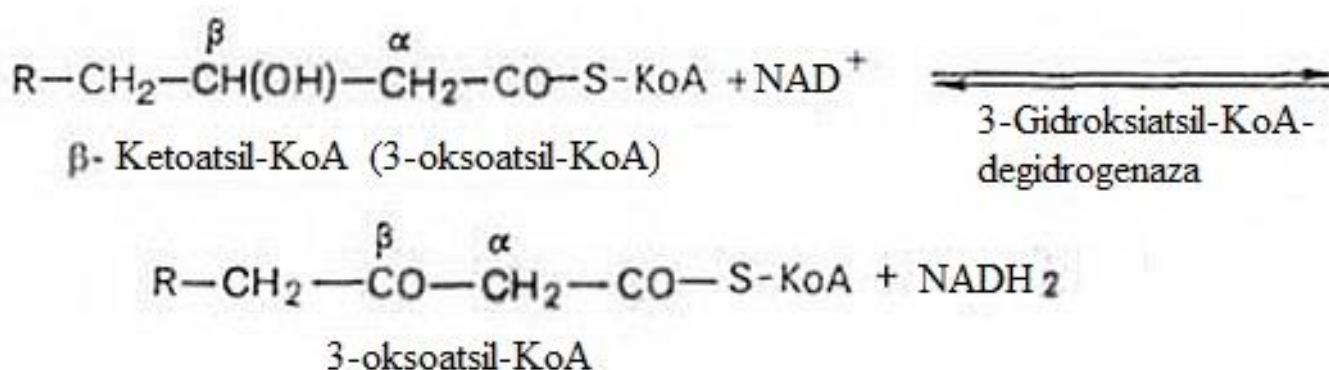


Bir necha xil tarkibida atsil-KoA-larning uzunligiga mos holdagi FAD-tutuvchi maxsus atsil-KoA-degidrogenazalar uchraydi.

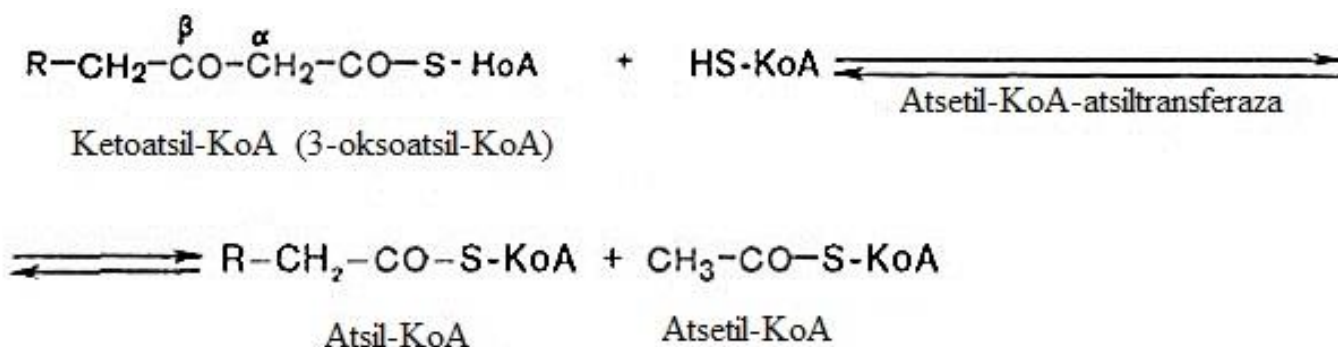
**Gidrotatsiya bosqichi.** Enoil-KoA enoil-KoA-gidrataza ishtirokida bir molekula suvni biriktirib olib  $\beta$ -oksi-atsil- KoA ga aylanadi:



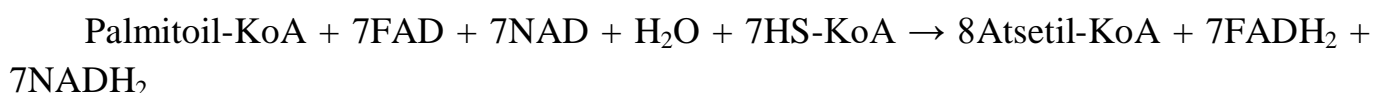
**Degidrogenlanishning ikkinchi bosqichi.** Hosil bo'lgan  $\beta$ -oksi-atsil-KoA degidrogenlanadi, reaksiyani NAD-tutuvchi degidrogenaza katalizlaydi:



**Tiolaza reaksiyasi.** Oldingi reaksiya mahsuloti koenzimom A bilan ta'sirlanadi, natijada ikkita karbon atomiga kaltalashgan atsil-KoA va ikki karbonli atsetil-KoA hosil bo'ladi:



Hosil bo'lgan atsetil-KoA uch karbon kislotalar siklida oksidlanadi, ikkita karbon atomiga kaltalashgan atsil-KoA ko'p karra  $\beta$ -oksidlanishga duch keladi va oxirida butiril-KoAga, keyin u ham ikki molekula atsetil-KoAga aylanadi. Masalan, palmetin kislotada oksidlanish sikli 7 marta takrorlanadi. Shunday qilib, palmetin kislotaning  $\beta$ -oksidanishini yig'indi tenglasi quyidagicha bo'ladi:

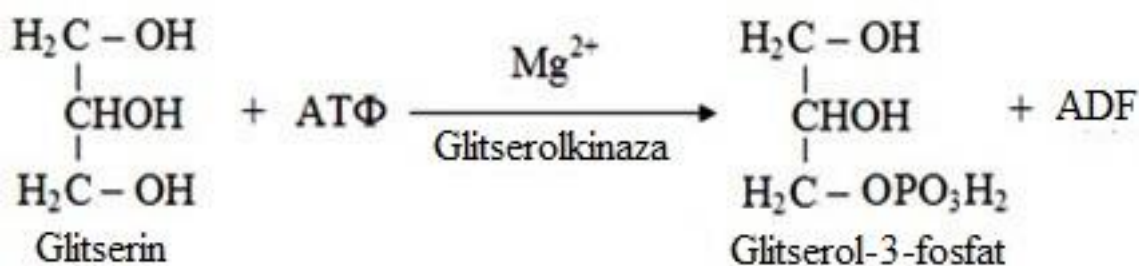




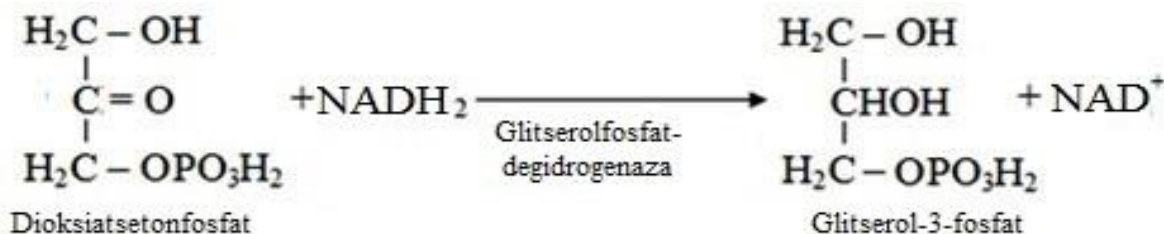
Sogʻlom odamlarning qonida keton tanachalarning miqdori koʻp emas. Patologik holatlarda (qandli diabet) uning qondagi miqdori 20 mol/l gacha koʻpayishi mumkin. Bu kasallikni **ketonemiya** deyiladi. Bu holat periferik toʻqimalar tomonidan keton tanachalarning hosil boʻlish darajasini ularni utilizatsiyalash qobiliyati chegarasidan oshib ketganida sodir boʻladi. Keyingi tadqiqotlar keton tanachalar organizmning energetik balansi doimiylikini taʼminlashda muhim ahamiyatga egaligini tasdiqlandi. Keton tanachalar mushaklar, buyraklarga yoqilgʻi yetkazib berish orqali, yogʻ toʻqimasidan yogʻ kislotalarini favqulodda mobilizatsiyalanishining oldini olinishini boshqaruvchi teskari mexanizm sifatidagi funksiyani bajaradi. Jigar bu qoidadan mustasno boʻlib, keton tanachalardan energetik material sifatida foydalanmaydi.

#### 9.5.4. Lipidlar biosintezi

Hayvonlar va odamlarning posaxaridlarni zaxiralash imkoniyatlari cheklangan, shu sababli organizmning “zaxiralash hajmi” uchun glyukoza yogʻ kislotalari, glitserin va ulardan sintezlanadigan triglitseridlarni sintezi uchun **plastik material** boʻlib xizmat qilishi mumkin. U xolesterin va boshqa sterinlarning biosintezi uchun ham muhim. Toʻqimalarda yogʻ kislotalarning sintezi uning sitoplazmasida yuz beradi. Palmetin kislotagacha sintez sitoplazmada sodir boʻlishi va bu kislotalar mitoxondriyalarga koʻchirilishi hamda u yerda zanjirdagi karbon atomlari sonining osha borishi isbotlangan. Triglitseridlar glitserin va yogʻ kislotalaridan sintezlanadi. Toʻqimalarda triglitseridlarning sintezi oraliq birikma glitserol-3-fosfat hosil boʻlishidan boshlanadi:



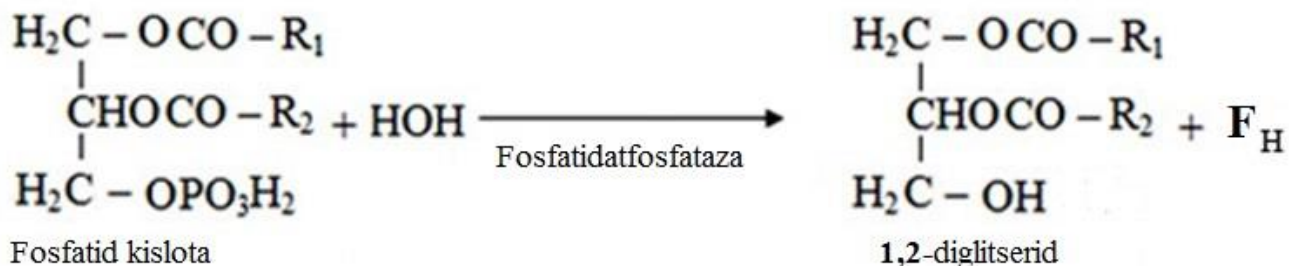
Dioksiatsetonfosfatdan ham glitserol-3-fosfat hosil boʻlishi mumkin:



Keyin glitserol-3-fosfat ikki molekula yogʻ kislotasining KoA hosilasi bilan atsillanib fosforid kislota hosil qiladi:



Keyinchalik, fosfatid kislotaning defosforlanishi yuz beradi:



Trigliseridlarining biosintezi 1-,2-diglitsleridlarning 3-molekula atsil-KoA bilan eterifikatsiyasi yakunlanadi:



### 9.5.5. Lipidlar almashinuvini boshqarilishi va uni izdan chiqishi.

**Lipid almashinuvining izdan chiqishi.** Eng avvalo, lipidlar almashinuvi markaziy asab tizimi (MAT) tomonidan boshqariladi. Bosh miya po'stloq qismini keyingi bo'limlari orqali yoki endokrin tizim orqali yog' to'qimasiga trofik ta'sir ko'rsatiladi. Yog' almashinuvini boshqariluvda ishtirok etadigan gormonlardan: katexolaminlar, glukagon, tiroksin, glukokortikoidlar, STG, AKTG, prostaglandinlar, insulin va boshqalarni qayd etish mumkin, shuningdek, stress, jismoniy harakat, och qolish, sovuq qotishlar ham katexolaminlar va insulinning sekretsiyasiga ingibirlovchi ta'sir ko'rsatadi va shu mexanizm orqali ham boshqariluv yuz berishi mumkin.

Albatta, boshqa gormonlar ham lipidlar almashinuviga ta'sir etadi. Masalan, hayvonlarni bichish (kastratsiya) ularning organizmida yog'ni ko'p miqdorda yig'ilishiga va semirishiga olib keladi. Lipid almashinuvining izdan chiqishi yog'larning hazm bo'lishi va so'rilishi paytidanoq boshlanishi mumkin. Bundan tashqari, lipidlar almashinuvining buzilishi oshqozon-ichak kasalliklari tufayli ham bo'lishi mumkin. Bunda qondagi lipoproteinlipazaning faolligi yetarli darajada emasligi tufayli yog' kislotalarini qon plazmasi xilomikronlaridan yog'ning zaxira (depo)ga o'tishi izdan chiqadi. Och qolganda, shuningdek, shakarli diabetga chalingan bemorlarda keton tanachalarini miqdori keskin

oshib ketadi. Bu holat **ketonemiya** deyilib, bunda siydik bilan ko'p miqdorda keton tanachalari ajraladi.

**Lipid almashinuvining izdan chiqish holatlari.** Lipid almashinuvining izdan chiqishi yog'larni hazmlanishi va so'rilishidayoq boshlanishi mumkin. Ulardan biri pankreatik lipazaning kamligi bo'lsa, ikkinchisi o'tning ichakka yetarli miqdorda chiqmasligidir.

Bundan tashqari lipidlarning hazmlanishi va so'rilishini izdan chiqishi oshqozon-ichak yo'li kasalliklari (enteritlar, gipovitaminozlar va boshqa patologik holatlar)da ham yuz berishi mumkin. Bunda reaksiya natijasida hosil bo'lgan monoglitseridlar va yog' kislotalari ichak devorlari epiteliyasini shikastlanganligi tufayli ularning so'rilishi susayadi. Bunda axlat tarkibida parchalanmay qolgan yoki so'rilmay qolgan yog' kislotalar ko'pligi va rangining oqish-kulrang bo'lishi kuzatiladi.

**Yog'ning qondan to'qimaga o'tish jarayonini izdan chiqishi.** Bunda qon lipoproteinlipazasi faolligi past bo'lishi (triglitserinlarning parchalanmasligi) tufayli yog' kislotalarning qon plazmasi xilomikronlaridan yog' to'qimasiga o'tishi izdan chiqishi mumkin. Bu ko'pincha irsiy kasallik sifatida uchraydi, bunda qon plazmasi lipoproteinlipazasi faollikka ega bo'lmaydi, natijada xilomikronlarning miqdori oshib ketadi va qon plazmasi sut rang bo'lib qoladi.

**Ketonemiya va ketonuriya.** Sog'lom odamning qonida keton (atseton) tanachalar juda past konsentratsiyada uchraydi. Lekin och qolganda va kandli diabetning og'ir shakliga chalingan odamlarda keton tanachalarning qondagi miqdori 20 mmol/l gacha oshib ketishi mumkin. Bunda keton tanachalarning siydik tarkibidagi miqdori keskin oshib ketadi (**ketonuriya**) va bu kasallik holatini **ketonemiya** deyiladi. Agar sog'lom odamda bir kecha-kunduzda siydik bilan 40 mg keton tanachalari ajralsa, qandli diabetda 50 g va hattoki, undan ham ko'p ajralishi mumkin.

### **Materiallarni mustahkamlash uchun savollar:**

1. Qanday moddalarga lipidlar deyiladi?
2. Kimyoviy jihatdan lipidlar sinflari qanday farqlanadi?
3. Lipidlarning biologik ahamiyati.
4. Lipidlarning nomlanishi va klassifikatsiyasi.
5. To'yingan va to'yinmagan yog' kislotalari haqida ma'lumot bering.
6. Qanday moddalarni neytral yog'lar deyiladi?
7. Mummlarning tuzilishi, funksiyalari va xossalari.
8. Fosfoglitseridlarning tuzilishi, xossalari.
9. Sfingomielin, serebrozid, gangliozidlarning tuzilishi, xossalari.
10. Sterinlar. Tuzilishi, xossalari, funksiyalari.
11. Lipidlarning ovqatlanishdagi ahamiyati.
12. Lipidlarning hazmlanishi va so'rilishi.

13. Yog'larni hazmlanishida o't kislotalarining roli.
14. Lipidlarning almashinuvi.
15. Lipid almashinuvining boshqariluvi.
16. Palmetin kislotaning  $\beta$ -oksidlanishini energiya balansi.
17. Lipid almashinuvining izdan chiqish holatlari.
18. Lipidlar almashinuvining boshqarilishida gormonlarning roli.
19. Yog'larning hazm bo'lishi va so'rilishining izdan chiqishi.
20. Ketonuriya va ketonemiya.
21. Yog'larning gidrolizi, uning bosqichlari.
22. Yog'larning biosintezi, uning bosqichlari.

## 10. VITAMINLAR. ULARNING TUZILISHI, XOSSALARI, FUNKSIYALARI

### 10.1. Vitaminlarning umumiy tavsifi

**Vitaminlar** - odamlarda amaliy jihatdan deyarli sintezlanmaydigan, biroq minimal dozalarda (mg yoki hattoki mkg) fermentlar faolligida ishtirok etish orqali kuchli biologik ta'sir ko'rsatadigan past molekular moddalar hisoblanadi, xususan, ular fermentlarning tarkibida koferment sifatida uchraydi. Vitaminlarning asosiy manbalari oziq-ovqat mahsulotlari hisoblanadi, shuningdek, ular mikroorganizmlar tomonidan ham sintezlanadi. Shuning uchun odamning vitaminlarga bo'lgan ehtiyoji oziq-ovqat hisobiga, keyingi paytda esa sun'iy ravishda sintez qilingan dori – vitaminlar evaziga ham ta'minlanadi. Shu bilan birgalikda, ba'zi vitaminlar odam organizmida **provitamin** deb nomlangan boshqa oraliq mahsulotlardan ham hosil bo'lishi mumkin. Xususan, PP vitaminini sintezlanishi uchun kerakli dastlabki mahsulot triptofan aminokislota bo'lsa, D<sub>3</sub> vitamininiki esa xolesterin va 7-degidroxolesterol hisoblanadi.

Vitaminlar haqidagi ta'limotning rivojlanish tarixi uzoq o'tmishga borib taqaladi va ularning tanqisligi tufayli kelib chiqadigan kasalliklarni o'rganish bilan bog'liq. Bunday kasalliklar uzoq vaqtlardan beri ma'lum edi. “Shabko'rlik” – tungi ko'rlik haqida ma'lumotlar qadim-qadimdan ma'lum. Dengizchilarning uzoq muddatli ekspeditsiyalarini ofati **singa** kasali bo'lib, Lotin Amerikasi, Ispaniya, Ruminiyalarda, **pellagra** kasalligining, Yaponiyada, Indoneziyada, Janubiy Sharqiy Osiyoda **beri-beri** kasalligining paydo bo'lishi yuzlab va minglab odamlarning hayotiga zomin bo'ldi va “ko'p insonlarning yostig'ini quritgan” haqiqiy epidemiya xavfini tug'dirdi.

Vitaminlarni o'rganishni ilk bor rus shifokori N.I.Lunin boshlab bergan bo'lib, u 1888-yilda uzoq muddatli tajribalar asosida hayvon organizmining normal o'sishi va rivojlanishi uchun oqsillar, yog'lar, karbonsuvlar, minerallar va suvdan tashqari, hanuzgacha noma'lum bo'lib kelayotgan qandaydir boshqa moddalar ham zarurligini isbotlagan edi. Ozuqa tarkibida bu moddalarning bo'lmasligi hayvonning o'limiga olib keladi. Yava orolida ishlagan gollandiyalik shifokor Eykman (1896) shuni aniqladiki, orolning mahalliy aholisi orasida kepagidan tozalangan guruch iste'mol qilish beri-beri kasalligi chalinganligi, kepakli guruch iste'mol qilganlarda bu kasallik bo'lmasligini kuzatdi. U tovuqlarni xuddi shu xildagi tozalangan kepaksiz guruch bilan oziqlantirish yo'li bilan tajriba o'tkazganda, tovuqlarda ham shu kasallik alomatlari paydo bo'lganini kuzatdi. Eykman tovuqlarga guruch kepagi suvini qo'shib berib bu kasallikni davolashga erishdi.

1912-yilda polshalik olim K.Funk birinchi bo'lib, guruch kepagidan beri-beri kasalligini davolovchi, tarkibida amin guruhi bo'lgan moddani toza holda ajratib oldi. U bu moddani “vitamin” (lotincha, “vita” – “hayot”) deb nomladi va uning ulkan ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatib berdi.

Hozirgi kunda ko‘plab vitaminlar mavjudligi aniqlangan, ularning tuzilishi, biologik funksiyalari va xossalari yaxshi o‘rganilgan. Vitaminlarni o‘rganadigan biokimyoning bo‘limi “Vitaminologiya” yoki “Vitaminlar biokimyosi” deb nomlandi va bugungi kunda mustaqil fan sifatida shakllandi.

Organizmدا u yoki bu vitaminning to‘liq bo‘lmasligi – **avitavminoz**ga sababchi bo‘ladi, u har bir vitamin uchun o‘ziga xos alomatlar orqali namoyon bo‘ladi. Ko‘pincha qisman vitamin yetishmasligi – **gipovitaminoz** holatlari uchraydi, ular birlamchi va ikkilamchi bo‘lishi mumkin yoki ular **ekzogen** yoki **endogen** omillarga bog‘liq bo‘ladi.

**Birlamchi gipovitaminoz yoki avitaminoz** bevosita ovqat mahsulotlari tarkibida u yoki bu vitaminni yetarli darajada bo‘lmasligi yoki umuman bo‘lmasligi natijasida kelib chiqadigan, ya’ni **ekzogen omillar** bilan bog‘liq bo‘ladi.

**Ikkilamchi gipovitaminoz yoki avitaminoz** – **endogen omillar** bilan bog‘liq bo‘lib, ular qator yuqumli, surunkali kasalliklar, so‘rilish jarayonlarining buzilishi natijasida kelib chiqadi. Endogen omillar tufayli kelib chiqadigan gipo- va avitaminozlar quyidagi sabablarga ko‘ra paydo bo‘lishi mumkin:

- ma’lum fiziologik holatlar tufayli ma’lum vitaminlarga bo‘lgan ehtiyojning oshishi. Masalan, homiladorlik paytida, laktatsiya davrida, tirotoksikoz va boshqalar;

- ichakdagi mikroflorani rivojlanishi, ya’ni yuqumli jarayonlar paytida ba’zi vitaminlarning parchalanib ketishi;

- ichakning sekretor va motor funksiyalari izdan chiqishi tufayli ba’zi vitaminlarning so‘rilishini susayishi;

- jigar, oshqozonosti bezi kasalliklari tufayli o‘t sekretsiasini to‘xtatishi bilan bog‘liq holda ba’zi yog‘da eruvchi vitaminlarning so‘rilishini tormozlanishi.

Gipovitaminoz yoki avitaminoz sabablarini aniqlash shifokorlar va veterinarlar uchun katta amaliy ahamiyatga ega. Vitaminlarni haddan tashqari ko‘p iste’mol qilish, yog‘da eruvchi vitaminlar uchun xos bo‘lgan gipervitaminozni keltirib chiqaradi. Ular organizmda yig‘ilishi tufayli, toksik ta’sir ko‘rsatish xususiyatiga ega bo‘ladi.

Ma’lumki, vitaminlar bioaktiv moddalar hisoblanadi va biologik obyektlar tarkibida juda oz miqdorda uchraydi. Shuning uchun ularni aniqlash maqsadida fizik-kimyoviy va biologik usullardan foydalaniladi.

Ko‘pgina vitaminlar qator kimyoviy birikmalar bilan ta’sirlashganda o‘ziga xos ranga bo‘yaladi va rang jadalligi tadqiq qilinuvchi aralashma tarkibidagi vitaminning konsentratsiyaga to‘g‘ri proporsional bo‘ladi.

Shuning uchun vitaminlarni fotoelektrokolorimetrik usulda aniqlash mumkin, masalan, B<sub>1</sub> vitamini – diazoreaktiv va boshqalar yordamida aniqlanadi. Bu uslublar yordamida oziq-ovqat tarkibidagi yoki odam va hayvonlarning organlari va to‘qimalaridagi u yoki bu vitaminni ham sifatiiy, ham miqdoriy ko‘rsatkichlarini aniqlash mumkin bo‘ladi.

Ba'zi vitaminlar optik nurlarni spektrning ma'lum qismi chegarasidagina yutish qobiliyatiga ega. Xususan, A vitamini spektrning 328-330 nm chegarasida o'ziga xos maxsus yutish diapozoniga ega.

Yutish koeffitsiyentini spektrofotometrik yo'l bilan o'lchash asosida tekshirilayotgan obyekt tarkibidagi ushbu vitaminning miqdoriy ko'rsatkichini aniqlash mumkin bo'ladi. **B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>** va boshqa vitaminlarni aniqlashda flurometrik usullardan foydalaniladi. **C vitamini** aniqlash uchun titrlash usullaridan ham foydalaniladi, buning uchun **2,6-diklorofenolindofenol** reaktividan foydalaniladi.

Biologik usullar organizm uchun minimal miqdorda kerak bo'ladigan vitamin miqdorini aniqlashga asoslangan bo'lib, u faqat yetishmaydigan muayyan vitaminni ovqat tarkibiga sun'iy ravishda qo'shilganda, hayvonni vitamin etishmasligini oldini oladi yoki uni rivoj topgan kasallikdan davolaydi. Bunda vitaminning miqdorini shartli birlik ("kaptar", "kalamush" birligi) sifatida qabul qilinadi. Bundan tashqari, vitaminlarning miqdori, odatda milligram, mikrogram, xalqaro birliklarda XB lar tarzida ham ifodalanadi.

## 10.2. Vitaminlarning tasnifi va nomenklaturasi

1956-yilda Xalqaro kimyoviy nomenklatura qabul qilindi, unga ko'ra vitaminlar quyidagicha guruhlariga bo'linadi:

1. **Yog'da eriydigan vitaminlar.** Bularga: A, D, E va K vitaminlari kiradi.

2. **Suvda eriydigan vitaminlar.** Bu vitaminlarga: B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, PP, B<sub>8</sub>, B<sub>3</sub>, H, C va P lar kiradi.

3. **Vitaminga o'xshash birikmalar.** Bunga quyidagilar kiradi: xolin, orot, lipoy, pangam, para-aminobenzoy kislotalar, ubixinon (KoQ), inozit, karnitin, linol, linolen va araxidon kislotalar.

Vitaminlar, odatda, lotin alifbosidagi boshlang'ich harflar bilan belgilanadi. Ba'zi vitaminlar, harf belgilari bilan birga, kimyoviy nomga ega. Masalan, S vitamini askorbin kislotasi, B<sub>1</sub> vitamini – tiamin, A vitamini – retinol, B<sub>6</sub> vitamini – piridoksin, B<sub>12</sub> vitamini – sianokobalamin va boshqalar deyiladi. Shuningdek, ularni ta'sir etish mexanizmiga bog'liq holda nomlanadi. Masalan, C vitamini – antisinga, B<sub>1</sub> vitamini antinevretik, A vitamini antikseroftalmik, B<sub>6</sub> vitamini antidermatik, B<sub>12</sub> vitamini antianemik vitaminlar deb yuritiladi.

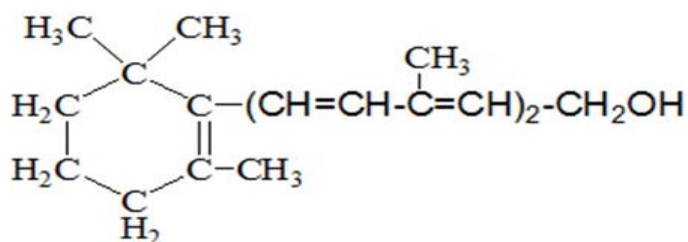
## 10.3. Yog'da eruvchi vitaminlar

Yog'da eruvchi vitaminlar kiruvchi har bir guruh vitaminlar kimyoviy tuzilish jihatidan bir-biriga yaqin va bir xil biologik ta'sirga ega bo'lgan qator birikmalarni o'z ichiga oladi. Masalan, A guruhi vitaminlari A<sub>1</sub> va A<sub>2</sub> dan; E guruhi vitamini 4 ta vitamindan, D guruhi vitaminlari esa 10 tadan vitamindan tashkil topadi. Barcha yog'da eruvchi vitaminlarga xos narsa, ularning ichakdan so'rilishi faqat yog' ishtirokida yuz

beradi, shuningdek, organizmda ba'zan ko'p miqdorda yig'ilishi tufayli ularning gipervitaminoz holatlari kelib chiqishi mumkin.

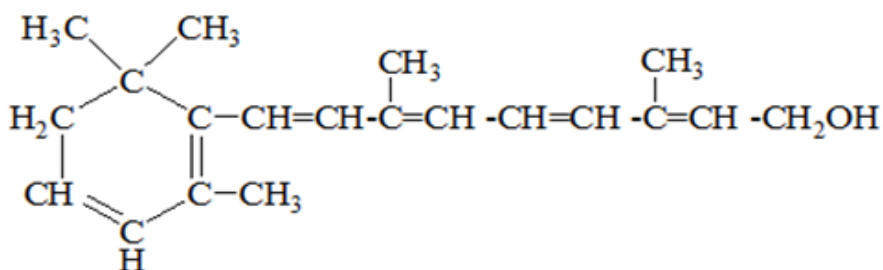
### 10.3.1. A vitamini (retinol, antikseroftalmik vitamin)

A vitamini XX asrning boshlarida sabzavot va mevalardan o'simliklar pigmentlari – karotinlarni ajratib olish jarayonida ochilgan. Keyinchalik, karotinlar A guruhi vitaminlarining dastlabki mahsulotlari (provitaminlari) ekanligi ma'lum bo'ldi. A vitamini spirt (retinol) va aldegid (retinal) va kislota (retinon kislota) shakllarida uchraydi. A<sub>1</sub> vitamini (retinol) ning tuzilishi quyidagicha:



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

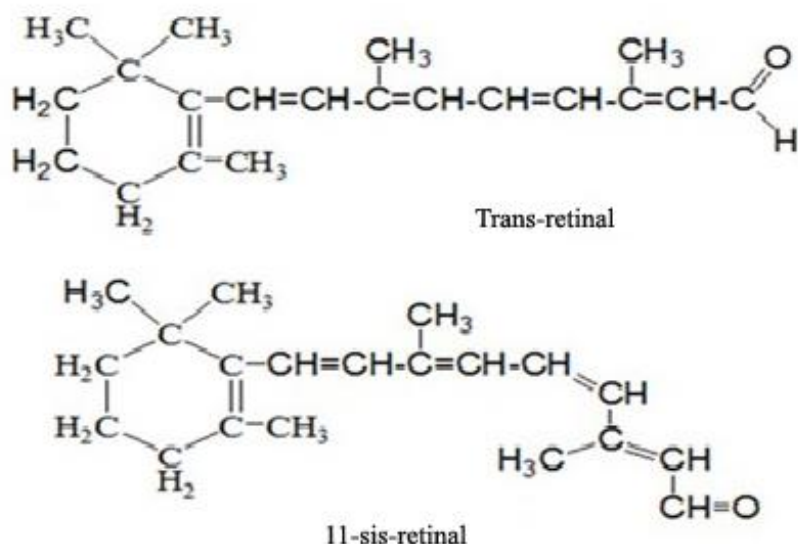
A<sub>2</sub> vitamini A<sub>1</sub> vitaminidan β-ionon halqasida qo'shimcha qo'sh bog'lanish mavjudligi bilan farq qiladi:



*A<sub>2</sub> vitamini*

A guruhi vitaminlari yog'lar va yog'ni erituvchi eritmalar: atseton, benzol, efir, xloroform va boshqalarda yaxshi eriydi. Organizmda ular maxsus fermentlar ishtirokida osonlik bilan oksidlanib, tegishli sis- va trans-aldegidlarni hosil qiladi. Bundan tashqari, A<sub>1</sub> va A<sub>2</sub> vitaminlari, ikkalasi ham sis va trans shakllarda uchraydi va aldegid guruhi mavjudligi sababli retinal deb nomlanadi.

Quyida A<sub>1</sub> vitaminining sis- va trans- shakllari formulalari (sis- va trans- retinal) keltirilgan:



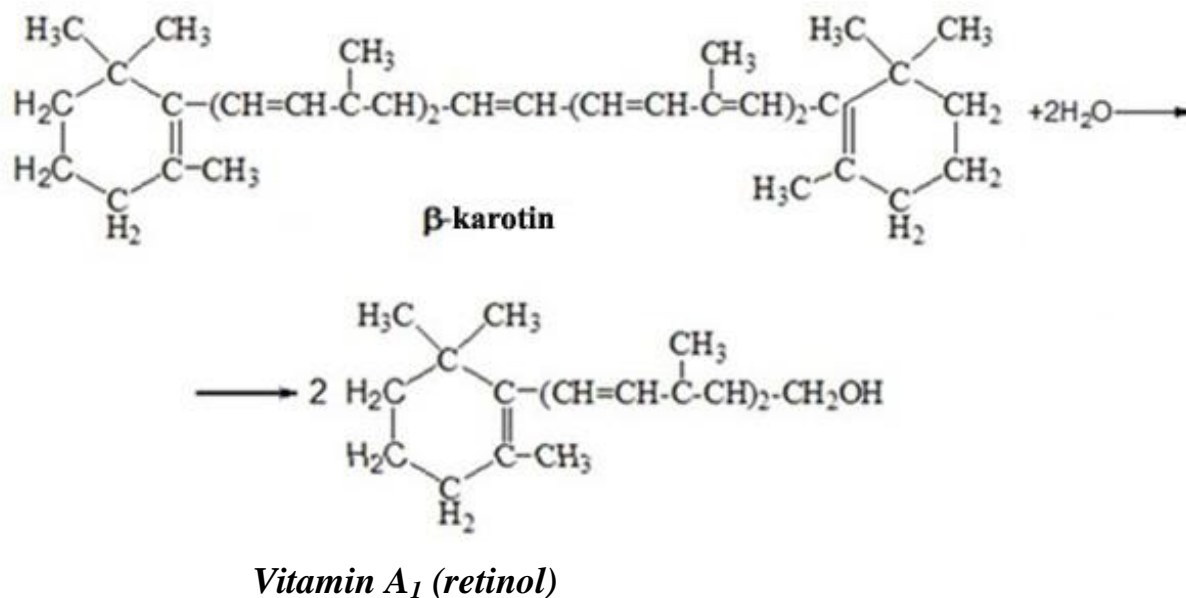
A vitamini och sariq rangli kristall moddadir. Kislorodsiz sharoitda A vitaminini 120-130° gacha qizdirish mumkin, bunda uning kimyoviy va biologik xossalari o'zgarmaydi. Kislorod ishtirokida A vitamin parchalanib ketadi. A vitamini bo'lgan oziq-ovqat mahsulotlarini va bu vitamin preparatlarini saqlashda uning bu xususiyatini e'tiborga olish lozim bo'ladi. A vitamini organizmning jigarida sirka yoki palmitin kislotasining barqaror murakkab efiri shaklida zaxira tarzida saqlanishi mumkin. Organizmda A guruhi vitaminlari eng muhim va xilma-xil funksiyalarni bajaradi. Ularning asosiy ta'siri epitelial to'qimalarining me'yoriy holatini ta'minlash va uning keratinizatsiyasini oldini olishdan iboratdir. Ular shuningdek, oqsil va nuklein kislotalarning almashinuvida, qator gormonlarni, jumladan, oshqozonosti bezi gormoni – insulinning faollashuvida, organizmda kechadigan oksidlanish jarayonlarida ham ishtirok etadi. A guruhi vitaminlari ko'rish jarayonlariga ta'sir qiladi, uning mexanizmi quyidagicha.

Ko'rish gavhari – rodopsin tarkibiga opsin oqsili va nooqsil qismi – A vitaminining aldegidi retinal kiradi. Yorug'likda rodopsin tarkibiy qismlargacha parchalanib, opsin va retinalni hosil qiladi, ular qaytarilish natijasida yana A vitaminiga aylanadi.

A vitaminining retinalga teskari izomerizatsiyasi jarayoni faqat jigarda sodir bo'ladi, bu yerda jarayonni katalizlashda ishtirok etadigan maxsus fermentlar mavjud. A vitamini yetishmaganda ko'rish sikli izdan chiqadi, ya'ni retinal va opsindan rodopsinning resintezi sodir bo'lmaydi. A vitamini gipovitaminozida gernalopiya (tungi ko'rlik, shabko'rlik) yuz beradi, ya'ni qorong'ilikda ko'zning ko'rish qobiliyati yo'qoladi.

Gipervitaminoz A uni ortiqcha iste'mol qilganda paydo bo'ladi, chunki u tanada yig'ilishi mumkin. So'nggi paytlarda gipervitaminoz bolalarda tez-tez uchraydigan bo'lib qoldi, chunki A vitaminining sintetik preparatlarini berish tufayli ularning organizmdagi miqdorini suni'y oshirib yuborish holatlari uchrab turadi. Uning klinik ko'rinishlari ko'ngil aynish, qusish, soch to'kilishi va suyaklarning tez-tez sinib turishi orqali namoyon bo'ladi. Gipervitaminozning oldini olish uchun to'g'ri ovqatlanish va A vitaminini iste'molini jiddiy nazorat qilish lozim.

A vitaminining manbalari sariyog‘, tuxum sarig‘i, dengiz hayvonlarining jigari va baliq hisoblanadi. O‘simlik mahsulotlari (sabzavot, mevalar) karotinlarga boy bo‘lib, ularning parchalanishi natijasida organizmda A vitamini hosil bo‘ladi. Tabiatda karotinning uchta izomeri ( $\alpha$ -,  $\beta$ - va  $\gamma$ -karotinlar) mavjud bo‘lib, ular odam va hayvonlar organizmida A vitaminiga aylanishi mumkin.  $\beta$ -karotin gidrolizida, uning bir molekulasidan ikki molekula A vitamini molekulasini hosil bo‘ladi:



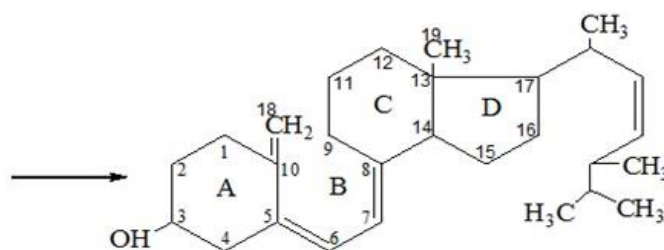
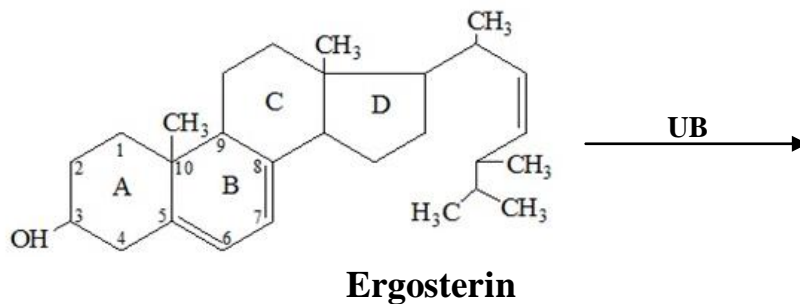
$\alpha$ - va  $\gamma$ -karotinlarning gidroliziga kelsak, ulardan bir A vitamini molekulasini hosil bo‘ladi. Voyaga yetgan kishining bir kungi A vitaminiga bo‘lgan ehtiyoji 1,5-2,5 mgni, karotin bo‘yicha esa -3-5 mgni tashkil qiladi.

### 10.3.2. D vitamini (kalsiferol, antiraxitik vitamin)

1650-yilda ingliz shifokori Glisson birinchi bo‘lib, suyak skeletining o‘zida shikastlanish bilan bog‘liq bo‘lgan bolalar kasalligini tasvirlab berdi, bu **ingliz kasalligi** yoki **raxit** deb nomlandi. Raxit – bu ijtimoiy kasallik hisoblanadi. To‘yib ovqatlanmaslik, quyosh nuri kamdan kam tushadigan qorong‘i va nam uylarda aholining zich yashashi, raxitning kelib chiqishini asosiy sababidir. Katta yoshdagi odamlarda osteomalatsiya-suyaklarning dekalsifikatsiyasi va suyak to‘qimasining shakllanishini izdan chiqishi bilan bog‘liq kasallik paydo bo‘ladi. D vitamini kimyoviy tuzilishi va biologik faolligi jihatidan farqlanuvchi bir necha xil birikmalar shaklida uchraydi. Tabiiy mahsulotlar tarkibida, asosan, D<sub>2</sub> va D<sub>3</sub> provitaminlari, o‘zaro mos holda ergosterol va xolesterinlar bo‘ladi.

1924-yilda A.Gess va M.Vaynshtok va ulardan bexabar holda G.Stinbok o‘simlik yog‘laridan ultrabinafsha nur ta’sirida bolalarda uchraydigan raxitni oldini oladigan faol dorivor moddani ajratib oldilar. Bu preparatning faol asosi keyinchalik sterin bo‘lib chiqdi va D<sub>1</sub> vitamini deb nomlandi. Keyinchalik, A.Vindaus xamirturushdan olingan ergosterolni ultrabinafsha nur ta’sirida xuddi shu xildagi samaraga ega bo‘lgan faol modda

ajratib olgan bo‘lib, uni D<sub>2</sub> vitamini deb nomlandi. Darhaqiqat, odamning terisida D<sub>2</sub> vitamini quyidagi reaksiyaga muvofiq ultrabinafsha nur ta‘sirida 7-degidroxolesterindan hosil bo‘ladi:



**Vitamin D<sub>2</sub> (ergokalsiferol)**

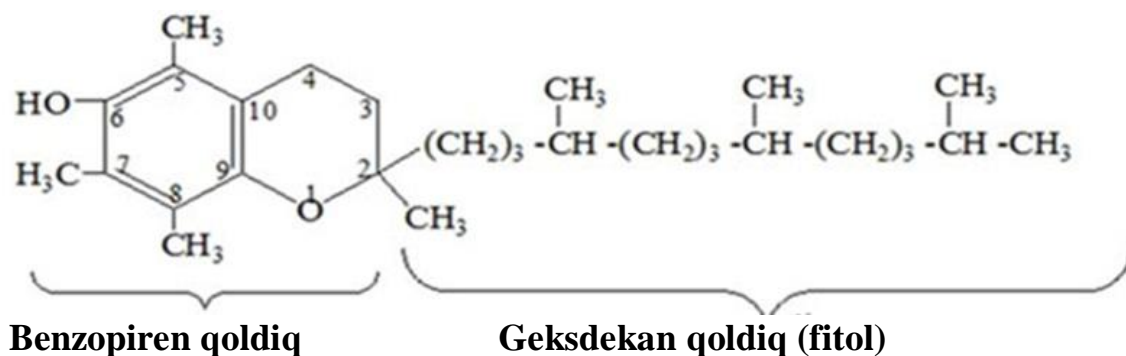
D vitaminlari guruhiga kiruvchi barcha moddalar orasida D<sub>2</sub> va D<sub>3</sub> vitaminlarining biologik faolligi eng yuqoridir. D<sub>2</sub> va D<sub>3</sub> vitaminlari rangsiz kristall moddalar bo‘lib, 115-117° C gacha qizdirilganda suyuqlikka aylanadi. D vitamini biologik roli kalsiyning ichakdan so‘rilishini, fosfor-kalsiy almashinuvini va ossifikatsiya jarayonlarini boshqarilishini, tog‘ay to‘qimasini mineralizatsiyasini, fosfor va aminokislotalarning buyraklarda reabsorbsiyalanishi (qaytadan so‘rilishi)ni ta‘minlashdan iboratdir. Avitaminoz barcha organlar va to‘qimalarda kalsiy va fosforning kamayishi bilan tavsiflanadi. Agar qonda kalsiyning me‘yoriy miqdori 9-11 mg %, fosfor esa, 5-7 mg % bo‘lsa, raxitga chalinganda bu ko‘rsatkichlar 2-3 baravarga kamayadi. Raxitning rivojlanishi ichakdan kalsiyning so‘rilishini izdan chiqishi asosida yuz beradi.

Qondagi kalsiy miqdorining pasayishi qalqonoldi bezi gormoni–paratgormonning faollashuviga olib keladi. Bu gormon suyaklardagi kalsiyni harakatchan qilib qo‘yadi, shuningdek, buyraklarda fosforning qaytadan so‘rilish jarayonlarini susaytiradi, bu esa fosforning siydik bilan ko‘p miqdorda chiqarilishiga olib keladi. Qondagi fosfor yetishmasligi uni suyaklardan yuvilishi evaziga to‘ldiriladi. Jarayonni ishqoriy fosfataza katalizlaydi, uning faolligi raxit kasalligida 1,5-4 birlikdan 180 birlik darajasigacha oshib ketadi. Kasal bolaning qorni osilib qoladi. Bolada hayajonlanish, qaltiroq paydo bo‘ladi. Bolalar uchun D vitaminining kunlik me‘yori o‘rtacha 10-15 mkg ni, kattalar uchun 20-25 mkg ni tashkil qiladi. D vitamini manbalari sifatida sarig‘ yog‘, tuxum sarig‘i, baliq yog‘i

xizmat qiladi. O‘simlik mahsulotlaridan D vitamini o‘simlik moylari (kungaboqar, kunjut, paxta chigiti yog‘lari)da yetarli miqdorda uchraydi.

### 10.3.3. E vitamini (tokoferol, bepushtlikka qarshi vitamin)

E vitamini ko‘payish vitamini (tokoferol – yunoncha, “tokos” – “nasl”, “phero” – “olib yuraman”) bo‘lib, u tabiatda keng tarqalgan. Bepushtlikning oldini oladigan faol modda, bug‘doy o‘simtasi moyi va paxta yog‘idan ajratib olingan. Hozirgi kunda E vitamiga oid biologik faollikka ega bo‘lgan 7 ta tabiiy birikma ma‘lum. Bu birikmalarning barchasi o‘simlik moylaridan ajratib olingan yoki sintetik usulda olingan va ularni  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\sigma$ -tokoferollar, 8-metiltokoferol deb nomlanadi. Kimyoviy nuqtayi nazardan, tokoferollar 2-metil-2 (4<sup>1</sup>,8<sup>1</sup>,12<sup>1</sup>-trimetil-3-dekil) - xroman-geksol yoki 5,7,8-trimetil-tokolning hosilalari hisoblanadi:



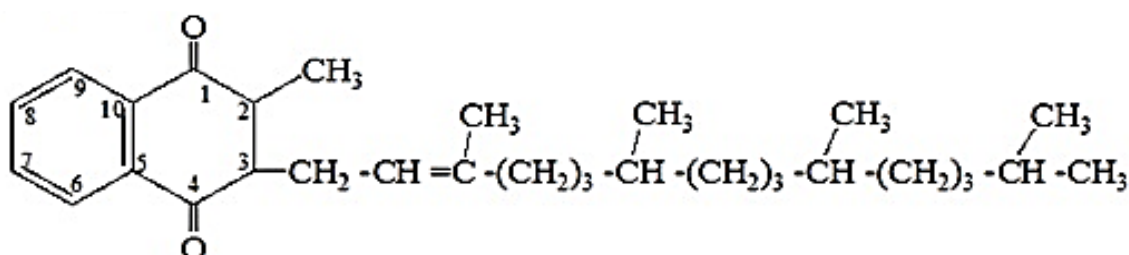
Tokoferollar orasida  $\alpha$ -tokoferol eng faoli hisoblanadi. Ovqat tarkibida E vitaminining yetishmasligi erkak va ayol organizmiga turlicha ta‘sir qiladi. Erkaklarda avitaminoz E urug‘donlarda qaytarilmas patologik o‘zgarishlarni keltirib chiqaradi, natijada urug‘lantirish qobiliyati izdan chiqadi. Pushtga oid epiteliyaning atrofiyasi asta-sekin sperma hosil bo‘lish va jinsiy gormonlar ishlab chiqarishni to‘xtatishga, jinsiy moyillikning yo‘qolishiga va ikkilamchi jinsiy belgilarning degradatsiyasiga olib keladi. Avitaminoz E bilan kasallangan ayollarda homilador bo‘lish qobiliyati saqlanib qoladi, ammo normal homiladorlikni oxirigacha yetkazish qobiliyati yo‘qoladi. Homila va bachadonning rezorbsiyasi (so‘rilib ketishi) natijasida homiladorlik oxiriga yetmaydi va o‘z-o‘zidan abort bilan tugaydi. E vitamini, boshqa vitaminlar singari, oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida ishtirok etishi aniqlandi, shuning uchun E vitamini yetishmovchiligida organizmning kislorodga bo‘lgan ehtiyoji keskin ortadi.

E vitaminining yetishmasligi karbonsuv, yog‘, oqsil va mineral moddalar almashinuvini jiddiy ravishda izdan chiqishini keltirib chiqaradi. Tokoferollar 170 ° C gacha qizdirishga, kislotalar va ishqorlar ta‘siriga chidamli. E vitaminining manbayi asosan o‘simlik tabiatli oziq-ovqat mahsulotlaridir. Hayvonlarning to‘qimalarida doimo ma‘lum miqdorda E vitamini mavjud. Organizmda E vitaminining asosiy zaxirasi gipofiz,

mushak va oshqozonosti bezi hisoblanadi. Odamning E vitaminiga bo‘lgan kunlik ehtiyoji taxminan 5 mg atrofida bo‘ladi.

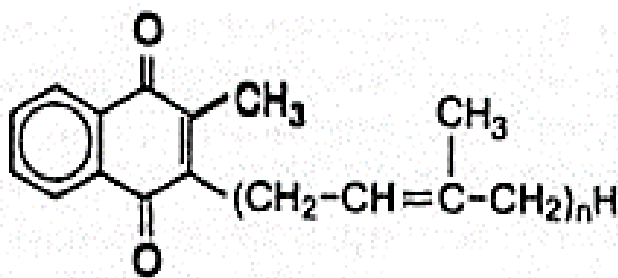
#### 10.3.4. K vitamini (filloxinon, menaxinon, antigemorragik vitamin)

Qonning ivish jarayonini tartibga soluvchi maxsus vitamin mavjudligini ko‘rsatuvchi dastlabki kuzatuvlar 1929-yilda o‘tkazilgan. Keyinchalik, bu vitaminlar guruhiga izoprenoidli yon zanjirli xinonlarning ikki turi: K<sub>1</sub> va K<sub>2</sub> vitaminlari kirishi ma‘lum bo‘ldi. Ikkala vitaminning siklik strukturasi 1,4-naftoxinon halqali asosga ega. Vitamin K<sub>1</sub> (filloxinon) dastlab bedadan ajratib olingan, 1939-yilda sintetik yo‘l bilan sintezlangan va u xinoid halqaning 3-o‘rnida joylashgan 20 ta uglerod atomidan tashkil topgan fitil radikaliga ega bo‘lgan 2-metil-1,4 naftoxinonning hosilasi bo‘lib chiqdi:



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

Vitamin K<sub>2</sub> (menaxinon) o‘simliklar va hayvonlarda uchraydi va uning yon zanjirida 6 dan 9 gacha izopren qoldiqlari bo‘ladi:



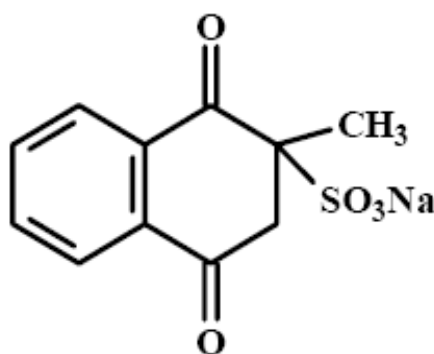
Vitamin K<sub>2</sub> (menaxinon; n = 6,7 yoki 9)

1929-yilda G.Dam ozuqasi tarkibida lipidlar bo‘lmagan, lekin boshqa barcha komponentlar yetarli miqdorda bo‘lgan jo‘jalarning teri osti va mushagi ichiga qon quyilishi – gemorragiya (qon ketishi) paydo bo‘lishiga e‘tibor berdi. Bunda kuchli qon ketishlar oshqozon-ichak traktida, ayniqsa, oshqozonda kuzatilgan edi. Shunday qilib, K vitamini qon ivishida ishtirok etishi aniqlandi. K vitamini qon ivish jarayonida ishtirok etadigan bir qator moddalarning (protrombin, trombotropin va boshqalar) biosintezini stimullashi aniqlandi. K vitamini og‘riqni qoldiruvchi kuchli ta’sirga ham ega. Bu vitamin, asosan yashil o‘tlar va o‘simliklarning yashil barglarida uchraydi. Hayvonlarda K vitamini, ichak mikroflorasi tomonidan sintezlanadi va ichak orqali so‘riladi. Yangi

tug‘ilgan chaqaloqlar, ayniqsa, muddatidan oldin tug‘ilgan chaqaloqlarning ichak mikroflorasi hali shakllanmaganligi sababli K vitaminiga muhtoj bo‘ladi.

Ayniqsa, homilador ayollar, emizikli onalar va sariqlik kasalligiga chalingan bemorlar sulfamid preparatlaridan foydalanishi natijasida ichak florasi rivojlanishining cheklanishi tufayli K vitaminining biosintezi susayib qoladi.

Hozirgi vaqtda K vitamini sintetik usulda olinadi. Sintetik usulda olingan K vitamini hator afzalliklarga ega - u suvda eriydi, faol va shu sababli tibbiyotda keng qo‘llaniladi. Tibbiyotda ayniqsa, K vitaminining bisulfidli hosilasi **vikasol** nomi bilan keng qo‘llaniladi, uni 1942-yilda akad. V.Palladin tomonidan ajratib olingan bo‘lib, quyidagicha tuzilishga ega:



**Vikasol**

Vitamin K qatorining barcha hosilalari antigemorragik omillar hisoblanib, qonning ivishi jarayonida ishtirok etadi. Bir kishining bir kunlik ehtiyoji 1 mg ni tashkil qiladi.

#### **10.4. Suvda eruvchi vitaminlar, ularning tuzilishi, xossalari va biologik roli**

##### **10.4.1. Suvda eruvchi vitaminlarning umumiy xossalari**

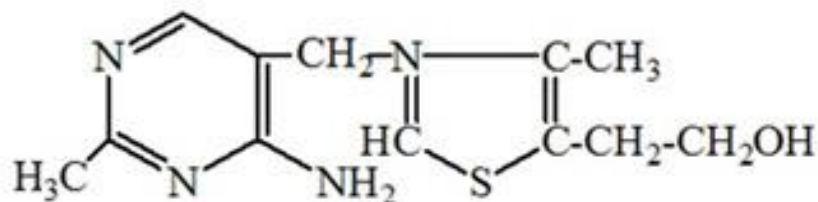
Shartli ravishda suvda eruvchi vitaminlarning o‘ziga xos xossalari, ularning ko‘pchiligi fermentlarning nooqsil tabiatli qism(koferment)lari sifatida ularning molekulalarini shakllanishida ishtirok etuvchi past molekularli organik moddalar ekanligi hisoblandi. Kofermentlik roli quyidagi vitaminlar va vitaminsimon moddalar: B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, PP, biotin, fol, paraaminobenzoy, pantoten va lipoy kislotalarga, shuningdek, yog‘da eruvchi koenzima Q ga xosligi isbotlangan. Bu vitaminlar va vitaminsimon moddalarning deyarli barchasi odam va hayvonlar organizmida sintezlanmaganligi uchun ovqat tarkibida ularning yetarli miqdorda bo‘lmasligi moddalar almashinuviga o‘z ta‘sirini ko‘rsatadi va tegishli gipo- yoki avitaminozlarga xos sindromlarning namoyon bo‘lishiga sababchi bo‘ladi.

B guruhiga mansub qator vitaminlar mavjud, ular jumlasiga: B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> va B<sub>12</sub> vitaminlarini kiritish mumkin. Bu vitaminlar qator fermentlarning nooqsil tabiatli qismi hisoblanib, hujayralarning subhujayraviy organellalari darajasida kechadigan oksidlanish-

qaytarilish reaksiyalarini katalizida ishtirok etadi. Ularning ishtirokisiz moddalar va energiya almashinuvini tasavvur qilib bo‘lmaydi.

#### 10.4.2. Vitamin B<sub>1</sub> (tiamin, antinevritik vitamin, anevrin)

B<sub>1</sub> vitamini birinchi marta 1912-yilda K.Funk tomonidan guruch kepagi tarkibidan kristal shaklida ajratib olingan. Kimyoviy jihatdan tiamin tarkibida metilen birikmasi bilan bog‘langan ikkita halqa – pirimidin va tiazol mavjud:



*Vitamin B1 (tiamin)*

Tiamin suvda juda yaxshi eriydi. Tiaminning suvli eritmaları yuqori haroratga ham chidamli. Neytral va, ayniqsa, ishqoriy muhitda tiamin eritmasini qizdirish uni tezda parchalanishiga olib keladi. Shunday qilib, xamirdan har xil pishiriqlar tayyorlashda B<sub>1</sub> vitamini tezda parchalanib ketadi, chunki xamirga natriy gidrokarbonat qo‘shiladi.

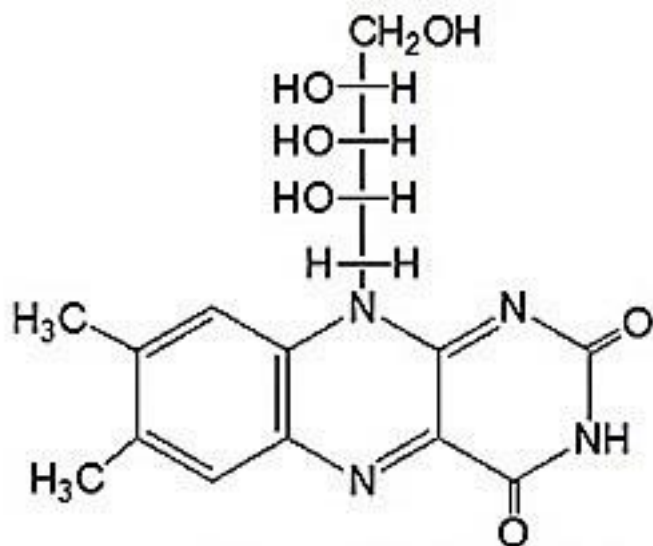
Ovqat mahsulotlari tarkibida tiamin bo‘lmaganida, vitamin tanqisligi paydo bo‘lib, u **beri-beri** (qaltirab yurish) deb nomlangan kasallik shaklida namoyon bo‘ladi. Beri-beri Sharqiy Osiyo mamlakatlarida (Yaponiya, Indoneziya va boshqalar) aholi orasida keng tarqalgan kasallik bo‘lib, asosan, sayqallangan (kepagidan tozalangan) guruch iste‘mol qilish tufayli kelib chiqadi. Bunda dastlab ishtaha, keyin vazn yo‘qoladi va nihoyat moddalar almashinuvi jarayoni umuman buziladi.

Kasallikning o‘ziga xos asosiy alomati **polinevrit** – asab ustunining yallig‘lanishi. Kasallikning boshida bemor og‘irlik sezadi, oyoqlarning ivishi va chayqalishini, asab ustuni bo‘ylab og‘riqni sezish; keyin sezuvchanlikning yo‘qolishi va falaj bo‘lib qolish kuzatiladi. Kasallik yurak faoliyati, suv almashinuvi, ovqat hazm qilishning izdan chiqishi va oxir-oqibat asab kasalliklariga, shuningdek, ko‘plab bezlarning patologik o‘zgarishlari va funksional buzilishlariga olib keladi. Tiamin, asosan, o‘simlik mahsulotlaridan tashkil topgan ovqat tarkibida uchraydi. Uning miqdori xamirturush, donli o‘simliklarning urug‘ida juda ko‘p bo‘ladi.

Sabzi, ismaloq, karam, lavlagi, no‘xat, apelsin va olma B<sub>1</sub> vitaminiga juda boy. Voyaga yetgan kishi har kuni taxminan 2-3 mg B<sub>1</sub> vitaminini qabul qilishi kerak. Ushbu vitamanga bo‘lgan ehtiyoj oziq-ovqat tarkibidagi karbonsuvlar miqdori ko‘payishi bilan ortadi va yog‘ miqdori oshishi bilan kamayadi. Hozirgi vaqtda tiamin sun‘iy sintez qilinmoqda va tibbiy amaliyotda markaziy va periferik (nevrit) asab tizimi kasalliklarini davolashda keng qo‘llanilmoqda.

### 10.4.3. Vitamin B<sub>2</sub> (riboflavin, o'sish vitamini)

Bu vitamin birinchi marta sut mahsulotlaridan ajratib olingan. Uni dastlab ajratib olingan mahsulotlarga mos holda har xil nomlar: laktoflavin (sutdan), gepaflavin (jigardan), ovoflavin (tuxumdan), verdoflavin (o'simliklardan) deb nomlagan bo'lsa-da, keyingi olib borilgan tadqiqotlar bu moddalarning hammasi bir xil modda ekanligini isbotladi. O.Varburg birinchi B<sub>2</sub> vitaminini o'rgangan (1932). U 1938-yilda B<sub>2</sub> vitaminining flavinadenindinukleotid tizimiga kirishini aniqlagan. B<sub>2</sub> vitaminning kimyoviy sintezini 1935-yilda R.Kun amalga oshirdi. B<sub>2</sub> vitamin eritmali qizg'ish-sariq rangli bo'lib, sariq-yashil fluoressensiyaga ega. Uning asosida izoalloksazin halqasi turadi. Bu halqaning 9-o'rnida joylashgan azot atomiga ribitol spirti birikkan bo'ladi. Uning "riboflavin" deb atalishida ribitol va uning sariq (lotincha – "phlavo") rangli bo'lishi ma'nolari aks etgan. U ribitol spirti va izoalloksozindan iborat va o'ziga xos maxsus xususiyatga ega. B<sub>2</sub> vitaminning ilmiy nomlanishi 6,7 dimetil-9-D-ribitil-izalloksazin deyilib, uning kimyoviy tuzilishi quyidagicha:



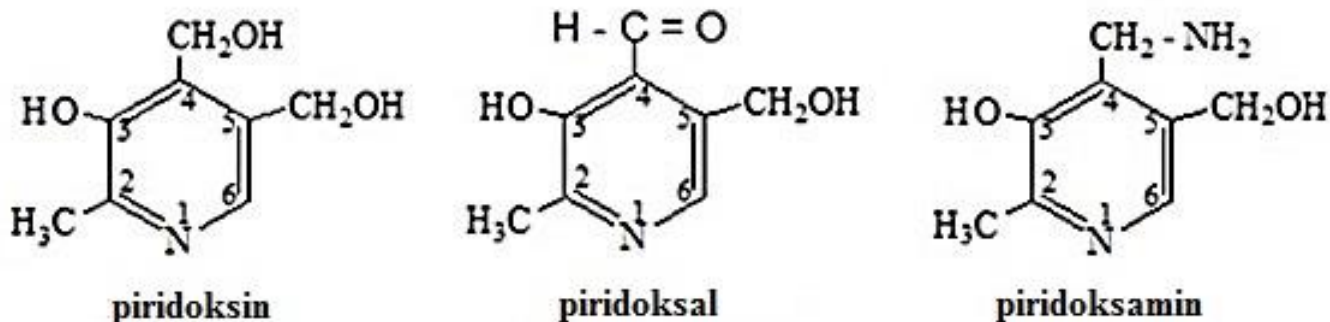
**Vitamin B<sub>2</sub> (riboflavin)**  
**(2,7-dimetil-9-D-ribitil-izalloksazin)**

Riboflavinning biologik ahamiyati shundaki, u flavinli kofermentlar tarkibiga kiradi, xususan, FMN va FAD flavoproteid-fermentlarning nooqsil komponenti hisoblanadi. Riboflavin suvda yaxshi eriydi, nordon eritmalar ta'siriga chidamli, lekin neytral va ishqoriy muhitlarda tezda parchalanadi. Yorug'likka va ultrabinafsha nurga nisbatan sezgir, bu xildagi ta'sir riboflavin halqasidagi qo'shbog' tutib turgan joyga vodorod qo'shib olinishi va natijada uni rangsiz holatga o'tishiga bog'liq. Bu xususiyatiga muvofiq ravishda riboflavin, kofaktor vazifasini bajaradi va hujayrada amalga oshadigan biologik oksidlanishda ishtirok etadi. B<sub>2</sub> vitamin yetishmasligi eksperimental hayvonlarda yaxshi o'rganilgan. Bunda o'sish to'xtab qoladi, jun tushadi, til va lab yallig'lanadi. Shuningdek, ko'zning shamollashi, ko'z gavharini xiralashuvi, muskullarning bo'shashishi, yurak muskullarining nimjonlashuvi kabi o'zgarishlar yuzaga chiqadi. Asab tizimida

gipovitaminoz tiaminning gipovitaminoziga oid belgilarning kuchsizroq darajada rivojlanishi orqali namoyon bo‘ladi. Riboflavinning boy manbalari o‘simlik mahsulotlari (g‘allasimonlarning urug‘lari, loviya, yangi sabzavotlar), xamirturushdir. Sut, pishloq, tuxum, go‘sht tarkibida ham ko‘pgina miqdorda riboflavin uchraydi. Voyaga yetgan odamlar uchun kunlik ehtiyoj 1,5-2,5 mg ni tashkil qiladi. Keksa odamlar va jismoniy mehnat bilan mashg‘ul bo‘lgan odamlar bu ko‘rsatkichlarni biroz oshirishi talab qilinadi.

#### 10.4.4. B<sub>6</sub> vitamini (piridoksin, antidermatit vitamin)

B<sub>6</sub> vitamini 1934-yilda P.P.Derdi tomonidan aniqlangan bo‘lib, ilgari ma‘lum bo‘lgan suvda eriydigan tiamin, riboflavin va nikotin kislotasi vitaminlaridan farqli o‘laroq, bu vitamin kalamushlarning oyoqlarida uchraydigan dermatitning **akrodiniya** deb nomlangan maxsus shaklini davolovchi vosita sifatida ma‘lum bo‘ldi. Kimyoviy jihatdan ushbu vitamin 3-gidroksipirimidinning, xususan, vitaminlik faolligi bir xil bo‘lgan 2-metil-3-gidroksi-4,5-piridoksini, piridoksali va piridoksaminni kabi hosilalari bo‘lib chiqdi:



Bu birikmalar organizm uchun juda muhimdir. Piridoksalning fosforli efiri-piridoksalfosfat koferment sifatida aminokislotalarning dekarboksillanishi, transaminlanishi transsulfalanishi, gemogloblin, purin asoslari, kreatinlarning sintezlanishi va yog‘larning almashinuvlarida ishtirok etadi.

B<sub>6</sub> vitamin avitaminozi dermatit, gipoxromli qonsizlik, taloqning va qalqonsimon bezning shikastlanishlari orqali namoyon bo‘ladi. Hayvonlarda o‘shishning sustlashuvi va markaziy asab tizimining shikastlanishi kuzatiladi, bu esa keyin tutqanoq tarzida namoyon bo‘ladi. Shuningdek, bu holatda aminokislotalarning va B<sub>12</sub> vitaminini ichak devorlari orqali so‘rilishi izdan chiqadi.

B<sub>6</sub> gipovitaminozi ishtahani yo‘qolishi, ko‘ngil aynish, nimjonlik, terida dermatitning rivojlanishi, xotirani pasayishi va asab tizimini izdan chiqishi bilan tavsiflanadi.

B<sub>6</sub> vitamini bug‘doy kepagi, pivo achitqisi, arpa, makkajo‘xori, jigar, go‘sht tarkibida ko‘p miqdorda uchraydi. Odamning kunlik ehtiyoji 2-3 mg ni tashkil qiladi.

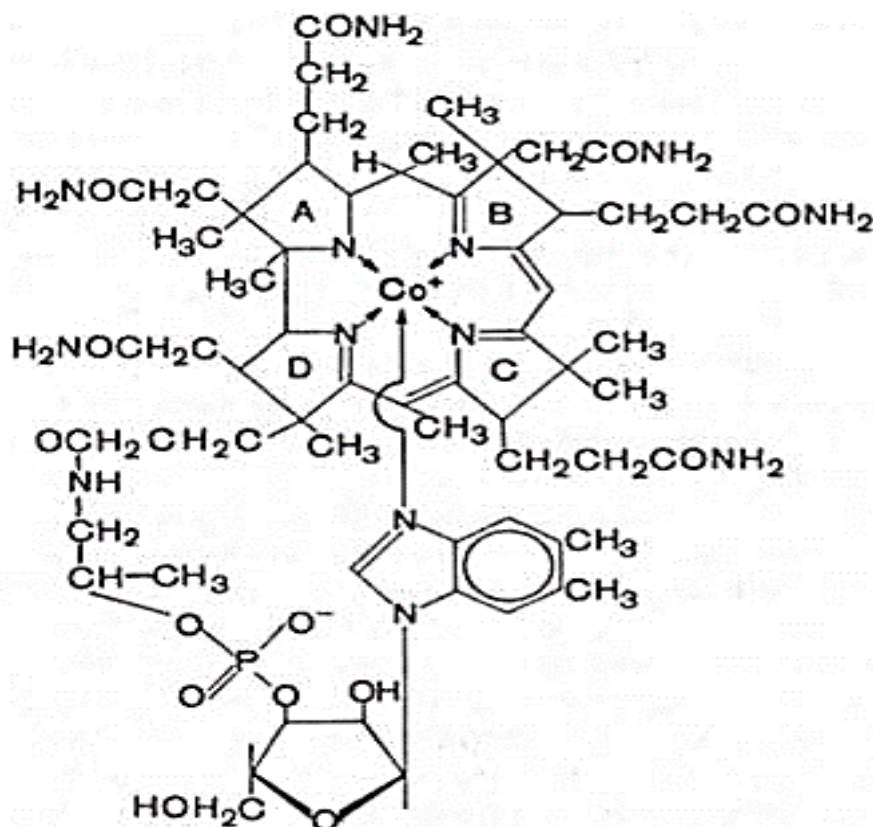
#### 10.4.5. Vitamin B<sub>12</sub> (siankobolamin, antianemik vitamin)

1948-yilda B<sub>12</sub> vitamini jigardan kristall holda ajratib olingan. Bundan oldin hayvonlarning jigaridagi gemopoez jarayonini boshqaruvchi va odamlarda zararli (halokatli) anemiyani davolanishi uchun samarali ta'sir ko'rsatadigan maxsus moddalar borligi ma'lum edi.

Sianokobalaminning strukturaviy asosi 4 ta pirrol halqadan iborat yadroning 5,6-dimetilbenzimidazolning azot atomi bilan hosil qiladigan, **porfirinsimon korrin** yadro hisoblanadi. Vitamin molekulasining kobalt tarkibli qismi uning planar (yassiyuzali) shaklidir; unga nisbatan nukleotid ligand perpendikular ravishda joylashgan bo'ladi, u dimetilbenzimidazoldan, ribozadan va fosfat qoldiqdan iborat bo'ladi.

Bu vitaminning to'liq strukturasi **kobalamin** deb yuritiladi. B<sub>12</sub> vitaminini OH-guruhi (oksikobalamin), xlor (xlorokobalamin), H<sub>2</sub>O (akvokobalamin) va nitrat kislotasi (nitrokobalamin) tutuvchi hosilalari ajratib olingan.

Bundan tashqari, B<sub>12</sub> ning analoglari tabiiy manbalardan ajratib olingan bo'lib, ularda 5,6-dimetilbenzimidazol o'rniga 5-gidroksibenzimidazol yoki adenin, 2-metiladenin, gipoksantin va metilgipoksantin joylashgan bo'ladi. Ularning barchasini biologik faolligi kobalaminga nisbatan pastroq bo'ladi. Vitamin B<sub>12</sub> ni, odatda, mikroblu muhitdan yoki hayvon to'qimasidan kobaltning oltinchi ligandi sifatidagi vazifani bajaradigan sianid ionli eritmalar yordamida ajratib olinadi. Ammo sianokobalamin metabolik jihatdan faol emas. B<sub>12</sub> vitaminining kimyoviy tuzilishi quyidagicha:



Kobalamin tarkibidagi kobalt miqdori 4 % ga yetadi. Ushbu vitamin tanadagi ko‘plab metabolik jarayonlarda ishtirok etadi va yuqori biologik faollikka ega. Vitamin **B<sub>12</sub>** eng kuchli antianemik omillardan biri hisoblanadi, agar u yetishmasa, odamda xatarli anemiya (Addison-Birmer kasalligi) rivojlanadi.

Tajriba yo‘li bilan isbotlanganki, bu vitamin aminokislota va oqsil almashinuvini boshqarishda ishtirok etadi. Masalan, ratsioni tarkibiga **B<sub>12</sub>** vitamini kiritilgan eksperimental hayvonlarning jigarida umumiy azot va nuklein kislotalarning miqdorini oshishi va siydikchilning miqdorini normallasuvi kuzatilgan. **B<sub>12</sub>** vitamini purin asoslarini sintezlanishida katalizator sifatida qatnashadi deyish mumkin. Bu vitamin uglevodlar va yog‘larning almashinuvida ishtirok etadi. **B<sub>12</sub>** vitamini fol kislotani faol shaklga aylanishida va karotinning ichak devorlari orqali so‘rilishida ishtirok etadi. Organizmda uning asosiy yig‘iladigan joyi jigar hisoblanadi.

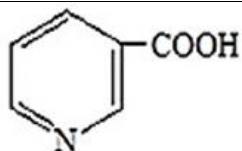
Shunday qilib, kobalamin gematopoezni va uni boshqarilishi jarayonlarida, oqsillar, yog‘lar, karbonsuvlar, ba‘zi vitaminlar (fol kislotasi va boshqalar)ning almashinuvida katta ahamiyatga ega. Shuningdek, u jigardagi eng muhim biokimyoviy jarayonlarni amalga oshishida ishtirok etadi, nerv tizimidagi lipidlar va nuklein kislotalarning almashinuvini ta‘minlaydi. Oshqozonda **B<sub>12</sub>** vitamini oqsil birikmasi va murakkab polisaxarid-mukopolisaxarid bilan birikadi (Kastlning “ichki omili”) va gastromukoproteinga aylanadi. Bu oqsil-karbonsuvli kompleks **B<sub>12</sub>** vitaminini mikroblar tomonidan foydalanilishini oldini oladi, ular uchun bu vitamin moddalar almashinuvini eng muhim omili hisoblanadi. **B<sub>12</sub>** vitamini ichakning shilliq pardasida gastromukoproteiddan ajraladi va shu silliq pardasidagi maxsus oqsil bilan birikib, keyin so‘riladi.

**B<sub>12</sub>** vitamini bilan bog‘liq bo‘lgan kasallikni o‘rganishda, avitaminoz, uni so‘rilishini izdan chiqishi natijasida kelib chiqishi aniqlandi. Bunda oshqozonda Kastlning “ichki omili” hosil bo‘lmaydi va **B<sub>12</sub>** vitamini, asosan oshqozon-ichak trakti mikroflorasi tomonidan o‘zlashtiriladi. Vitamin yetishmasligi natijasida xavfli anemiyaning klinik ko‘rinishi rivojlanadi. **B<sub>12</sub>** vitaminini manbayi faqat hayvon mahsulotlari va mikroorganizmlar hisoblanadi. Bu vitamanga jigar, sut, tuxum, buyraklar boy bo‘ladi. Odamlarning bu vitamanga bo‘lgan bir kunlik ehtiyoji 0,003 mg ni tashkil qiladi.

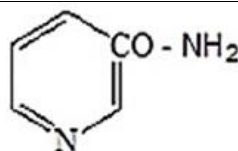
#### **10.4.6. Vitamin PP (nikotin kislota, nikotinamid, niatsin, antipellagra vitamini)**

Nikotin kislota uzoq vaqtdan beri ma‘lum bo‘lgan, ammo uning vitamin xususiyatlari birinchi marta 1920-yillarda, Goldberger tomonidan qayd qilingan, u nikotin kislotani itlarda pellagra o‘xshash kasallikni davolashda ishlatgan va yaxshi natijalarga erishgan. 1937-yilda K.Elvegeym jigar ekstraktidan nikotin kislotasini ajratib oldi va bu preparat

pellagrani davolashini ko'rsatib berdi. Nikotin kislota pirimidin qatorli karboksil guruhiga ega bo'lgan birikma hisoblanadi, nikotinamid shu karboksilga amid guruhi birikkanligi bilan tavsiflanadi.



**Nikotin kislota**



**Nikotin amid**



*23-rasm. Odamlardagi simmetrik dermatit (Karris bo'yicha).*

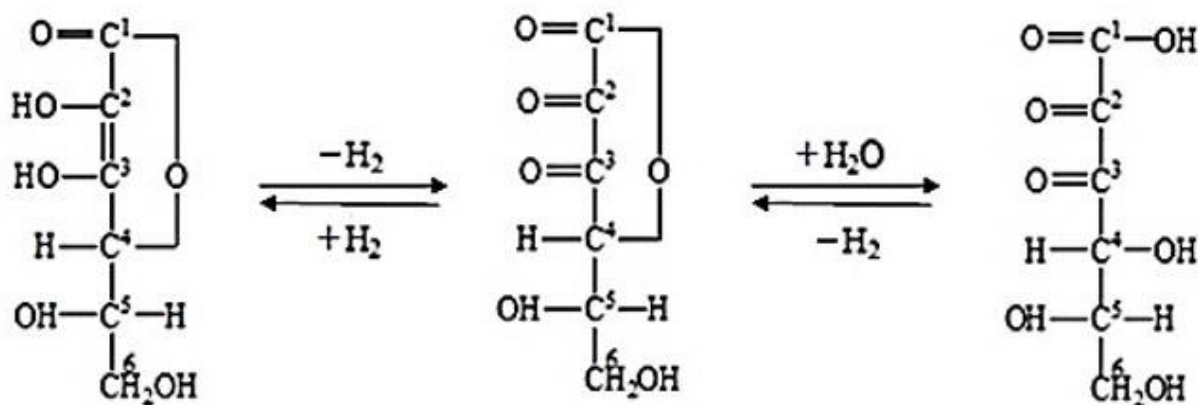
Nikotin kislotasi (nikotinamid) suvda kam eriydi, ammo ishqorlarning suvli eritmalarida yaxshi eriydi, oq ignachalar shaklida kristallanadi. Pellagraning (dag'al teri) yoki vitamin yetishmovchiligining eng xarakterli belgilari bu terining shikastlanishi (dermatit), oshqozon-ichak trakti (diareya) va asab faoliyatini izdan chiqishi (demansiya) hisoblanadi. Dermatit terining quyosh nurlari to'g'ridan-to'g'ri tushadigan joylariga ta'sir qiladi: qo'llarning orqa qismi, bo'yin, yuz terisi qizilga, keyin jigarrang va qo'pol ranga bo'yilib, dag'al bo'lib qoladi (23-rasm).

Ichakning shikastlanishi anoreksiya, ko'ngil aynish, qorin og'rig'i, diareya rivojlanishi tarzida ifodalanadi. Vitamin PP ning biologik roli shundaki, bu vitamin qarama-qarshi ta'sirga ega bo'lgan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida ishtirok etuvchi ko'pdan-ko'p dehidrogenazalarning kofermentlari NAD va NADFlarning tarkibiga kiradi. Vitamin PP kepek, pivo xamirturushi, jigar, buyrak, go'shtlarda ko'p miqdorda uchraydi. Odamlarning faoliyat turiga, shuningdek, yoshiga bog'liq holda kuniga 15-25 mg PP vitamini kerak bo'ladi.

#### **10.4.7. C vitamini (askorbin kislota, antiskorbut yoki antisinga vitamini)**

C vitamini – antiskorbut, antisinga omili nomi o'rta asrlarda epidemiya tavsifli kasallikdan himoya qiluvchi ta'sirga ega ekanligi tufayli kelib chiqqan. Bu vitaminning oziq-ovqat tarkibida yetishmasligi jiddiy kasallikka olib keladi. Singa, asosan bahorda, aholida yetarli miqdorda yashil sabzavot va mevalarni iste'mol qilish imkoniyati bo'lmagan paytlarda uchraydi. Kimyoviy tuzilishi jihatdan C vitamini L-glyukozaga o'xshash tuzilishga ega bo'lgan kislota laktonidir. C vitamini suvda yaxshi eriydigan oq kristall moddadir. Boshqa vitaminlar bilan taqqoslaganda C vitaminining barqarorligi past va uni neytral va ishqoriy muhitda biroz qizdirish osongina parchalanib ketishiga sababchi

bo'ldi. Askorbin kislota kuchli kislota hisoblanadi; uning kislotali xususiyati 2- va 3-uglerod atomlari o'rtasida joylashgan qaytar dissotsiatsiyalangan ikkita enol gidroksil mavjudligi tufayli namoyon bo'ldi. C vitamini oksidlanish darajasiga qarab askorbin, degidroaskorbin va diketogulon kislotalari shakllarida bo'lishi mumkin:



L-askorbin kislota

Degidro-L-askorbin kislota

Diketogulon kislota

Singa kasalligida yurak urishini jadallashuvi, nafasning qisilishi, tez charchash yuz beradi, shuningdek, organizmning turli xil kasalliklarga, ayniqsa, oshqozon-ichak trakti va nafas yo'llari kasalliklariga chidamliligini pasayishi va qon tomirlari devorlarini shikastlanishi kuzatiladi.

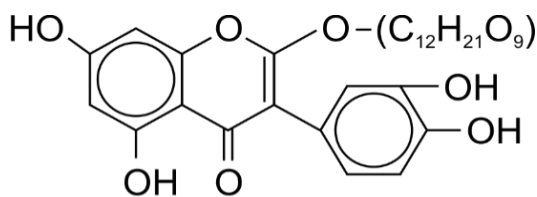
Singa kasalligining o'ziga xos belgisi qon tomirlari devorlari, ayniqsa, kapillarlarini shikastlanadi, ularning devorlarini mo'rtligi va o'tkazuvchanligi oshib ketadi. Qon tomirlarining shikastlanishi qon ketishi, qon oqishiga va milklarning shikastlanishiga olib keladi. C vitamini biriktiruvchi va tayanch to'qimalarini shakllanishida ishtirok etadigan xondromukoid oqsilini hosil bo'lishini stimullashi aniqlandi. Singada, ayniqsa, tishlarning ham shikastlanishi kuzatiladi. Bunda suyaklarning sinishi, tishlarning bo'shishi va tushib ketishi yuz beradi. Suyak to'qimasining o'zgarishlari bu to'qimaning mustahkamligini belgilovchi oqsil-kollogenning hosil bo'lishini izdan chiqishi tufayli yuz beradi. Shuningdek, singada kislotalikning kamayishi, me'daning fermentativ faolligining pasayishi kuzatiladi. Askorbin kislota tirozin va fenilalaninning oksidlanishiga, kollagen oqsilining hosil bo'lishiga, jigarda glikogenning sintezlanishi va yig'ilishiga olib keladi. Askorbin kislota qon ivishini kuchaytiradi, buyrak usti bezi po'stloq qismi gormonlarining hosil bo'lishi va oksidlanishida muhim rol o'ynaydi, toksinlar (difteriya, sil, dizenteriya va h.k.)ni va ba'zi kimyoviy zaharlar(mishyak, qo'rg'oshin, benzol va boshqalar)ni neytrallanishida ishtirok etadi; bilirubin va o't sekretiyanini kuchaytiradi. C vitamini manbai sabzavot mahsulotlari hisoblanadi. Lekin bu vitamin hayvon mahsulotlarida ham ko'p miqdorda uchraydi. Quyida ayrim oziq-ovqat mahsulotlari tarkibidagi C vitaminini mg % hisobidagi miqdori bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan. O'simlik mahsulotlaridan na'matakda – 1500; pomidorda – 40; yerqalampirida – 250; ismaloqda – 50; gilosda – 15; qulupnayda – 60; smorodinada – 300; malinada – 30; apelsinda – 40; yong'oqda – 1200;

yoʻzda nina barglilarda – 100; qishda nina barglilarda – 250; olma qishda – 30; koʻk piyoz qishda – 60; turp qishda – 23; hayvon mahsulotlari: jigar qishda – 25-40; goʻsht qishda – 2-10; sut qishda – 1; qimiz qishda – 20 mg % uchraydi.

Voyaga yetgan odamning C vitaminiga boʻlgan kunlik ehtiyoji, mehnatining intensivligi va tabiatiga bogʻliq holda 50-100 mgni tashkil qiladi. Homilador ayollar va emizikli onalar uchun bir kunlik talab 100-150 mgni tashkil qiladi.

#### 10.4.8. Vitamin P (oʻtkazuvchanlik vitamini, sitrin, rutin)

Vitamin P (rutin, sitrin) 1936-yilda A.A.Sent-Dyordi tomonidan limon poʻchogʻidan ajratib olingan. Kapillarlarning (lotincha, “permeability” – “oʻtkazuvchanlik”) chidamliligini oshirishga oid biologik faollikka ega boʻlgan “P vitamin” deb nomlangan moddalar guruhini: katexinlar, xalkonlar, degidroxalkonlar, flavinlar, flavononlar, izoflavonlar, flavonollar va boshqalarni birlashtiradi. Ularning barchasi P vitamini faolligiga ega va tuzilishi boʻyicha asos sifatida xromon yoki flavonning difenilpropanli uglerod “skeletlar” xizmat qilishi ularning umumiy “bioflavonoidlar” deb nomlanishini asoslaydi. Quyida marjumbak barglaridan ajratib olingan rutinning tuzilishi keltirilgan.

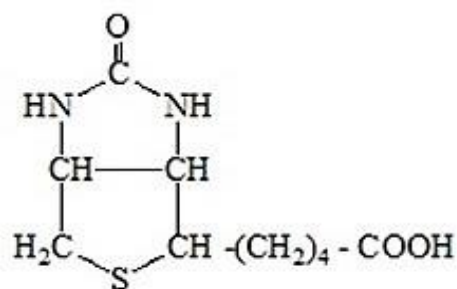


**Rutin**

Vitamin P ning fiziologik taʼsiri kapillarlar devorini barqarorligini oshirish va oʻtkazuvchanligini kamaytirishdan iboratdir. Tabiatda u tarkibida C vitamini uchraydigan qora smrodina, apelsin, limon, naʼmatak, choy kabi oziq-ovqat mahsulotlarida uchraydi. Vitamin P yetishmasligining alomatlari: umumiy holsizlik, kuchli charchoq, oyoq va yelka ogʻrigʻi, shuningdek, terining qonashidir. Kundalik ehtiyoj toʻgʻrisida aniq maʼlumot yoʻq.

#### 10.4.9. Biotin (H vitamini)

Birinchi marta biotin 1935-yilda tovuq sarigʻidan ajratib olingan. Biotinning biologik ahamiyati uning CO<sub>2</sub> ni faollashtiradigan fermentlar tarkibiga kirishi va u bilan bogʻliq holda, yogʻ kislotalari, xolesterin, nuklein kislotalarining azotli asoslari, aminokislotalar va boshqalarning almashinuvidagi ishtiroki hisoblanadi. Biotin molekulasida siydikchilning siklik hosilasi boʻlib, uning yon zanjiri valerian kislotasidan tashkil topgan:

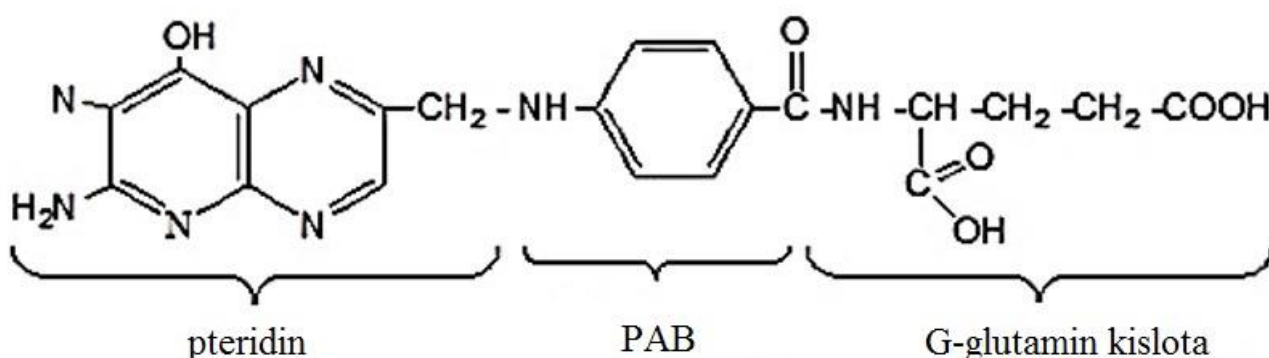


**Biotin**

Biotin karboksillanish va transkarboksillanish reaksiyalarida ishtirok etuvchi fermentlarning kofermenti hisoblanadi. Ushbu reaksiyalar juda muhimdir, chunki ular yuhori yog' kislotalari, oqsillar, purin nukleotidlarini sintezi bilan bog'liq. Biotin jigar, buyrak, sut va tuxum sarig'ida mavjud. Kartoshka, piyoz, pomidor, ismaloq tarkibidagi o'simlik mahsulotlarida ushbu vitamin mavjud bo'lib, u ham erkin, ham bog'langan holatda bo'ladi. Odamlar va hayvonlar uchun muhim manba ichak mikroflorasi tomonidan sintez qilingan biotin hisoblanadi. Odamlarning biotinga bo'lgan kunlik ehtiyoji 0,25 mgni tashkil qiladi.

#### 10.4.10. Fol kislota (Bc vitamini yoki M vitamini)

Ushbu vitamin tovuqlarning o'sishi uchun vitamin (B<sub>c</sub> dagi "c" indeksi inglizcha, chicken – jo'ja degani) va maymunlarda qon hosil bo'lishini me'yoriy chegarada bo'lishi uchun zarurligi tufayli (inglizcha, monkey – maymun) M vitamini sifatida fanga ma'lum bo'lgan edi. 1941-yilda fol kislota o'simliklarning yashil barglaridan ajratilib, bu nomni oldi (folium-barg). Fol kislota uchta tarkibiy qismdan: pteridin qoldig'i, para-aminobenzoy kislota va L-glutamik kislotadan tashkil topgan:

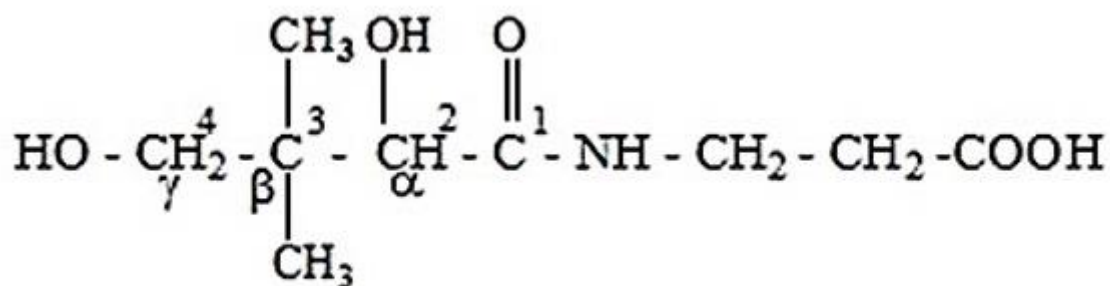


Fol kislota yetishmovchiligi o'ziga xos anemiyani rivojlanishiga olib keladi. Fol kislota biologik roli uning qaytaruvchi fermentlarning tarkibida kofermenti ekanligidir. Yashil o'simlik barglari va xamirturush fol kislotasiga boy. Hayvonlarning va odamlarning ichaklaridagi ko'plab mikroorganizmlar fol kislotasini organizmning ushbu vitamini bo'lgan ehtiyojini qondirish uchun yetarli miqdorda sintez qiladi. Maymunlarda, kalamushlarda fol kislota tanqisligida kamqonlik yuzaga chiqadi.

Odamlarga ham bu xil tanqislik anemiyaga olib keladi. Ba'zi ma'lumotlarga ko'ra bunda DNK sintezi ham izdan chiqishi mumkin ekan. Voyaga yetgan kishining kunlik ehtiyoji 1-2 mg ni tashkil qiladi.

#### 10.4.11. Pantoten kislota (B<sub>3</sub> vitamini)

Pantoten kislota xamirturush zamburg'ini va sutli achish bakteriyalarining o'sishi jarayonlarini o'rganishda aniqlangan edi. Vitamin B<sub>3</sub> barcha tirik mavjudotlar: mikroorganizmlar, o'simliklar, hayvon to'qimalarida nihoyatda keng tarqalgan bo'lib chiqdi va shuning uchun pantoten kislota (yunoncha, "pantoten" – "hamma joyda") deb nomlash taklif qilindi. Pantoten kislota kimyoviy tuzilishi quyidagicha:



Panton kislota

Pantoten kislota koferment A yoki koenzim A (KoA)ning tarkibiga kiradi, ya'ni u tioetilamin va 3-fosfoadenozin-5-difosfat bilan koenzim A hosil qiladi. Modda almashinuvida KoA ning eng muhim roli, uning asosiy biokimyoviy jarayonlarda, yuqori molekular yog' kislotalarining oksidlanishi va biosintezi,  $\alpha$ -keto kislotalar(piruvat, ketoglutarat)ning oksidlanuvchi dekarboksillanishi, neytral yog'lar, fosfolipidlar, steroid gormonlar, gemoglobinning gemi, atsetilxolin, gippur kislotasi va boshqalarning biosintezida bevosita ishtirok etishidan guvohlik beradi. Pantoten kislota – suvda yaxshi eriydigan qayishqoq, och sariq rangli suyuqlik; u barqaror emas, kuchsiz kislotalar va ishqorlar ta'sirida peptid bog'lanish joyidan osongina gidrolizlanadi. Odam va hayvonlarda bu moddaning yetishmasligi teri kasalliklari, sochlarning depigmentatsiyasi, o'sishni to'xtashi, vazn yo'qotish, ishtahani yo'qolishi, me'dani yaralanishi va boshqa xil qator kasalliklarni keltirib chiqaradi. Bu vitaminning manbayi: go'sht, tuxum, sut, karam, kartoshka, sabzi hisoblanadi. Odamning bu vitamininga bo'lgan bir kunlik ehtiyoji 3-5 mgni tashkil qiladi.

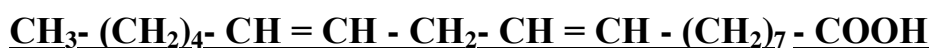
#### 10.4.12. Vitaminsimon moddalar, antivitaminlar va antibiotiklar.

**Vitaminsimon moddalar.** Bu moddalarga quyidagilar kiradi: para-aminobenzoy kislotasi (PABK), pangam kislota (vitamin B<sub>15</sub>), orot kislota (vitamin B<sub>13</sub>), inozitol, Koenzim Q, lipoy kislota (N vitamini), xolin va almashinmaydigan yog' kislotalari. Bularning barchasi biologik faol moddalar hisoblanadi va ular moddalar almashinuvi jarayonlarida ishtirok etadi. Masalan, PABK melanin biosintezini katalizlovchi ferment

tirozinazani faollashtiradi. Pangam kislota xolin, metionin va kreatininlarning biosintezida, orot kislota piridin nukleotidlarining sintezida, inozitol asab tizimi funksiyalarini bajarilishida ishtirok etadi, hujayralarning asosiy tarkibiy komponenti bo‘lgan koenzim Q energiya sarfi bilan bog‘liq bo‘lgan reaksiyalarda qatnashadi.

Lipoy kislota oksidlanuvchi fosforillanish, turli oqsillarning tiol-sulfid almashinuvida ishtirok etadi, xolin esa atsetilxolinning bir qismi hisoblanadi va nerv impulslarini uzatilishida, shuningdek, metionin, purin va pirimidin asoslari, fosfolipidlarning biosintezlanishida ishtirok etadi.

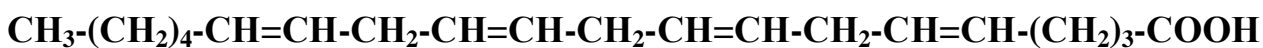
Vitamin F guruhi vitaminlari yoki almashinmaydigan (**essensial**) polito‘yinmagan yog‘ kislotalari (EYoK) 1928-yilda Gogen va Gunter linol, linolen va araxidon kislotalarni vitamin sifatida tan olinishi zarurligini taklif qildilar, chunki ularning oziq-ovqat tarkibida yo‘qligi hayvonlarda patologik belgilarni, masalan: teri kasalliklari, qon tomirlari, urug‘donlar, nasl berish qobiliyatining zaiflashishi kabilarni keltirib chiqaradi. Bu xildagi biologik faollikka moddalarga linol, linolen va araxidon kislotalarni kiritish mumkin:



**Linol kislota**



**Linolen kislota**



**Araxidon kislota**

**Moddalar almashinuvi jarayonlarida** EYoKning roli ularning hosilalari prostaglandinlar ekanligi bilan bevosita bog‘liq deb hisoblanadi. Prostaglandinlar sAMFning almashinuviga faol ta‘sir ko‘rsatadi, demak, moddalar almashinuvi va ko‘p gormonlarning funksiyalariga oid ko‘pdan-ko‘p reaksiyalar kompleksiga ham ta‘sir ko‘rsatgani uchun EYoK tanqisligi alomatlari (simptomlari) juda xilma-xildir.

**Antivitaminlar.** Ushbu guruhga tirik hujayralar tomonidan vitaminlarni o‘zlashtirilishini buzilishiga olib keladigan ta‘sir tufayli u yoki bu vitaminning yetishmasligi holatini keltirib chiqaradigan moddalar kiradi.

Ta‘sir mexanizmiga ko‘ra ular ikki guruhga bo‘linadi:

**1. Vitamin bilan bevosita ta‘sirilanish orqali muayyan vitaminning biologik faolligi yo‘qolishi.** Misol sifatida, tuxum oqsili – avidinning biotin bilan birikib avidin-biotin kompleksini hosil qilib erimaydigan holatga kelishi tufayli ichak devorlari orqali so‘rilmay qolishini keltirish mumkin. Buning natijasida, H vitaminining yetishmovchiligi kelib chiqadi. Bunga yana askorbat oksidaza askorbin kislotani oksidlashi, tiaminaza

tiaminni parchalashi ham yaqqol misol bo'la oladi, chunki buning oqibatida tegishli vitaminlarning yetishmasligi kelib chiqadi.

**2. Vitaminlarning strukturaviy analoglarini ta'siri tufayli vitaminning faolligi yo'qolishi.** Bunga sulfanilamid preparatlarning para-aminobenzoy kislotasiga, dikumarolning K vitaminiga raqobatchi bo'lganligini, ularni qabul qilganda bu vitaminlarning tanqisligi kelib chiqishini, bu esa patologik holatlarni keltirib chiqarishini yaqqol misol sifatida keltirib o'tish mumkin.

**Materialni mustahkamlash uchun savollar:**

1. Vitaminlar haqidagi ta'limotning rivojlanish tarixi.
2. Qanday moddalar vitaminlar deb ataladi?
3. Vitaminlarning tasnifi va nomenklaturasi.
4. A vitaminining kimyoviy tuzilishi.
5. A vitamini qanday funksiyalarni bajaradi?
6. Qaysi oziq-ovqat mahsulotlarida A vitamini mavjud?
7. Odamning A vitaminiga bo'lgan kundalik ehtiyoji.
8. D vitaminining ilmiy nomi.
9. D<sub>1</sub> va D<sub>2</sub> vitaminlarining kimyoviy tuzilishi.
10. D vitamini qanday funksiyalarni bajaradi?
11. Qaysi oziq-ovqat mahsulotlarida D vitamini bo'ladi?
12. Odamning D vitaminiga bo'lgan kunlik ehtiyoji qancha?
13. E vitaminining trivial va ilmiy nomlanishi.
14. E vitaminining kimyoviy tuzilishi.
15. E vitamini qanday funksiyalarni bajaradi?
16. Qaysi oziq-ovqat mahsulotlarida E vitamini bo'ladi?
17. Odamning E vitaminiga bo'lgan kundalik ehtiyoji.
18. K vitaminining trivial va ilmiy nomlanishi.
19. K vitaminining kimyoviy tuzilishi.
20. K vitamini qanday funksiyalarni bajaradi?
21. Qaysi oziq-ovqat mahsulotlarida K vitamini bo'ladi?
22. Odamning K vitaminiga bo'lgan kundalik ehtiyoji.
23. Suvda eriydigan vitaminlarning umumiy xususiyatlari.
24. Qanday vitaminlar suvda eruvchi vitaminlar guruhiga kiradi?
25. B<sub>1</sub> vitamini haqida nima bilasiz.
26. B<sub>2</sub> vitaminining tuzilishi, xossalari va biologik ahamiyati.
27. B<sub>6</sub> vitaminining tuzilishi, xossalari va biologik ahamiyati.
28. B<sub>12</sub> vitaminining tuzilishi, xossalari va biologik ahamiyati.
29. PP vitaminining tuzilishi, xossalari va biologik ahamiyati.
30. C vitaminining tuzilishi, xossalari.

31. C vitaminining manbalari.
32. C vitaminiga bo‘lgan ehtiyoj.
33. R vitamining kimyoviy tuzilishi, xossalari, ahamiyati.
34. Biotin, fol kislota, pantoten kislotalarning tuzilishi, xossalari.
35. Antivitaminlar va ularning xossalari.
36. Vitaminsimon moddalar haqida nima bilasiz?
37. To‘yinmagan yog‘ kislotalari qanday funksiyalarni bajaradi?

## 11. GORMONLAR

### 11.1. Gormonlar haqida umumiy tushunchalar

Organizmدا moddalar almashinuvini boshqaruv tizimlardan biri bu gormonal tizim bo‘lib, u barcha endokrin bezlar (ichki sekreksiya bezlari shiralari) ta’siri orqali amalga oshadi. To‘qima tomonidan ishlab chiqilgan moddalarni to‘g‘ridan-to‘g‘ri qon oqimiga chiqarilish jarayoni **ichki sekreksiya** deb ataladi. Ichki sekreksiya bezlari hujayralari modda va energiya almashinuvini boshqariluvda ishtirok etuvchi gormonlar (yunoncha, “hormao” – “qo‘zg‘ataman”, “qitiqlayman”) deb nomlangan maxsus moddalarni ishlab chiqaradi.

Ichki sekreksiya bezlari va gormonlar haqidaga ta’limot 1855-yildan T.Addison tomonidan buyrakusti bezlarining shikastlanishi va terini o‘ziga xos pigmentatsiyasi bilan kechadigan bronza kasalligini ta’riflash asosida paydo bo‘lgan edi. Klod Bernard ichki sekreksiya bezlari, ya’ni o‘z shirasini to‘g‘ridan-to‘g‘ri qonga chiqaradigan organlar to‘g‘risidagi tushunchani fanga kiritdi. Bugungi kunda moddalar va energiya almashinuvini boshqarilish jarayonlarida ishtirok etuvchi yuzdan ortiq turli xil moddalar topilgan. Gormonlar – bu xilma-xil kimyoviy tabiatli biologik faol moddalar bo‘lib, ular juda kam miqdorda bo‘lganda ham organizmga juda kuchli ta’sir ko‘rsatadi. Gormonlarning o‘ziga xos biologik ta’sir etish xususiyatlari quyidagi qoidalar asosida ifodalanadi:

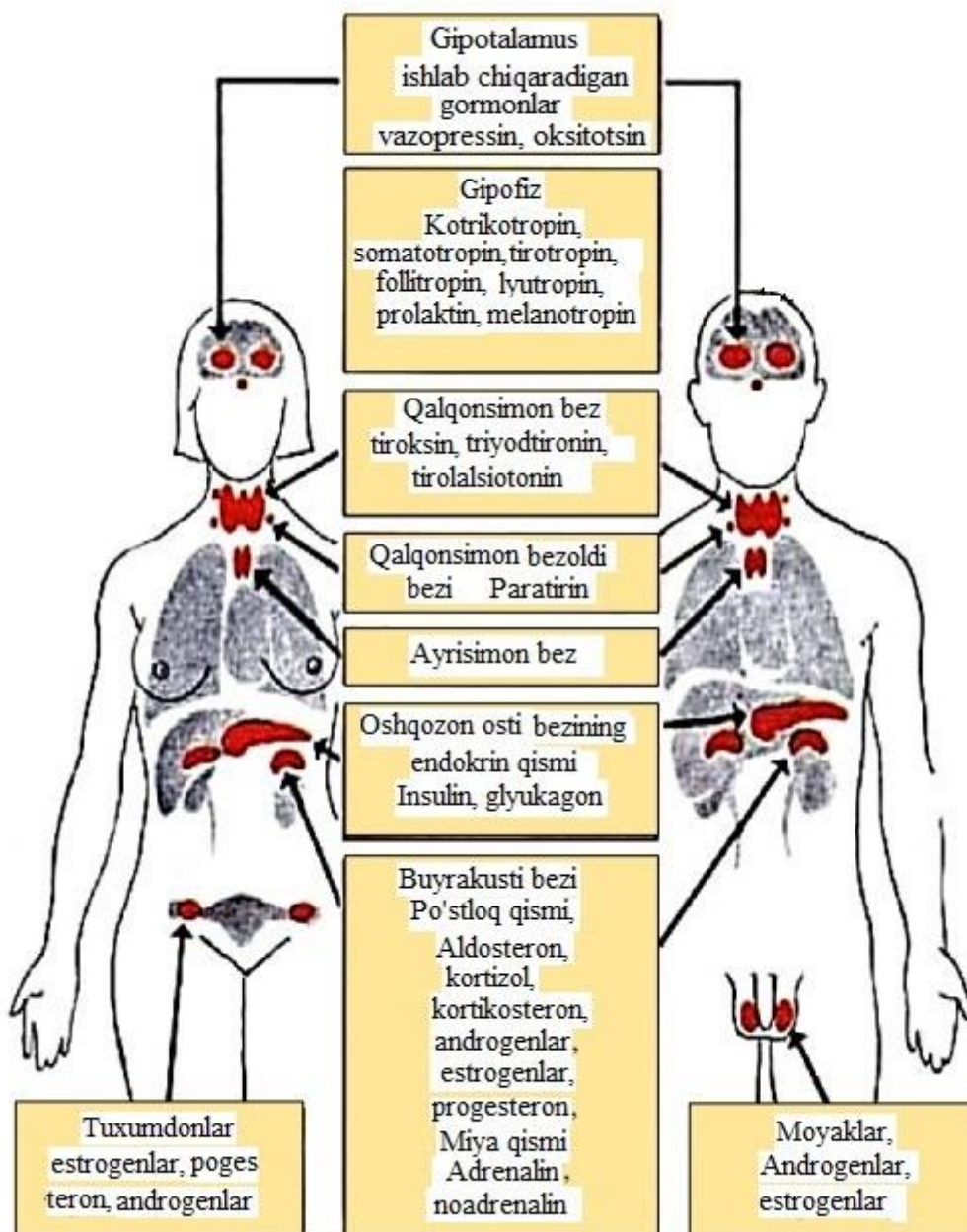
- gormonlar juda kichik konsentratsiyalarda o‘zining biologik ta’siriga ega ( $10^{-6}$  dan  $10^{-12}$  M gacha) bo‘ladi;
- gormonal ta’sir oqsil retseptorlari va hujayra ichidagi ikkilamchi vositachilar (messendjerlar) orqali amalga oshadi;
- gormonlar fermentlar ham, kofermentlar ham bo‘lmagan holda ular o‘z ta’sirini ferment sintezi tezligini oshirish yoki fermentativ kataliz tezligini o‘zgartirish orqali amalga oshiradilar;
- butun organizmda bo‘lib o‘tadigan gormonlarning ta’siri markaziy asab tizimining boshqaruvi asosida belgilanadi;
- ichki sekreksiya bezlari va ular tomonidan ishlab chiqarilgan gormonlar to‘g‘ridan-to‘g‘ri va teskari ta’sir mexanizmlari orqali boshqariladigan yagona tizimni tashkil qiladi.

Turli xil tashqi va ichki qo'zg'atuvchi ta'sirlar tufayli o'ta sezgir maxsus retseptorlarda impulslar paydo bo'ladi. Keyin impulslar markaziy asab tizimiga, u yerdan gipotalamusga uzatiladi, bu yerda esa "davomli" ta'sirga ega bo'lgan dastlabki biologik faol gormonal moddalar sintezlanadi va ular rilizing omillar deyiladi. Bu omillar umumiy qon oqimiga o'tmaydi, balki tomirlarning portal tizimi orqali gipofizning maxsus hujayralariga yetib boradi. Ular gipofizning tropik gormonlarini ishlab chiqarilishiga stimullovchi (yoki ingibirlovchi) ta'sir ko'rsatib, kerakli gormonlarning ishlab chiqarilishini ta'minlaydi. Bu trofik gormonlar qon oqimiga o'tib tegishli ichki sekretiya bezlaridan tegishli gormonlarni ishlab chiqarilishini stimullaydi. O'z navbatida, bu gormonlar organlar va to'qimalarga ta'sir etish orqali butun organizmda kechadigan kimyoviy va fiziologik javob reaksiyalarini keltirib chiqaradi.

### **11.2. Ichki sekretiya bezlari va ularning arxitektonikasi**

Ichki sekretiya bezlariga quyidagilar kiradi: gipotalamus, gipofiz, qalqonsimon bez, paratiroid, oshqozonosti bezi, ayrisimon (timus) bez, buyrak usti bezlari (miya va po'stloq qismlari), urug'donlar, tuxumdonlar.

Odamning ichki sekretiya bezlari va ularning gormonlarini sxematik joylashuvi (arxitektonikasi) 24-rasmda keltirilgan.



24-rasm. Ichki sekretsiya bezlari va ularning gormonlari (V.Rozen bo'yicha).

### 11.3. Gormonlarning tuzilishi, xossalari va tasnifi

Deyarli barcha ma'lum bo'lgan gormonlar, shu jumladan, oqsil va peptid gormonlarning tuzilishi, kimyoviy tabiati batafsil yoritilgan, lekin ular nomenklaturasining umumiy tamoyillari hali ishlab chiqilmagan. Ko'pgina gormonlar uchun aniq kimyoviy tuzilishlarga asoslangan kimyoviy nomlar ko'p chalkishliklarni keltirib chiqargan bo'lardi, shu sababli ularni ko'pincha trivial (tarixiy) nomlashdan keng foydalaniladi.

Amaliyotda foydalanilib kelinayotgan nomenklatura gormonning manbasi (masalan, insulin – lotincha, “insula” – “orolcha”) yoki funksiyasini (masalan, prolaktin, vazopressin) aks ettiradi. Ba'zi gipofiz gormonlari (luteinlovchi va follikula stimullovchi

gormonlar) hamda barcha gipotalamus gormonlari uchun amaliyotda foydalaniladigan yangi ishchi nomlar ishlab chiqilgan.

Gormonlar tasnifi bo'yicha ham yuqoridagi holatga o'xshash qoida mavjud. Birinchidan, ular tabiiy sintezlanadigan joyiga bog'liq holda tasniflanadi, unga ko'ra gipotalamus, gipofiz, qalqonsimon bez, buyrakusti bezlari, oshqozonosti bezi, jinsiy bezlar, ayrisimon (timus) bez, qalqonsimon (buqoq) bez va boshqalarning gormonlari farqlanadi.

Biroq, bunday anatomik tasnifni ham mukammal deb bo'lmaydi, chunki ba'zi gormonlar qonga chiqariladigan joyida sintezlanmay (masalan, gipofiz bezining keyingi qismi gormonlari – vazopressin va oksitotsin gormonlari gipotalamusda sintezlanadi, u yerdan gipofiz bezining keyingi qismiga o'tkaziladi) yoki boshqalari boshqa ichki sekretiya bezlarida ham sintezlanadi (masalan, jinsiy gormonlar qisman buyrakusti bezining po'stloq qismida, prostaglandinlar esa nafaqat prostata bezida, balki boshqa organlarda ham sintezlanadi va h.k. Barcha holatlarni hisobga olish asosida gormonlarning kimyoviy tabiatini e'tiborga olgan holda tasniflashga urinib ko'rilgan. Shu yo'sinda tasniflashga muvofiq barcha gormonlar besh guruhga bo'linadi:

Murakkab oqsillar – glikoproteinlar (masalan, follikula stimullovchi luteinlovchi, tireoidni stimullovchi gormonlar va boshqalar).

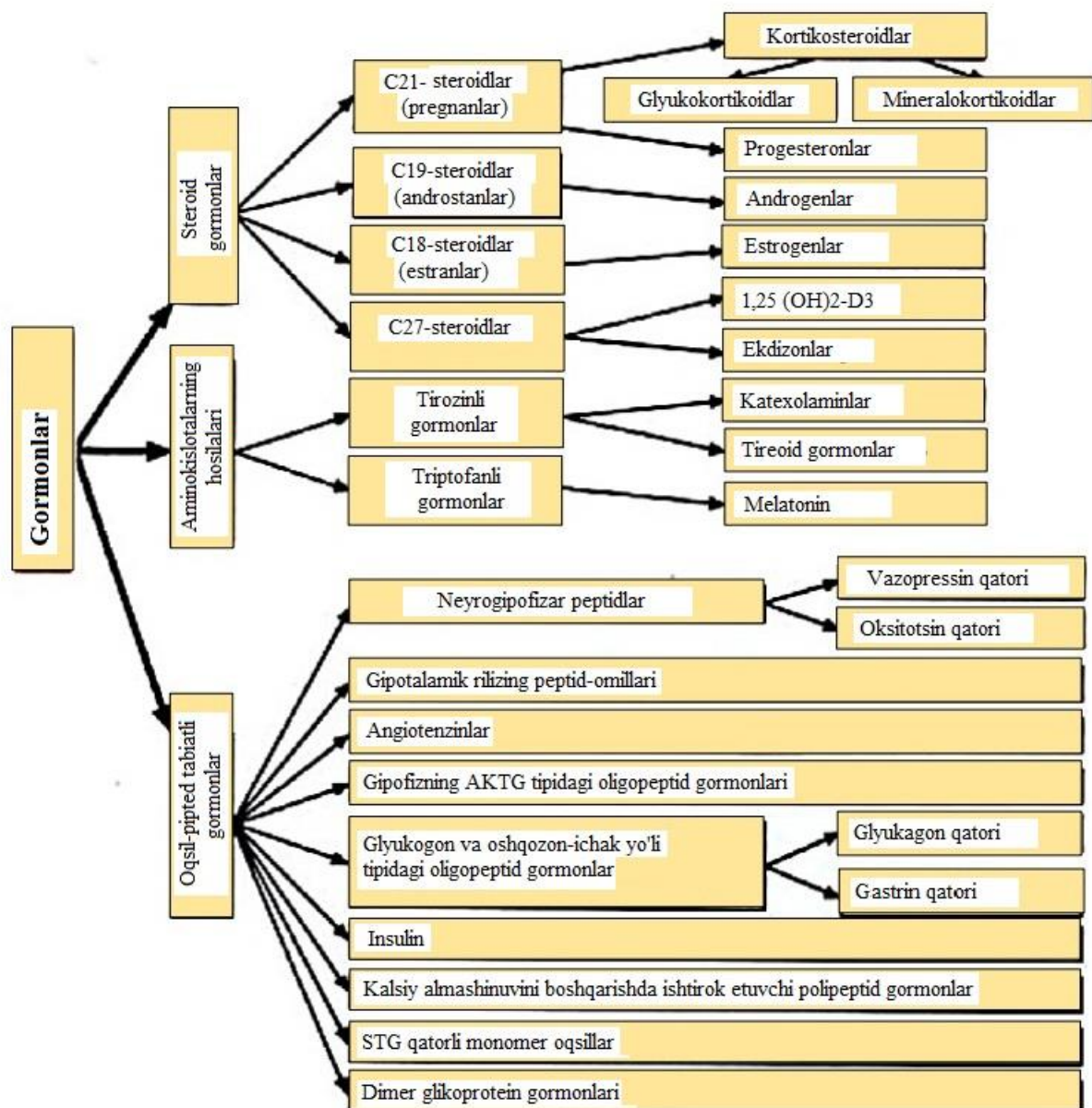
Oddiy oqsillar – prolaktin, insulin va boshqalar.

Peptidlar – kortikotropin (AKTG), glukagon, kalsitonin, somatostatin, vazopressin, oksitotsin va boshqalar.

Aminokislota hosilalari – katekolaminlar, qalqonsimon bez gormonlari, melatonin va boshqalar.

Steroid birikmalar va yog' kislotalarining hosilalari. Steroid gormonlarga quyidagilar kiradi: buyrakusti korteks gormonlari (kortikosteroidlar), jinsiy gormonlar (androgen va estrogenlar), 1,25 dioksikalsiferol va boshqalar.

Gormonlarning dastlabki uchta guruhini peptid va oqsil tabiatli gormonlar sifatida bitta umumiy guruhga birlashtirish mumkin. Shunga ko'ra, gormonlarni quyidagi sxema bo'yicha tasniflash mumkin bo'ladi (25-rasm):



25-rasm. Gormonlarning kimyoviy tabiati bo'yicha tasnifi  
(V.Rozen bo'yicha, 1981).

#### 11.4. Gipotalamus gormonlari

Bugungi kunga kelib, gipofizning gormonlarida yettita stimullovchi (liberinlar) va uchta ingibirlovchi (statinlar) mavjudligi, ya'ni ular jumlasiga kortikoliberin, tireoliberin, luliberin, somatostatin, prolaktostatin va melanostatinlarning kirishi ma'lum bo'ldi. Gipotalamus gormonlarini to'qimada juda kam miqdorda ishlab chiqarilishi, ularni toza holatda ajratib olishda katta qiyinchiliklarni yuzaga keltiradi. Xususan, masalan, 1 g tireoglobulinni toza holda ajratib olish uchun uchun 5 mln bosh qo'ydan olingan 7 tonna gipotalamusni qayta ishlashga to'g'ri kelgan edi.

**Tireoliberin** (Piro-Glu-Gis-Pro-NH<sub>2</sub>) – bu peptid bog‘lari bilan bog‘langan piroglutamin (siklik) kislota, gictidin va prolinamiddan tashkil topgan tripeptid; u boshqa klassik tripeptidlardan N- va C-uchlaridagi aminokislotalarda erkin NH<sub>2</sub> va -COOH guruhlarining bo‘lmasligi bilan farq qiladi.

**Luliberin** - bu 10 ta aminokislota qoldig‘idan tashkil topgan dekapeptid hisoblanadi:

**Piro-Glu-Gis-Trp-Ser-Tir-Gli-Lei-Arg-Pro-Gli -NH<sub>2</sub>**

Bu yerda ham N- va C-uchlarida joylashgan aminokislotalarda erkin amino va karboksil guruhlari mavjud bo‘lmay, C-uchidagi aminokislota glitsinamid hisoblanadi.

**Somatoliberin**–gipofizning o‘shish gormoni (somatotropin)ni sintezi va sekretiyyasini stimullaydi va u kimyoviy tuzilishi jihatidan dekapeptid hisoblanadi.

**Melanoliberin** o‘z tarkibi jihatidan oksitotsin gormonining ochiq halqasi tuzilishiga o‘xshash bo‘lib chiqdi (tripeptidli yon zanjirsiz) va quyidagicha tuzilgan:

**H-Sis-Tir-Ile-Gli-Asn-Sis-OH**

**Somatostatin**–tetradekapeptid (14 ta aminokislota qoldig‘idan iborat), uning disulfid bog‘lari 3-va 14-o‘rinlarda ikkita sistein qoldig‘i o‘rtasida joylashgan. Ushbu gormon somatotropinni ingibirlovchi omili bo‘lib, quyidagi tuzilishga ega:



**Melanostatin** (melanoingibirlovchi omil) - bu tripeptid yoki pentapeptid hisoblanadi:

**Piro-Glu-Lei-Gli- NH<sub>2</sub>**

**Piro-Glu-Gis-Fen-Arg-Gli- NH<sub>2</sub>**

Melanoliberin gipofizning oldingi qismida melanotropin sekretiyyasini stimullaydi, melanostatin esa, aksincha, bu jarayonni ingibirlaydi. Yuqorida keltirilgan bu gipotalamus gormonlari gipofizning u yoki bu gormonlari sekretiyyasini maxsus ravishda stimullaydi.

Gipotalamus gormonlari sintezlanadigan joy, ehtimol gipotalamusning asab uchlaridir, chunki u yerda gormonlar va biogen aminlarning eng yuqori konsentratsiyasi qayd qilingan; ular, periferik ichki sekretiyya bezlarini gormonlari bilan bir birga, teskari ta‘sir etish tamoyiliga muvofiq gipotalamus gormonlari sintezini stimullovchi asosiy boshqaruvchilari sifatida tasavvur qilinadi.

Tireoliberin biosintezi mexanizmi, ehtimol noribosomal yo‘l bilan amalga oshadi, bunda tarkibida SH tutuvchi sintetaza yoki glutamin kislotaning sikllanishi yo‘li bilan piroglutamin kislotaga aylanishi, peptid bog‘lanishning hosil bo‘lishini va glutamin ishtirokida prolinning amidlanishini katalizlaydigan fermentlar kompleksi ishtirok etadi.

Luliberin va somatoliberin bo'yicha ham xuddi shu kabi tegishli sintetazalar ishtirokidagi biosintez mexanizmining mavjudligiga taxmin qilinadi.

Gipotalamus gormonlari bevosita "tayyor" gormonlarni sekretsiyasiga (aniqrog'i, ajralib chiqishiga) hamda bu gormonlarning yangidan biosintezlanishiga ta'sir ko'rsatadi. sAMFning gormonal signallarni uzatishda ishtirok etishi isbotlangan.

Gipofiz hujayralarining plazmatik membranalarini maxsus adenogipofizar retseptorlari mavjudligi ko'rsatib berilgan bo'lib, gipotalamus gormonlari ular bilan bog'langan bo'ladi va bundan keyin adenilatsiklaza tizimi va  $Ca^{2+}$  – ATF va  $Mg^{2+}$  – ATF membrana kompleksidan,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  ionlari va AMF ajraladi; bundan keyin hosil bo'lgan AMF tegishli proteinkinazani faollashtirish orqali gipofizning tegishli gormonini ajralishiga ham, sintezlanishiga ham o'z ta'sirini ko'rsatadi.

### 11.5. Gipofiz gormonlari

Gipofiz yoki pastki miya o'simtasi miyaning ostki qismida joylashgan. Odamning bu organini vazni 0,5-0,7 gr bo'ladi. Gipofiz ko'p miqdordagi qon tomirlari, asab tolalari bilan ta'minlangan va miya bilan chambarchas bog'langan. U oldingi, o'rta va orqa qismlardan iborat. Gipofiz bezining barcha gormonlari oddiy oqsillar yoki oqsilsimon moddalar hisoblanadi.

**Gipofizning oldingi qismi gormonlari.** Gipofizning bu qismida olti xil gormonlar ishlab chiqariladi.

1. **Somatotrop** gormoni yoki **o'sish** gormoni (STG yoki O'G) organizmning o'sishi va rivojlanishiga ta'sir qiladi. Bu gormon gipofizning oldingi qismini atsidofil hujayralarida sintezlanadi. Hozirgi kungacha odam, qoramol, qo'y va boshqalarning somatotrop gormonlari molekulalarining birlamchi sirukturasi to'liq aniqlangan. Odamning somatotrop gormoni 191 ta aminokislota qoldiqlaridan tashkil topgan va tarkibida ikkita disulfid bog' mavjud; N- va C- uchida joylashgan aminokislotalari fenilalanindir. O'sish gormoni organizmning barcha hujayralariga ta'sir ko'rsatadigan keng biologik ta'sir spektriga ega. U oqsil, DNK, RNK va glikogenning biosintezini kuchaytiradi va shu bilan birga depolangan yog'larni mobilizatsiyalanishini va to'qimalardagi yog' kislotalari va glyukozani parchalanishini ta'minlaydi. O'sish gormoni tananing kattalashuvini, skeletning o'sishini stimullashi bilan bog'liq assimilyatsiya jarayonlarini faollashtirishdan tashqari, almashinuv jarayonlari tezligini muvofiqlashtiradi va uni boshqarilishida ishtirok etadi. Bundan tashqari, odamlarda va maymunlarda (lekin boshqa hayvonlarda emas) bu gormon aniqlanishi mumkin darajadagi laktogen faollikka ega bo'ladi.

Bu gormonning ko'p biologik samaralari jigarda sintezlanadigan maxsus oqsil omilining ta'siri natijasida yuz beradi, deb taxmin qilinadi. Bu omilni sulfatlovchi yoki timidil omili hisoblanadi, chunki u tog'ayga sulfatlarning, timidinning DNKga, uridinning RNKga va prolinning kollagenga birikishini stimullaydi. O'zining kimyoviy tuzilishiga

ko'ra bu omil molekular massasi 8000 Da polipeptid ekanligi ma'lum bo'ldi. Bu gormon to'qimalarda oqsil sintezini jadallashtiradi, u esa to'qimalarning hajmini oshishi va o'sishiga olib keladi. O'sish gormoni shuningdek, suyaklarda kalsiyning yig'ilishiga va suyak hamda tog'ay to'qimalarini hosil bo'lishiga ham ta'sir etadi. Yosh bolalarda bezning **gipofunksiyasi** sharoitida o'sish susayib pakanalik (karlik) kasaliga duchor bo'ladi. Bunda ruhiy rivojlanish izdan chiqmaydi, shuning uchun uni "aqlli pakana" kasallik deb yuritiladi. Yosh davrda bezning **giperfunksiya** natijasida suyaklarning o'ta o'sib ketishi, ayniqsa, oyoq-qo'l suyaklarida kuzatilib, u o'ta novcha (gigantizm) bo'lib ketishiga sababchi bo'ladi. 30-40 yoshga kirgan odamlarda esa, akromegaliyaga tavsifli qator kasalliklarga olib keladi. Bunda ba'zi suyaklar juda ham o'sib ketib, tilning katta bo'lib ketishi kuzatiladi.

**2. Adrenokortikotrop gormon (AKTG, kortikotropin)** buyrakusti bezlari faoliyatini stimullaydi. Bu buyrakusti bezining po'stloq kismida hujayra elementlarining o'sishiga yordam beradi va kortikotseroid gormonlarning hosil bo'lishini kuchaytiradi. Bu gormon karbonsuv almashinuviga ta'sir qiladi, masalan, nokarbonsuv komponentlardan shakar hosil bo'lishiga ta'sir etadi.

**3. Laktogen gormon (luteotrop gormon - LTG, prolaktin)** sariq tana faoliyatini ta'minlaydi, homiladorlikning saqlanishiga yordam beradi va sut bezlari faoliyatini stimullaydi.

**4. Tireotrop gormon (TG, tireotropin)** qalqonsimon bez gormonlari sintezini va ularning qon oqimiga o'tishini ta'minlaydi. Qalqonsimon bez gormonlarini qondagi miqdorini oshiradi, tireotropinning qondagi miqdorini kamaytiradi, aksincha, qalqonsimon bez gormonlarining qondagi miqdori kamayishini, tireotropinning ajralishini stimullaydi.

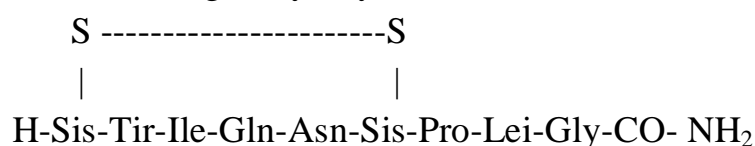
**5. Follikula stimullovchi gormon (FSG)** follikulaning yetilishini stimullaydi va spermatogenezni tezlashtiradi.

**6. Interstitsial hujayralarni stimulyalovchi gormon (ISG)** tuxumdonlar va urug'donlarning interstitsial hujayralarida jinsiy gormonlar hosil bo'lishini stimullaydi, ovulatsiyani keltirib chiqaradi va sariq tananing shakllanishiga ta'sir qiladi.

**Gipofiz bezining o'rta qismi gormonlari.** Gipofiz bezining bu qismida **intermedial** yoki **melanomorf** gormon ishlab chiqariladi, u tirozin aminokislotasini melaniga aylanishini stimullaydi. Melanin – teri rangining och yoki to'q darajasini belgilovchi pigment hisoblanadi. Addison (bronza) kasalligi ushbu gormonning ko'p miqdorda ishlab chiqarilishi bilan bog'liq.

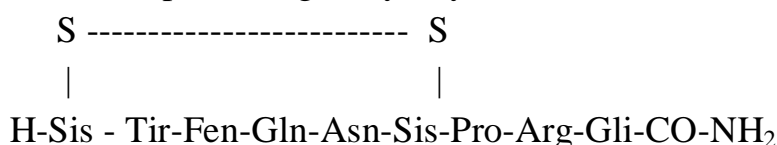
**Gipofiz bezining keyingi qismi gormonlari.** Gipofiz bezining bu qismida oksitotsin va vazopressin hosil bo'ladi. Gormonlarning ikkalasi ham, peptid tuzilishiga ega va nonapeptidlardir. **Oksitotsin** silliq mushaklarning, ayniqsa, bachadonning kuchli qisqarishini keltirib chiqaradi va emizikli (laktatsiya davrida bo'lgan) hayvonlarda sut ajralishini stimullaydi. Oksitotsindan tibbiyotda keng foydalaniladi, chunki tug'ruqdan keyin qon ketishni to'xtatadi va to'lg'oqni stimullaydi.

Oksitotsinning kimyoviy tuzilishi:



**Vazopressin** qon bosimini oshiradi va diurezni pasaytiradi. Diurezning pasayishi vazopressin buyrak kanalchalarida suv va mineral tuzlarning adsorbsiyasini boshqaruvi tufayli bo'ladi. Vazopressinning yetarli darajada chiqarilmasligi shakarsiz diabet deb nomlangan kasallikka olib keladi. Ushbu kasallikning xarakterli xususiyati, shundaki, bunda siydik ko'p miqdorda (kuniga hattoki 20 litrgacha) ajratiladi. Vazopressin oksitotsindan ikki aminokislota bo'yicha farq qiladi, uni molekulasini N-uchidan 3-o'rindagi izoleysin o'rniga fenilalanin va 8-o'rindagi argininn o'rniga leysin joylashgan bo'ladi.

Vazopressining kimyoviy tuzilishi:



### 11.6. Qalqonsimon bez gormonlari

Qalqonsimon bez kekirdak va traxeyaning pastki qismining ikkala tomonida joylashgan, umumiy og'irligi 25-30 g bo'lgan ikkita oval tanacha hisoblanadi. Qalqonsimon bezning o'ziga xos xususiyati – uning tarkibida yodning miqdori yuqori bo'ladi. Radiatsion  $J^{131}$  organizmga kiritilganidan keyin ikki soat ichida uning asosiy qismi qalqonsimon bezdan topilgan. Shunday qilib, bu bez yodning ombori hisoblanadi. Yod organizmga, asosan, oziq-ovqat bilan, shuningdek, suv va osh tuzi bilan birgalikda kiradi. Yodning organizmdan chiqishi, asosan, buyraklar orqali yuz beradi. Yodning qalqonsimon bez tomonidan so'rilishi uning faollik holatiga bog'liq. Bezning funksiyasini susayishi undagi yodning yig'ilib konsentrlanishini susaytirs, giperfunksiyasi esa, aksincha, kuchaytiradi. Qalqonsimon bez tarkibida yod uch shaklda bo'ladi:

- anorganik yod;
- organik, gormonal faol yod (triyodotironin va tiroksin);
- organik, gormonal faol bo'lmagan yod (mono- va diyodotirozin).

Gormonal faol yod umumiy yodning atigi 10 foizini tashkil qiladi, u esa gipofizning tireotrop gormoni tomonidan stimulatsiyalanganida juda tez ko'payadi. Qalqonsimon bez gormonlari moddalarning asosiy almashinuviga biologik oksidlanishni kuchaytirish, koslorodni o'zlashtirilishini oshirish, yog', suv almashiniuvini, to'qimalarning rivojlanish differensirovkasini boshqarish orqali ta'sir etadi.

Qalqonsimon bezning yoshlikda yuz beradigan **gipofunksiyasi** kretinizmning rivojlanishi bilan tavsiflanadi, bunda o'sishning susayishi, keyinchalik esa umuman to'xtashi (mitti o'sish), tana qismlarini nomatanosib rivojlanishi, aqliy zaiflik yuz beradi.

Organizmدا yod tanqisligi bilan bog'liq bo'lgan **gipofunksiya** endemik bo'qoqni – bo'qoq kasalligini keltirib chiqaradi. Ushbu kasallikni davolash va oldini olish uchun osh tuzi, shakar, sut va h.k.larni yodlash amalga oshiriladi.

Voyaga yetganlardagi qalqonsimon bezning gipofunksiyasi miksedema – shilliq shishga sababchi bo'ladi. Davolash gormonal dorilar yordamida amalga oshiriladi.

Odamlarda qalqonsimon bezning giperfunksiyasi Bazedov kasalligi rivojlanishi orqali namoyon bo'ladi. Ushbu kasallikning alomatlar: ozish, oyoq-qo'llarining titrashi, ekzoftalmiya (ko'z bo'rtishi), yurak va aqliy faoliyatning izdan chiqishi.

### 11.7. Qalqonsimon bez oldi bezi gormonlari

Ushbu bezlarning epitelial tanachalari – bu qalqonsimon bezlar atrofida joylashgan 4 ta oval shakldagi tuzilma bo'lib, og'irligi 0,1-0,5 g keladi. Qalqonsimon bezoldi bezi oqsil tabiatli paratireoid gormonini (paratgormoni) ishlab chiqaradi, uning ta'siri kalsiy, fosfor va D vitamini almashinuvi bilan chambarchas bog'liq.

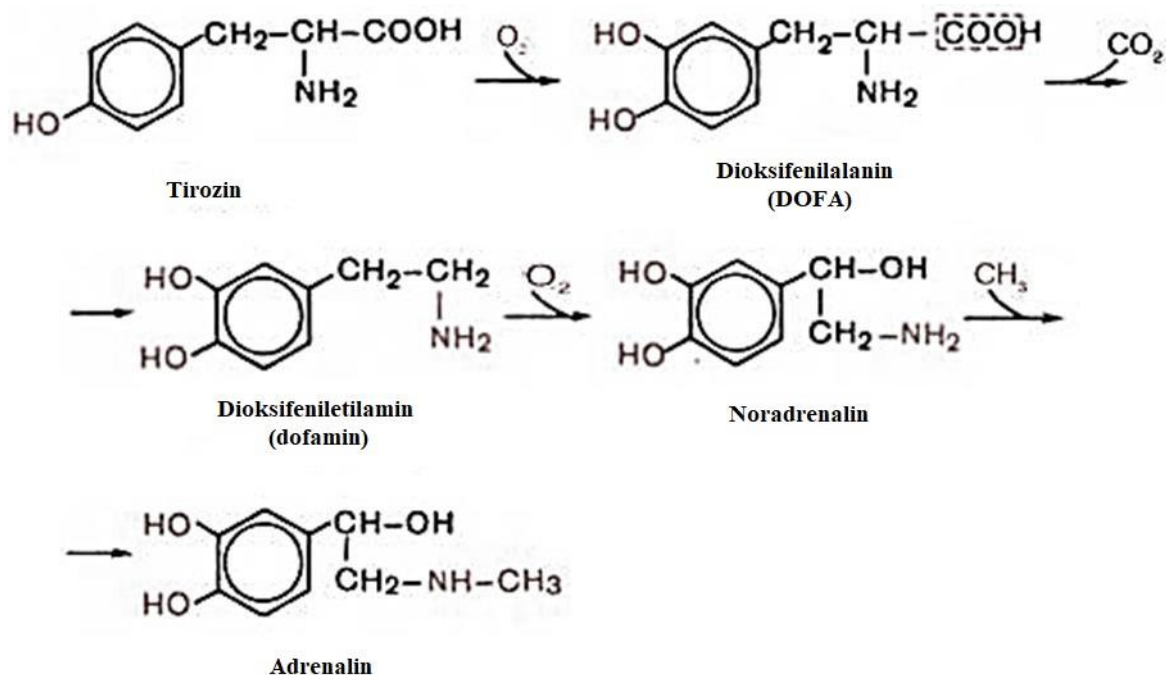
**Gipofunksiya** sharoitida tutqanoq rivojlanadi, teri, tirnoqlarning rivojlanishi izdan chiqadi.

**Giperfunksiya** sharoitida og'ir umumiy kasallik simptomlari: mushaklarning kuchsizligi, qusish, diareya, bir necha kun ichida o'limga olib kelishi mumkin bo'lgan **poliuriya** rivojlanadi.

### 11.8. Buyrakusti bezi gormonlari

Buyrakusti bezlari buyrak yaqinida joylashgan, vazni 6-11 gr bo'lgan ikkita mayda tanachadir. Funksional nuqtayi nazardan, buyrakusti bezlari ikki xil: po'stloq va mag'iz (miya) qismlardan iborat. Po'stloq qismi to'qima umumiy qismining 9/10 ulushini tashkil qilsa, miya qismi uning 1/10 ulushini tashkil qiladi. Ular turli xil gormonlar ishlab chiqaradi.

**Buyrakusti bezini miya qismi.** Bu endokrin bez **adrenalin** va **noradrenalin** ishlab chiqaradi, ularni **katekolaminlar** yoki **pirokateksinlar** deb yuritiladi.



Adrenalin va noradrenalin teri, shilliq pardalar tomirlarida qon bosimining oshishiga va yurak urish tezligining oshishiga olib keladi. Biroq, ularning qon aylanishiga ko'rsatadigan ta'siri biroz farqlanadi. Adrenalin kichik konsentratsiyalarda yurak va skelet mushaklari arteriolalarini kengayishiga olib keladi, bu esa jismoniy ish paytida ushbu organlarni qon bilan yaxshi ta'minlashga yordam beradi.

Noradrenalin, aksincha, qon oqimining barcha qismlarida tomirlarning qisqarishini keltirib chiqaradi. Bu silliq mushaklarning qisqarishiga va bronxlar va ichak mushaklarining bo'shashishiga yordam beradi. Adrenalin jigar va mushaklarda glikogenning parchalanishini stimullaydi, bu qonda qand miqdorining oshishiga olib keladi va noradrenalin esa metabolizmga umuman ta'sir qilmaydi, u faqat qon aylanishiga ta'sir etuvchi gormon hisoblanadi.

**Buyrakusti bezining po'stloq qismi.** Bu bezlar umumiy kimyoviy tuzilishi steroid tavsifli gormonlarning katta guruhini ishlab chiqaradi. Hozirgi vaqtda ularga tegishli bo'lgan va gormonal faollikka ega bo'lgan 30 dan ortiq moddalar ajratib olingan.

Ular o'z ta'siriga ko'ra buyrakusti po'stloq qismi gormonlari ikki guruhga: mineralokortikoidlar va glukokortikoidlarga bo'linadi.

**Mineralokortikoidlar**ga aldosteron va deoksikortikosteron kiradi.

**Glukokortikoidlar**ga esa kortizol, kortizon va kortikosteron kiradi.

Kimyoviy jihatdan steroid gormonlar xolesterolning hosilasidir. Bundan tashqari, buyrakusti bezi ekstraktlarida jinsiy gormonlar borligi aniqlangan, ular haqiqiy buyrakusti bezi gormonlarini sintezlanishida hosil bo'lgan oraliq mahsulotlardir.

**Mineralokortikoidlar** suv-tuz almashinuviga ta'sir qiladi, organizmda natriy va xlarning saqlanishi va kaliyning siydik orqali ajralishiga yordam beradi.

**Glukokortikoidlar** karbonsuvlar va oqsillar almashinuviga ta'sir qiladi. Ular oqsillar va aminokislotalarning parchalanishini kuchaytiradi va shu yo'sinda azotning ajralishini kuchaytiradi va salbiy azot balansini rivojlanishiga sabab bo'ladi. Bu karbonsuvlar metabolizmiga ta'sir etish orqali qondagi shakarning miqdorini yuqorilashuviga olib keladi. Bundan tashqari, glukokortikoidlar organizmdagi glikogenning qayta taqsimlanishini keltirib chiqaradi. Bunda glikogen zaxirasi evaziga jigarda glikogenning yig'ilishi yuz beradi.

### 11.9. Oshqozonosti bezi gormonlari

Oshqozonosti bezi ichki va tashqi sekretiya bezi hisoblanadi. Endokrin bez sifatida u insulin va glukagonni sintez qiladi. Langerxans-Sobolev orolchalarining  $\beta$ -hujayralari tomonidan insulin,  $\alpha$ -hujayralari tomonidan esa glukagon ishlab chiqariladi. Insulin toza holda 1922-yilda F.Banting va Ch.Best tomonidan ajratib olingan.

**Insulin** molekulasi 51 ta aminokislota qoldig'i va ikkita polipeptid zanjirdan tashkil topgan bo'lib, ular bir-biri bilan ikki nuqtada disulfid bog'lari yordamida birikkan. Insulinning 21 ta aminokislota qoldig'idan iborat bo'lgan polipeptid  $\alpha$  -zanjir, 30 ta aminokislota qoldig'idan iborat polipeptid  $\beta$  -zanjir deb belgilanadi.

Aminokislota tarkibi bo'yicha har xil turlardagi insulinning farqlari uncha katta emas va u A-zanjirida 8-10 o'rinlarda joylashgan aminokislotalarda kuzatiladi. Odatdagi sharoitda oshqozonosti bezida o'rtacha 15 mg insulin mavjud bo'ladi. Bunda bolalarda bezlardagi gormonning nisbiy tarkibi kattalardagiga nisbatan yuqori bo'ladi. Qandli diabet insulin miqdorini me'yordagiga nisbatan 1/5 -1/10 gacha pasayishiga olib keladi.

**Glukagon** 1953-yilda venger biokimyosi F.Shtraub tomonidan ajratib olingan, uning tarkibi 29 ta aminokislota qoldig'idan tashkil topgan. Biologik ta'sir nuqtayi nazaridan glukagon, adrenalini singari, giperglikemik ta'sirga ega, ya'ni asosan jigar glikogeni hisobiga qonda glyukoza konsentratsiyasini oshishiga sababchi bo'lib, insulinga nisbatan antagonistik ta'sir ko'rsatadi.

Shunday qilib, ikkita qarama-qarshi ta'sirga ega bo'lgan insulin va glukagon sintezlaydigan oshqozonosti bezi moddalar almashinuvini, molekular darajada boshqariluvida muhim rol o'ynaydi.

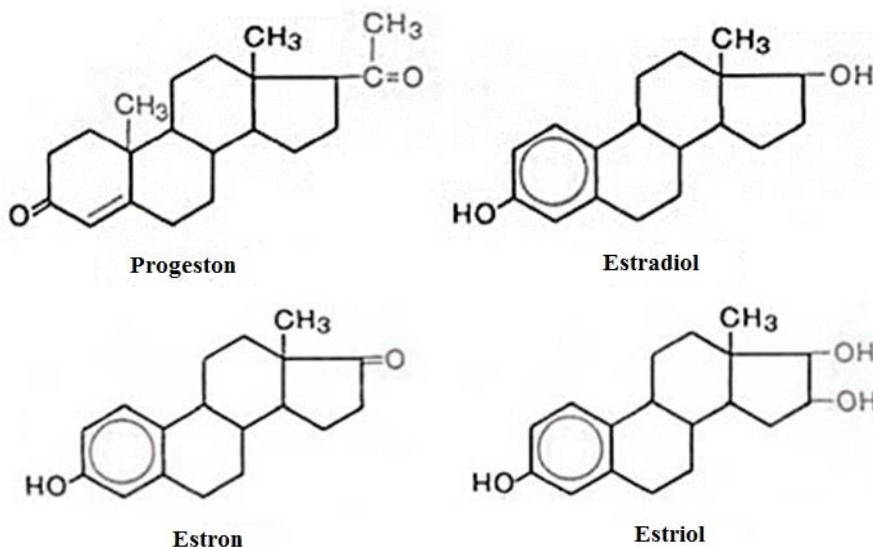
### 11.10. Jinsiy bez gormonlari

Jinsiy gormonlar, asosan, jinsiy bezlarda sintezlanadi. Ayollarda ularning sintezi tuxumdonlarda, erkaklarda esa, urug'donlarda amalga oshiriladi. Ayol va erkak jinsiy bez gormonlari kimyoviy tuzilishi jihatidan juda o'xshashdir. Ularning biologik ta'siri xususiyatlari o'ziga xos unchalik darajadagi o'zgarishlarsiz, lekin aniq farqlarga bog'liq bo'ladi.

### 11.10.1. Ayol jinsiy gormonlari

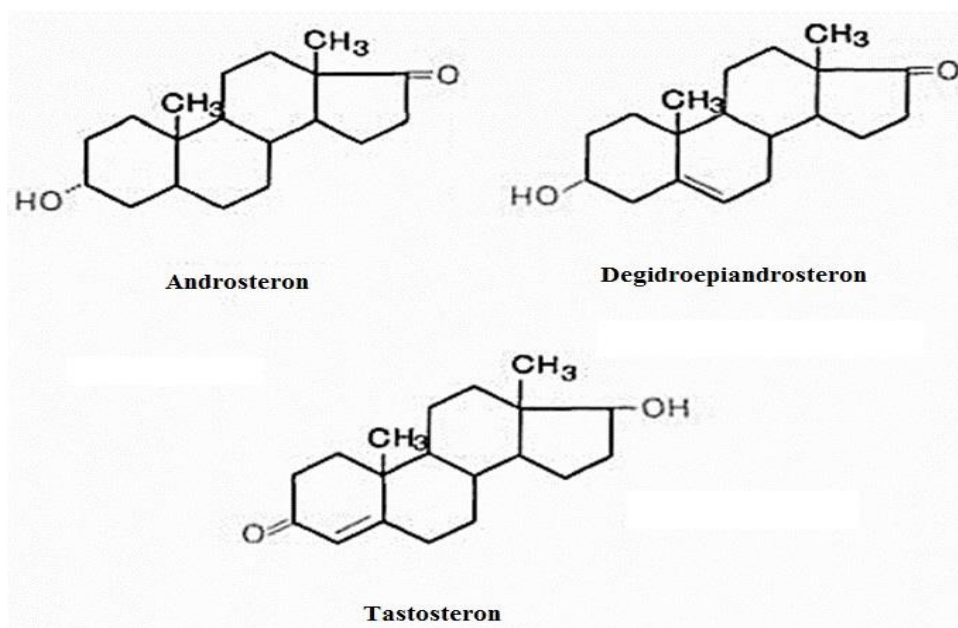
Ayol jinsiy gormonlari estrogenlar bo'lib, ular tuxumdonlarda, sariq tanada, buyrakusti bezlarida, urug'donlarda va platsentada hosil bo'ladi. Hozirgi vaqtda gormonlarning ikki turi – progestinlar (estradiol) va estrogenlar (progesteron) borligi aniqlangan.

Progesteron otalangan tuxumni bachadonning shilliq qavatiga muvaffaqiyatli implantatsiyalanishi uchun tayyorlaydi, shuningdek, sut bezlarining rivojlanishini stimullaydi. Estrogenlar organizmda oqsilning sintezi uchun stimulyator sifatidagi anabolik ta'sirga ega.



### 11.10.2. Erkak jinsiy gormonlari

Erkak jinsiy gormonlari – androgenlar, asosan, urug'donlar hujayralari tomonidan ishlab chiqariladi. Yaqinda androgenlarning tuxumdonlar va buyrakusti bezlarida ham qisman sintezlanishi aniqlandi. Erkak jinsiy gormonlariga androsteron, degidroepiandrosteron, testosteronlar kiradi:



Erkak organizmda androgenlarning biologik roli, asosan, reproduktiv tizimning differensiyasi va bu tizim faoliyatining me'yoriy kechishi bilan bog'liq. Voyaga yetgan organizmda androgenlar erkaklar ikkilamchi jinsiy xususiyatlarining rivojlanishini, urug'donlardagi spermatogenezni va h.k.larni boshqarilishida ishtirok etadi.

### 11.11. Ayrisimon bez (timus) gormonlari.

Tug'ilgandan ko'p o'tmay timus limfoid hujayralarni limfa tugunlariga va taloqqa yetkazadi va maxsus gormonlar hosil qiluvchi hamda sekretsiyalovchi limfoid to'qimalarining ayrim hujayralari yetilishini ta'minlaydi. Hozirgi vaqtda ayrisimon bez ekstraktlaridan bir nechta gormonlar ajratib olingan va tavsiflab berilgan. Ular orasida T-limfositlar hosil bo'lishini stimullovchi timopoietin II va timozin  $\alpha_1$  lar muhim ahamiyatga ega. Bu gormonlar o'zaro mos holda 49 va 28 aminokislota qoldiqlaridan tashkil topgan:

H-Ser-Gln-Fen\_Ley-Glu-Asp-Pro-Ser-Val-Ley-Tre-Liz-Gli-Liz-Liz-Liz-Ser-Glu-Ley-Val-Ala-Asn-Asn-Val-Tre-Ley-Pro-Ala-Gli-Glu-Gln-Arg-Liz-Asp-Val-Tir-Val-Gln-Ley-Tir-Ley-Glu-Tre-Ala-Val-Liz-Arg-OH

timopentin-5

#### Timopoietin II

H-Ser-Asp-Ala-Ala-Val-Asp-Tre-Ser-Ser-Glu-Ile-Tre-Tre-Liz-Asp-Ley-Liz-Glu-Liz-Liz-Glu-Val-Val-Glu-Glu-Ala-Glu-Asp-OH

#### Timozin $\alpha_1$

Timopoietin II ning faol markazi pentapeptid bo'lib, yuqoridagi formulada to'q rangda ko'rsatilgan va polipeptidning N-uchidan hisoblanganda 32-36-o'rinlarini egallaydi. Bu besh aminokislotadan tashkil topgan peptid bo'lagi kimyoviy yo'l bilan sintezlangan va u timopentin-5 deb nomlanadi; uni organizmga kiritilganda, nomaxsus himoya omillarini kuchaytiradi. Tanadagi timopoietin  $\alpha_1$  T-hujayralar differensiyasini so'nggi bosqichlarini boshqaruvi funksiyasini bajaradi. Bundan tashqari, u leykemiya va immunitet tanqisligini davolashda ijobiy farmakologik ta'sirga ega.

### 11.12. Prostaglandinlar

Keyingi yillarda prostaglandinlar va ularga o'xshash biologik faol birikmalar (leykotrienlar, prostatsiklinlar, tromboksanlar) mavjudligi to'g'risidagi ma'lumotlar e'lon qilindi. Ular to'qimalarda keng uchraydi va organizmning ko'plab fiziologik funksiyalarning kechishiga kuchli farmakologik ta'sir ko'rsatish orqali, xususan, buyraklarning gemodinamikasi, silliq mushaklarning qisqarish funksiyasi, oshqozonning sekretor funksiyasi, yog' va suv-tuz almashinuvi va h.k.larning boshqariluvda ishtirok etadi. Shunday ma'lumotlar mavjudki, prostaglandinlar "chin" gormonlar emas, lekin ularning biologik samarasi gormonlar ta'sirini modullash orqali, aftidan, siklik

nukleotidlar vositachiligida bilvosita yo‘l bilan amalga oshadi. S.Beogstryom va hammualliflarning taxminiga binoan, barcha prostaglandinlarning dastlabki mahsulotlari polito‘yinmagan yog‘ kislotalari, xususan, araxidon kislotasi hisoblanadi. Birlamchi prostaglandinlar barcha hujayralarda (eritrotsitlardan tashqari) sintezlanadi, ular oshqozon-ichak traktining silliq mushaklariga, reproduktiv va nafas olish to‘qimalariga, shuningdek, qon tomirlariga, boshqa gormonlarning faolligini modullashga, nerv qo‘zg‘alanishiga, shamollash jarayonlariga, buyrakdagi qon oqimining tezligini avtonom boshqariluviga va h.k.larga sAMF va sGMF orqali bilvosita yo‘l bilan ta’sir etadi.

Araxidon kislotasini o‘zgarishini bitta yo‘li uning **leykotriyenlarga** kiruvchi biologik faol moddalarga aylanishidir. Leykotriyenlarning asosiy biologik samarasi shamollash, allergik va immunreaksiyalar, anafalaksiya va silliq mushaklarning faolligi bilan bog‘liqdir. Xususan, leykotriyenlar nafas olish yo‘llari, oshqozon-ichak traktining silliq mushaklarining qisqarishida ishtirok etish, tomirlar tonusini boshqarish, tomirlarni kengayishiga ta’sir etish va koronar arteriyalarning qisqarishini stimullashdan iborat.

**Trombaksan**, asosan, miya, taloq, o‘pka, buyrak to‘qimalarida, shuningdek, trombotsitlarda sintezlanadi; u trombotsitlar agregatsiyasini keltirib chiqaradi va shu bilan tromb hosil bo‘lishiga yordam beradi va bundan tashqari barcha prostaglandinlar orasida eng kuchli tomirlarni kengaytirish ta’siriga ega.

**Prostatsiklin** tomirlar endoteliyasida, yurak mushaklarida, bachadon to‘qimalarida va oshqozonning shilliq parda qavatida sintezlanadi. Tromboksandan farqli o‘laroq, u qon tomirini silliq mushaklarini bo‘shashtiradi va trombotsitlarning parchalanishini keltirib chiqaradi, fibrinolizni kuchaytiradi. Tromboksanlar va prostatsiklinlar orasidagi nisbat ko‘rsatkichi organizmning fiziologik holati uchun alohida ahamiyatga ega. Trombozga moyil bo‘lgan bemorlarda muvozanatni agregatsiya tomon siljitish tendensiyasi kuzatiladi; uremiya bilan og‘rigan bemorlarda, aksincha, trombotsitlarning parchalanib ketishi kuzatiladi.

### **Materialni mustahkamlash uchun savollar:**

1. Gormonlar nima?
2. Gormonlar qanday vazifani bajaradi?
3. Gormonlarning kimyoviy tuzilishi haqida gapirib bering.
4. Gormonlarning ta’sir mexanizmlari haqida gapirib bering.
5. Gipotalamus gormonlari haqida gapiring
6. Gipofiz gormonlari haqida gapirib bering.
7. Qalqonsimon bez gormonlari haqida aytib bering.
8. Paratiroid gormonlari haqida aytib bering.
9. Buyrakusti bezini mag‘iz qismi qanday gormonlarni ajratadi?
10. Buyrakusti bezini po‘stloq qismi qanday gormonlarni ajratadi?
11. Me‘da osti bezi gormonlar va ularning fiziologik roli haqida aytib bering.

12. Ayol jinsiy gormonlari va ularning fiziologik roli.
13. Erkak jinsiy gormonlari va ularning fiziologik roli.
14. Ayrisimon bez gormonlari haqida nimalarni bilasiz?
15. Prostaglandinlar haqida gapiring.
16. Prostaglandinlar, leykotrienlar va trombaxanlar qayerda sintezlanadi?
17. Prostaglandinlar, leykotrienlar va trombaxanlar qanday fiziologik funksiyalarni bajaradi?

## **12. MODDA VA ENERGIYA ALMASHINUVININIG BOSHQARILUVI**

### **12.1. Modda va energiya almashinuvini neyrogumoral boshqariluvini**

Hayvon organizmi qat'iy ravishda tartibga solingan va o'zaro bir-biri bilan bog'liq bo'lgan organ va to'qimalarning murakkab tizimidir. To'qimalarda uzluksiz ravishda sodir bo'ladigan almashinuv jarayonlari o'ziga xoslikda va maxsuslikda yuz beradi, shu asosda organizmning butunligi hamda undagi hayotiy jarayonlarning kechishi ta'minlanadi, bu esa evolyutsiya davomida shakllangan o'ta murakkab boshqaruv mexanizmlari majmuasidan iboratdir. Moddalar almashinuvining shu yo'sinda nozik ravishda boshqariluvini alohida olingan organlar va to'qimalar o'rtasida doimiy bog'lanish aloqalari mavjudligiga asoslangan. Hayvon organizmidagi almashinuv jarayonlarini tashqi muhitning o'zgarishlariga mos ravishda bo'lishini boshqarilishi, hayvonlarning o'zgaruvchan muhitda mavjud bo'lishiga va bu o'zgarishlarga monand ravishda moslashuviga imkon beradi.

#### **12.1.1. Moddalar almashinuvining boshqariluvida markaziy asab tizimining roli**

Almashinuv jarayonlarining boshqariluvini asab tizimi orqali va gumoral tizim (qon, limfa)ga maxsus moddalarning kiritilishi yo'li bilan sodir bo'ladi, ulardan ba'zilari metabolik jarayonlarni faollashtiradi, boshqalari ingibirlaydi. Hayvon organizmining asab tizimi, uning markaziy apparati—orqa miya va bosh miya almashinuv jarayonlarini umumiy boshqariluvida yetakchi rol o'ynaydi. Organizmning barcha to'qimalarida joylashgan ko'p sonli sezuvchi nerv uchlari—interoretseptorlar metabolik jarayonlarning holati haqida markaziy asab tizimini doimiy ravishda “xabardor qilib turadi”, periferik asab tizimi esa markaziy asab tizimi va to'qima bilan qarama-qarshi yo'nalishdagi aloqani amalga oshirish orqali metabolizmning me'yoriy darajada bo'lishini ta'minlaydi.

Almashinuv jarayonlarini boshqariluvida gipotalamusning roli katta. Markaziy asab tizimining ushbu qismi qator gormonlar ishlab chiqaradigan endokrin bez – gipofiz bilan bevosita bog'langan.

### 12.1.2. Moddalar almashinuvining gumoral boshqarilishi

Barcha to'qimalar organizmning ichki muhitidagi faoliyati davomida u yoki bu metabolitlarni ajratib turadi. Bu moddalarning aksariyati boshqa to'qimalarga nisbatan maxsus xususiyatli ta'sir ko'rsatish xususiyatiga ega, shuning uchun turli organlar va to'qimalar o'rtasidagi o'zaro bog'lanishlar gumoral yo'l bilan amalga oshadi. Bu, asosan to'qimalardagi sintezlanish va parchalanish jarayonlarini stimullovchi-oqsillarning parchalanish mahsulotlari aminokislotalar uchun xarakterlidir. Ba'zi to'qimalar ma'lum darajadagi maxsus yo'nalishli ta'sirga ega bo'lgan moddalarni chiqaradi. Masalan, ovqatni iste'mol qilish jarayonining boshlanishi bilan ichak devorlari tomonidan qonga maxsus modda – sekretinning chiqarilishi yuz beradi.

**Sekretin** qon oqimi bilan oshqozonosti beziga o'tishi natijasida oshqozonosti bezi shirasining ajralishini stimullaydi. Ichki sekretsiya bezlari organizmning ayrim to'qimalarida metabolizmni gormonlar ishlab chiqarish va qonga chiqarish orqali boshqaradi. Bezlarning o'zi esa markaziy asab tizimining nazorati ostida bo'ladi. Ko'pincha bir bez tomonidan ishlab chiqarilgan gormon boshqa bezning ishiga ta'sir qiladi. Hayvon organizmidagi moddalar almashinuvining neyro-gumoral boshqariluvchi shu tarzda amalga oshiriladi.

**Steroid va oqsil tabiatli gormonlarning moddalar almashinuviga ta'sir etish mexanizmi.** Ma'lumki, 3,5-sGMF tabiiy uchraydigan moddalar almashinuvini jarayonlarini boshqarishda qator noyob funksiyalarni bajaruvchi va yuqori biologik faollikka ega bo'lgan ribonukleotiddir.

Oqsil tabiatiga ega bo'lgan aksariyat gormonlar biologik ta'sir mexanizmini tushintirishda E.Sazerlendning tadqiqotlari va siklik 3,5-sAMFning ochilishi hal qiluvchi rolga ega bo'ldi, u gormonal samarani nishon-hujayra ichi chegarasida amalga oshishida vositachi vazifasini bajaradi.

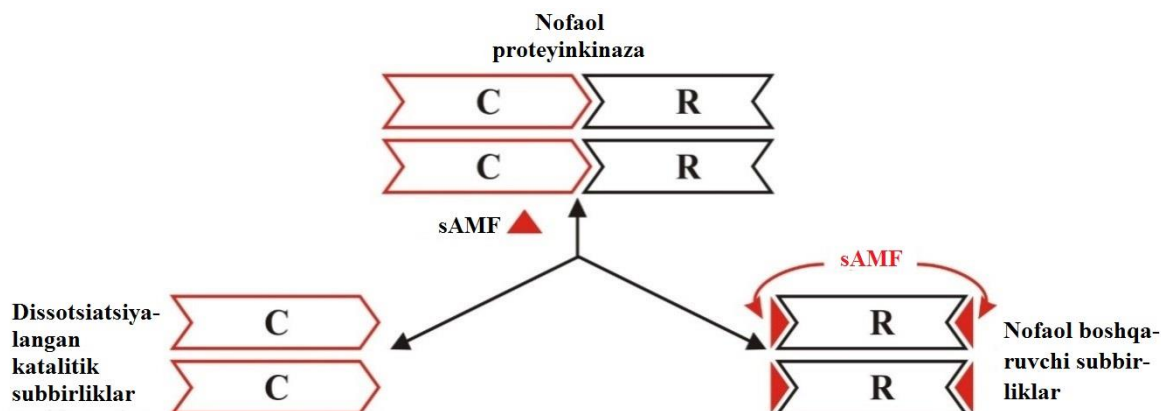
Birlamchi vositachi bu gormonning o'zi bo'lib, holbuki, ushbu farazga ko'ra, gormon hujayra ichiga kirmaydi va uning ta'siri membranadagi o'ziga xos retseptor bilan o'zaro ta'sirlanish bilan cheklanib, adenilat siklazing faollashuviga olib keladi, bu esa sAMF hosil bo'lishini katalizlaydi.

Ma'lum bo'lishicha, retseptor bilan bog'langan gormonning bitta molekulasini 500 ta sAMF molekulasini hosil bo'lishiga olib keladi va u o'z ta'sir samarasini hujayra ichida ikki shaklda hosil bo'ladigan ferment – proteinkinaza orqali amalga oshiradi.

sAMF bo'lmaganda, proteinkinaza ikkita katalitik ( $C_2$ ) va ikkita boshqaruvchi ( $R_2$ ) subbirliklardan tashkil topgan bo'lib, ularning molekulari o'zaro mos holda 49000 va 38000 Da ga teng va shu sababli u fermentativ faollikka ega bo'lmaydi.

sAMF ishtirokida proteinkinaza kompleksi qaytar ravishda bitta  $R_2$ -subbirlilik va ikkita erkin katalitik subbirlikka dissotsiatsiyalanadi; keyingi hosil bo'lgan subbirliliklar fermentativ faollikka ega, fosforillanadi va unga mos tarzda boshqa oqsil fermentlarining faolligini o'zgartiradi.

Buni quyidagi diagramma orqali izohlash mumkin:



Steroid gormonlarining umumiy ta'sir mexanizmi haqida mavjud ma'lumotlar ularning ta'sir samarasi o'ziga xos sitoplazmatik retseptor-oqsillar (sedimentatsiya koeffitsiyenti 4S va 8S bo'lgan) orqali amalga oshishi ko'rsatib berildi; steroid-oqsil komplekslari maxsus transport oqsillari yordamida hujayra yadrosiga translokatsiyalanib, xromatin bilan bog'lanadi (xromatin bilan bog'lanish markazida DNK dan tashqari, gistonsiz oqsillar bo'ladi). DNK genlarining ekspressiyasini o'zgartirib, bu yadro-steroid komplekslari maxsus m-RNK sinteziga ta'sir qiladi; yangi yoki qo'shimcha m-RNK molekulasining sintezi tegishli oqsilning sintezini induksiyalanishi bilan birgalikda yuz beradi.

Shunday qilib, gormonlarning ikki sinfi vakillarining ta'sir qilish mexanizmidagi asosiy farq shundaki, peptid gormonlari va aminokislota hosilalari, asosan, hujayralardagi sintetik jarayonlardan keyingi hodisalarga yo'naltirilgan, steroid gormonlar esa gen transkripsiyasini o'zgartirish orqali, genomga ta'sir qiladi.

## 12.2. Oqsillar, karbonsuvlar, nuklein kislotalar va yog'lar almashinuvining o'zaro bog'liqligi

Organizmdagi moddalar almashinuvi karbonsuvlar, oqsillar va lipidlar almashinuvining o'zaro bog'liqligi bilan tavsiflanadi. Organizmda ovqat tarkibidagi oqsillar, lipidlar va uglevodlar turli xildagi o'zgarishlarga duch kelishi natijasida o'ziga xos xususiyatlarini yo'qotadi va ko'pincha bir xil tuzilishga ega bo'lgan kimyoviy moddalarni hosil qiladi.

### 12.2.1. Organik birikmalar almashinuvi o'rtasidagi bog'liqlik haqida umumiy tushunchalar

Oldingi bo'limlarda moddalar: oqsillar, nuklein kislotalar, karbonsuvlar, lipidlar va boshqalarning almashinuvi bilan bog'liq masalalar alohida-alohida ko'rib chiqilgan edi. Biroq tirik organizmda bu almashinuv jarayonlari o'zaro bir-biri bilan bog'liq bo'lib, ularning o'zaro ta'sirlanishlarini inobatga olmasdan umuman hayotiy hodisalar

majmuasini tasavvur qilib bo'lmaydi. Bu xil alohida yuz beradigan almashinuvlarning o'zaro ta'siri natijasida metabolik jarayonlarning yagona tizimi vujudga keladi, bu sifat jihatdan yangi shaklga – hayot deb nomlangan mo'jizaviy hodisani yuzaga keltiradi. Organizmning yaxlitligi deganda, uning alohida qismlari uchun xos bo'lmagan, lekin ularning o'zaro ta'sirlanishi tufayli yuzaga chiqadigan yangi sifat va xossalari bilan tavsiflanadigan butunlik tushiniladi.

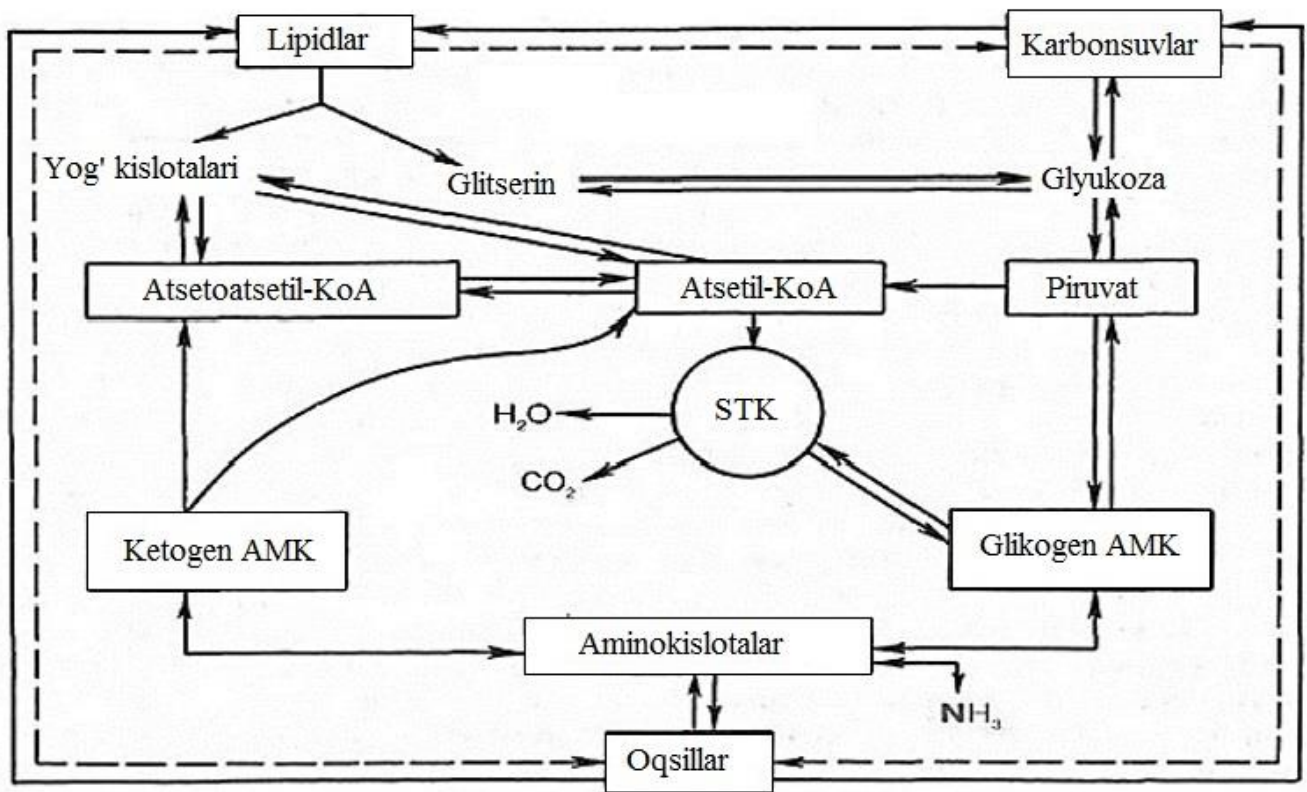
Organik birikmalarning alohida sinflari almashinuvining o'zaro bog'liqligi, ayniqsa, ularning o'zaro o'zgarishi jarayonida yaxshi namoyon bo'ladi. Tirik mavjudotlar tanasida yuz beradigan moddalar almashinuvi xaotik tarzda davom etmay, balki qat'iy integratsiyalangan va “noyob tarzda shakllanish” sodir bo'ladi. Organik moddalarning barcha transformatsiyalari, anabolizm va katabolizm jarayonlari bir-biri bilan chambarchas bog'liqdir. Xususan, sintez va parchalanish jarayonlari kimyoviy jarayonlarni zaruriy yo'nalishga yo'naltiradigan neyrohumoral mexanizmlar orqali o'zaro bog'liq holda muvofiqlashtiriladi va boshqariladi. Har qanday kimyoviy reaksiyaning jadalligi, yo'nalishi fermentlar tomonidan belgilanadi, ya'ni aytish mumkinki oqsillar, lipidlar, karbonsuvlar va nuklein kislotalarning almashinuvigacha bevosita ta'sir ko'rsatadi. O'z navbatida, har qanday oqsil-fermentni sintezi uchun DNK va ribonuklein kislotalarning uch turi: t-RNK, m-RNK va r-RNK larning ishtirokini talab qilinadi. Hozirgi vaqtda asosiy oziq-ovqat manbalari tarkibidagi karbonsuv, oqsil va yog' molekulalarining parchalanishi tufayli energiya hosil bo'lishini integratsiyalaydigan uchta asosiy bosqichi mavjudligi isbotlangan.

**Birinchi bosqichda** polisakkaridlar monosaxaridlarga, yog'lar glitserin va yog' kislotalariga, oqsillar aminokislotalargacha parchalanadi.

**Ikkinchi bosqichda** monomer molekulalar qo'shimcha ravishdagi parchalanishga uchraydi, bu davrda energiyaga boy fosfat birikmalari va atsetil-KoA hosil bo'ladi.

**Uchinchi bosqichda** atsetil-KoA ham, yuzlab oziq-ovqat moddalaridan hosil bo'ladigan oraliq organik metabolitlar ( $\alpha$ -ketoglutarat, suksinat va oksaloatsetat) ham, Krebs siklida oksidlanib, ATF shaklidagi makroenerjik birikmaga aylanadi. Keyingi ATF va makroenerjik birikmalar mitoxondriyadagi oksidlanuvchi fosforillanish jarayonida elektronlarni reduksiyalangan pirimidin va flavin nukleotidlaridan molekular kislorodga o'tkazishda hosil bo'ladi.

Quyida oqsillar, yog'lar va karbonsuvlarning o'zaro almashinuvini asosiy yo'llari diagrammasi keltirilgan:



Bu sinflarga mansub moddalarning metabolitlarini to'g'ridan-to'g'ri bir-biriga o'tishidan tashqari, oziq-ovqat tarkibida u yoki bu sinfga tegishli moddalarning yetishmasligi sharoitida organizmning energiyaga bo'lgan ehtiyoji boshqa sinf moddalarini oksidlanishi evaziga hosil bo'lgan energiyadan qoplanib ketadi. Oqsillar, fermentlar, gormonlarning asosiy tarkibiy komponentlari bo'lishi bilan birga ularning parchalanish mahsulotlaridan, ya'ni aminokislotalardan nukleotidlar, porfirinlar, biogen aminlar, ketogen aminokislotalar sintezlanadi, ulardan yog' kislotalari va sterollarning sintezida ishtirok etuvchi atsetosirka kislota (atsetoatsetil-KoA) hosil bo'ladi. Xuddi shu yo'sinda atsetosirka kislota atsetil-KoA orqali dastlab pirouzum kislotaga aylanish yo'li bilan glikogenning biosintezi uchun ham foydalanilishi mumkin.

### 12.2.2. Oqsillar va karbonsuvlar almashinuvi o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik jihatlari

Ko'p almashinuvlarning, shu jumladan, oqsil va karbonsuvlarning almashinuvini bog'lovchi zveno uch karbon kislotalar sikli (UKS) hisoblanadi. UKSda glikoliz va karbonsuvlarning oksidlanuvchi parchalanishida hosil bo'lgan mahsulotlar-pirouzum,  $\alpha$ -ketoglutar, otquloq sirka kislotalar aminlanish va qayta aminlanish natijasida oqsillar biosintezi ishlatiladigan ko'p aminokislotalarni hosil qiladi.

Fosfoyenolpiruvatning (glikoliz) eritrozofosfat bilan o'zaro ta'siri (karbonsuvlarning pentozfosfat yo'lida parchalanishi) fenilalanin, tirozin, triptofanlarning sintezlanishida dastlabki mahsulot hisoblangan **shikim kislotasini** sintezlanishiga olib keladi. Gistidin pentozfosfat siklining boshqa ishtirokchisi riboza-5-fosfatdan hosil bo'ladi. Oqsillarning

karbonsuvlarga aylanishi oqsillarni aminokislotalargacha gidrolizlanishidan boshlanadi, keyinchalik ular d-lezaminlanadi va hosil bo'lgan keto kislotalar (piruvat,  $\alpha$ -ketoglutarat, oksaloatsetat) UKSga kiradi va piruvat orqali glukoneogenez reaksiyalariga kirishib, karbonsuvlarni hosil qiladi.

Ammo karbonsuvlarni oqsillar bilan taqqoslaganda tirik organizm uchun hujayra tuzilmalarining asosini tashkil etishda ancha kerakliroq birikma hisoblanadi, shuning uchun ularning karbonsuvlarga aylanishi tabiatda kamroq hajmda bo'ladi. Karbonsuvlar qandli diabetga chalingan bemorlarda oqsil va aminokislotalardan faol ravishda hosil bo'ladi.

Aminokislotalarni karbonsuvlarga aylanishida buyrakusti bezining po'stloq qismi gormonlari—glukokortikoidlar muhim rol o'ynaydi. Almashinuv jarayonlarida oqsillar va karbonsuvlarning o'zaro ta'sirlanishini boshqa usullari ham mavjud. Ular, eng avvalo, moddalar almashinuvida xilma-xil va juda muhim hisoblanib, oqsillar—karbonsuv komplekslari—glikoproteinlarning hosil bo'lishida namoyon bo'ladi.

### **12.2.3. Karbonsuv va lipid almashinuvi o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik jihatlari**

Ma'lumki, karbonsuvlarni ortiqcha miqdorda iste'mol qilish organizmda yog'ning yig'ilishiga olib keladi. Organizmda ko'p miqdorda yog' yig'ishga qodir bo'lgan cho'chqalarni semirtirish uchun boqishda tarkibida kraxmalga boy bo'lgan mahsulotlar – kartoshka, makkajo'xorilardan foydalaniladi. Yong'oq pishganda, dastlab uning mevasida kraxmalli sut hosil bo'ladi, so'ngra uning tarkibida yog' miqdori yuqori bo'lgan zich yadro bilan almashtiriladi. Yog'larni karbonsuvlarga aylantirishning teskari jarayoni qish uyqusiga ketadigan hayvonlar (ayiq, kirpi)da aniq kuzatiladi. Qish paytida ularning yog' zaxiralari butunlay yo'qolib ketadi, ammo jigardagi glikogenning miqdori uzoq muddatda ancha yuqori darajada qoladi. O'simliklarda yog'larning faol ravishda karbonsuvlarga aylanishi yog'li urug'larning unib chiqishi paytida yuz beradi.

Atsetil-KoA karbonsuvlarni lipidlarga aylantirishning bog'lovchi zanjiri hisoblanadi. Atsetil-KoA karbonsuvlar glikolizining oxirgi mahsuloti pirouzum kislotadan hosil bo'ladi va u yuqori molekular yog' kislotalari, sterollar va poliizoprenlarni sintezi uchun dastlabki birikma hisoblanadi. Ko'pgina lipidlarni sintezi uchun zarur bo'lgan glitserin karbonsuvlar glikolizini oraliq mahsulotlari – glitseraldegid fosfat va degidroksiatsosfosfatlarning qaytarilishi natijasida hosil bo'ladi, keyinchalik ulardan  $H_3PO_4$  qoldig'i ajraladi. Bundan tashqari lipidlarning parchalanishini asosiy mahsulotlaridan biri bo'lgan glitserinning glitseraldegid fosfatga aylanishi va uning glukoneogenezga kirishi yo'li bilan u karbonsuvlarning biosintezida foydalaniladi. O'simliklar va mikroorganizmlarda karbonsuvlarning sintezi uchun lipidlar parchalanishini boshqa xil muhim mahsuloti – atsetil-KoA (glioksalat sikli orqali) ham osonlikcha ishlatiladi. Hayvon to'qimalarida atsetil-KoAning ishlatilish sur'ati ancha murakkabdir. Agar uglerodi “nishonlangan” sirka

kislotalari hayvonlarga berilsa, nishon jigar glikogeni tarkibiga kiradi. Aftidan, hayvonlarda karbonsuvlar biosinteziga atsetil-KoAning birikishi bilvosita tavsifga ega.

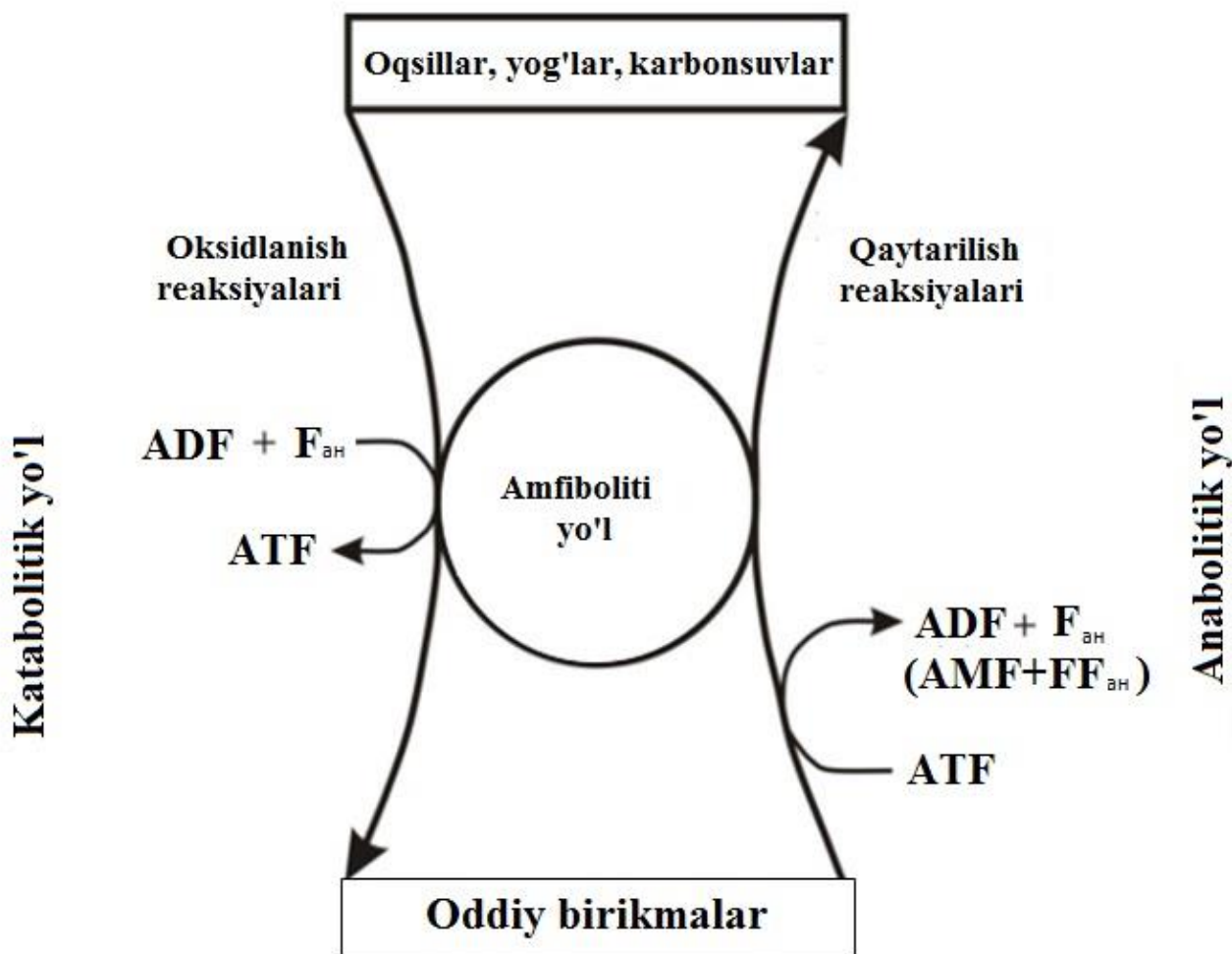
#### **12.2.4. Oqsil va lipid almashinuvining o‘zaro bog‘liqlik jihatlari**

Yuqorida keltirilgan “oqsillar = karbonsuvlar” va “karbonsuvlar = lipidlar”ga oid almashinuv bog‘liqlik jihatlari, ularni yagona “oqsillar = karbonsuvlar = lipidlar” zanjiri bo‘yicha karbonsuvlar oqsillar va lipidlar orasidagi bog‘lanishnn ta‘minlovchi bog‘lovchi halqa bo‘lib xizmat qiladi deb tushunishga asos hisoblanadi. Tabiatda aslida aynan shunday bo‘lishi mumkin, lekin oqsillar va lipidlar orasidagi o‘zaro bog‘lanishlarning ancha qisqa yo‘llari ham mavjud. Lipidlarning parchalanishini asosiy mahsulotlaridan biri bo‘lgan atsetil-KoA UKS da ketokislotalarni hosil qiladi, ular aminlanishi natijasida aminokislotalarga aylanadi. Lipidlar gidrolizining boshqa yana bir muhim mahsuloti – glitserin-qator almashinuv jarayonlari tufayli glitseraldegidfosfatga, u orqali esa siklik aminokislotalarni biosintezida ishtirok etuvchi shikim kislotaga aylanadi. Ma‘lum darajada lipidlarning sintezlanish jarayonlari parchalanayotgan oqsillar hisobiga ham yuz berishi mumkin.

Aminokislotalarning dezaminlanishidan hosil bo‘lgan mahsulotlar UKS va boshqa metabolitik jarayonlar orqali pirouzum kislotaga aylanadi, uning oksidlanuvchi dekarboksillanishidan yog‘ kislotalari va lipidlarning boshqa komponentlarini sintezlanishi uchun kerakli bo‘lgan dastlabki birikma – atsetil-KoA hosil bo‘ladi. Oqsil va lipid almashinuvining o‘zaro bog‘lanishi, bundan tashqari bevosita har xil lipoprotein komplekslarini hosil bo‘lishida ham namoyon bo‘ladi. Oqsillarning biosintezi va ularga tegishli funksiyalarning bajarilishi hujayralar membranalarining tuzilishi va xususiyatlariga chambarchas bog‘liqdir, chunki ularda lipidlar muhim rol o‘ynaydi. Bundan tashqari, boshqa birikmalarda bo‘lgani kabi lipidlar almashinuvida ham oqsillar muhim ahamiyatga ega bo‘ladi.

#### **12.2.5. Metabolizm jarayonlarning birligi va tashqi muhit.**

Katabolizm va anabolizm fermentlarining har xil lokalizatsiyasi tufayli hujayrada bu qarama-qarshi almashinuv jarayonlari bir vaqtning o‘zida sodir bo‘ladi. Ularni markaziy yoki boshqacha aytganda, amfibolik jarayonlar bir-biri bilan bog‘laydi (26-rasm).



26-rasm. Katabolitik va anabolitik jarayonlarning o‘zaro bog‘liqligi.

$F_{anor}$  – fosfat kislota,  $FF_{anor}$  – pirofosfat kislota

26-rasmdan ko‘rinib turganidek, oqsillar, yog‘lar, karbonsuvlarning o‘zaro almashinuvini asosiy yo‘llariga oid ma‘lumotlarning izohi keltirilgan. Alohida olingan moddalar almashinuvining o‘zaro bir-biri bilan bog‘liqligiga oid tahliliy mulohazalar, amfibolitik yo‘lda markaziy rolni UKS sikli o‘ynashini tasdiqlaydi. Katabolizm mahsulotlari, har xil sinfga mansub moddalarning parchalanishidan hosil bo‘lib, shu sikldagi almashinuvlarga duch kelishi natijasida ko‘p moddalarning biosintezini dastlabki mahsulotiga aylanadi.

Bunday holatda, ko‘pincha atsetil-KoA va pirouzum kislota muhim ahamiyatga ega bo‘ladi. Ikki uglerodli atsetil-KoA fragmentlari, go‘yoki universal qurilish elementlari hisoblanadi, hayvon organizmining ko‘plab moddalari shu xildagi “qismlarga ajraladi” va ulardan organizm yangidan boshqa birikmalarni sintezlashi mumkin. Asosiy biokimyoviy reaksiyalar, ularning sodir bo‘lish ketma-ketligi barcha tirik mavjudotlarda ajablanarli darajada o‘xshashdir. Aftidan, ular evolyutsiyaning dastlabki bosqichlarida paydo bo‘lgan

va turlarning shakllanishi boshlangandan keyin yanada mukammallik darajasiga ko'tarilgan. Metabolizm jarayonida to'rtta o'ziga xos funksiyalar sodir bo'ladi:

- atrof-muhitdan energiya ajratib olish;
- ekzogen moddalarni "qurilish bloklari"ga aylantirish;
- bu qurilish bloklaridan oqsillar, nuklein kislotalar, lipidlar, polisaxaridlar va boshqa hujayra komponentlarini yig'ish;

- hujayrada o'z vazifalarini bajarib bo'lib, "eskirgan" biomolekulalarni parchalash.

Almashinuv jarayonlarining birligi atrof-muhit sharoitining doimiy ta'sirida ekanligini alohida ta'kidlash lozim. Bu ta'sir, avvalo, organizm va tashqi muhit o'rtasida uzluksiz ravishda yuz beradigan moddalar almashinuvidir, bu esa hayot oqsil tanachalarining yashash shakli ekanligini ko'rsatadi. Barcha reaksiyalarni katalizlovchi va shu yo'l bilan metabolitik jarayonlarni boshqarilishini ta'minlovchi fermentlar tashqi muhitning ko'p omillari harorat, pH, har xil nurlar, tuz tarkibi va h.k.larga nisbatan sezgir bo'ladi. Natijada, tashqi sharoit orqali fermentlar butun metabolizm jarayoniga kuchli ta'sir ko'rsatadi. Yuqorida qayd qilingan atrof-muhit omillari tirik organizm tarkibidagi moddalarning fazoviy strukturasi va kimyoviy xossalari ham bevosita o'z ta'sirini ko'rsatishi mumkin.

### **Materialni mustahkamlash uchun savollar:**

1. Metabolizmni boshqarilishida markaziy asab tizimining roli haqida gapirib bering.
2. Metabolizmning gumoral boshqariluvini qanday yuz beradi?
3. Steroid va oqsil tabiatli gormonlarining metabolizmga ta'sir etish mexanizmi qanday?
4. Organik moddalar almashinuvidagi jihatlari haqida bayon qiling.
5. Oqsil va uglevod almashinuvini bog'lilik jihatlari qanday bo'ladi?
6. Uglevod va lipid almashinuvini o'rtasidagi bog'liqlik jihatlari qanday?
7. Oqsillar va lipidlar metabolizmi o'rtasida qanday bog'liqlik mavjud?
8. Metabolik jarayonlarning birligi haqida nima bilasiz?
9. Organizmdagi moddalar almashinuvini jarayoni tufayli qanday funksiyalar amalga oshiriladi?
10. Metabolik jarayonlarda qanday oraliq moddalar ishtirok etadi?

## **13. FUNKSIONAL BIOKIMYO**

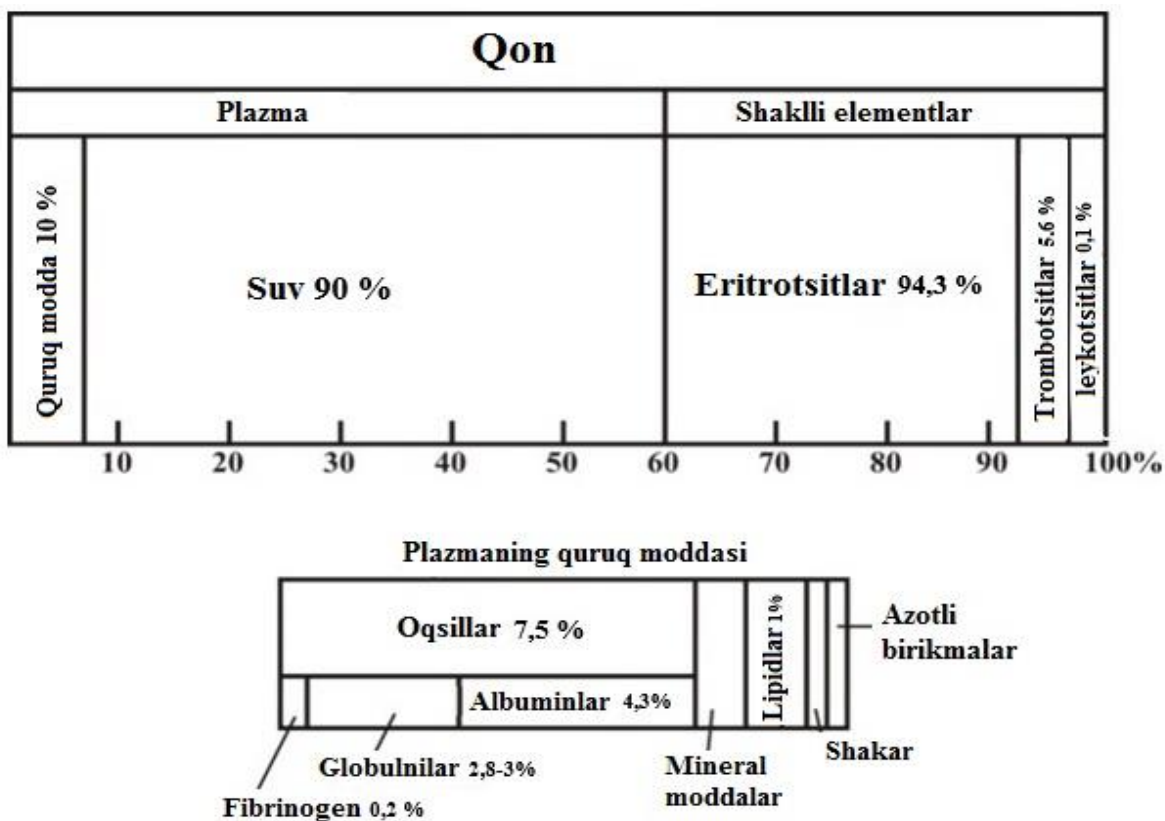
### **13.1. FunkSIONAL biokimyoning predmeti va vazifalari**

Funksional biokimyo – bu nisbatan yosh fan va biokimyoning eng murakkab shahobchasi hisoblanadi, u statik va dinamik biokimyo asosida hujayralar, to‘qimalar yoki organlarning strukturasi va fizik-kimyoviy xossalarini hisobga olgan holda, ularning funksiyalarini makromolekulalar strukturaviy tuzilishlariga va ularda sodir bo‘ladigan biokimyoviy jarayonlarga bevosita bog‘liqligiga oid tushunchalarni qamrab oladi.

Funksional biokimyo endigina rivojlanib bormoqda va biokimyoning ushbu bo‘limida ayrim hujayra, to‘qima va organlarning hayotiy faoliyatini tushunishga sintetik asosda yondashuvlar asosida ish ko‘riladi. Funksional biokimyo barcha to‘qimalarda sodir bo‘ladigan biokimyoviy jarayonlarni to‘liq qamrab oladi va ularni molekular darajada ko‘rib chiqadi. Shunday qilib, funksional biokimyoni o‘rganish predmeti qonda, jigarda, mushaklarda, buyrakda, biriktiruvchi va suyak to‘qimalarida, asab tizimida va boshqalarda sodir bo‘ladigan biokimyoviy jarayonlarning yig‘indisi hisoblanadi. Quyida funksional biokimyoning umumiy tushunchalariga tegishli ba’zi bir umumlashtiruvchi fikrlar bo‘yicha mulohaza yuritiladi.

### **13.2. Qon va uning tarkibiy qismlari**

Odamning qoni tana vaznining taxminan 1/13 qismini tashkil etadi, bu taxminan 5,0-5,5 litrni tashkil qiladi, uning solishtirma og‘irligi 1,05-1,06 ga teng bo‘ladi. Qon – organizmdagi kimyoviy moddalarni, shu jumladan, kislorod va karbonat angidridni tashiydigan suyuq to‘qima, shu tufayli u turli hujayralar va hujayraaro bo‘shliqlarda sodir bo‘ladigan biokimyoviy jarayonlarni yagona tizimga integratsiyalaydi. Bundan tashqari, qon himoya, boshqaruv, termoregulatsiya va boshqa funksiyalarni ham bajaradi. Quyida qonning tarkibiga oid ba’zi ma’lumotlar keltirilgan (27-rasm).



27-rasm. Qon tarkibining sxematik tasviri.

27-rasmdan ko‘rinib turibdiki, qon plazmadan va unda muallaq holda joylashgan shaklli elementlardan tashkil topgan. Shaklli elementlarga eritrotsitlar, leykotsitlar va trombotsitlar kiradi. Qon umumiy hajmining 55%ini plazma tashkil qiladi.

Eritrotsitlar shaklli elementlarning asosiy qismini tashkil qiladi va ularning ulushi umumiy qon hajmining 44 % ini tashkil qiladi. Boshqa hujayralar hisobiga esa atigi 1% to‘g‘ri keladi. Qonning 90 % i suvga to‘g‘ri keladi, qolgani (10 %) quruq qismidir. Uning quruq qismining 94,3 % i eritrotsitlar, 5,6 % i trombotsitlar, leykotsitlar esa 0,1 % ni tashkil qiladi. Patologik sharoitda bu nisbatlar o‘zgarishlarga duch keladi. Odatdagi tana haroratida qon plazmasining osmotik bosimi 7,6 atm.ga teng bo‘ladi. Bu bosim ko‘rsatkichining asosiy qismi natriy xlor va boshqa past molekulali birikmalar ulushi hisoblansa, uning 0,03-0,04 atm.ga teng ulushi onkotik bosim deb nomlanib oqsillar hisobiga to‘g‘ri keladi. Sog‘lom odamda qonning kimyoviy tarkibi doimiy bo‘ladi.

Bu organizmda jigar, buyrak, o‘pka va yurak-qon tomir tizimi kabi hayotiy organlar va to‘qimalarning faoliyatini aniq ravishda o‘zaro bog‘liqlikligini ta‘minlaydigan kuchli boshqaruv mexanizmlari (markaziy asab tizimi, gormonal tizimlar va boshqalar) mavjudligi bilan bog‘liq. Qon tarkibida favqulotda yuz beradigan hamma o‘zgarishlar sog‘lom organizmda tezda qaytadan tiklanadi.

### 13.2.1. Qon – organizmning ichki muhiti

Qon organizmning ichki muhiti bo'lib, to'qimalar va tashqi muhit o'rtasidagi aloqani ta'minlaydi. Organizmning normal hayotiy faoliyati uchun zaruriy sharoitlar – bu qon reaksiyasi, uning tarkibi va fizikaviy-kimyoviy xususiyatlarining doimiyligi hisoblanadi. Asosan, jigar hujayralarida va retikuloendotelial tizimda sintezlanadigan qon plazmasining rolini alohida qayd etish lozim.

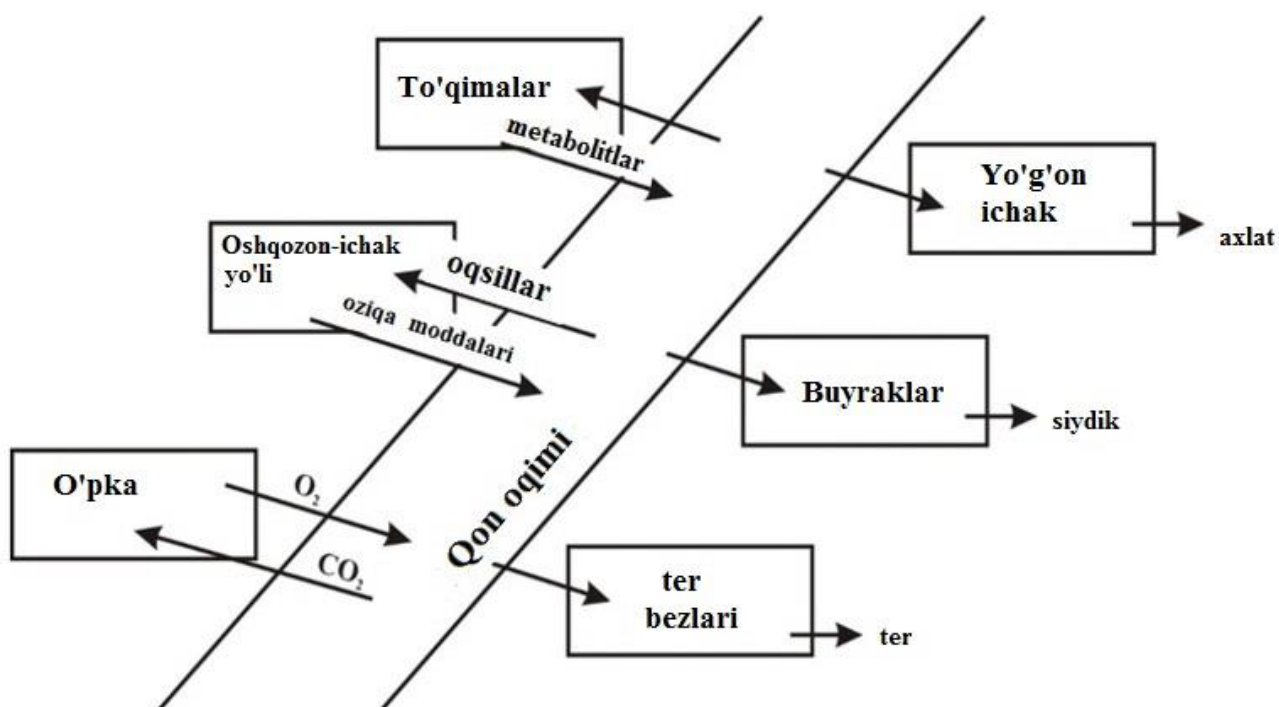
Qon plazmasi oqsillarining fiziologik roli ko'p qirralidir:

- qonning kolloid-osmotik (onkotik) bosimini bir xil ushlab turadi va shu orqali qon almashinuvini doimiyligini ta'minlaydi;
- qon ivishida faol qatnashadi;
- qonning yopishqoqligini belgilaydi;
- qonning pH ko'rsatkichini doimiy saqlashda qatnashadi;
- har xil bioaktiv va dorivor moddalarni tashilishida ishtirok etadi;
- dializlanmagan komplekslarni hosil qilish yo'li bilan qondagi kationlar darajasining doimiyligini ta'minlaydi;
- immunitet jarayonlarida muhim rol o'ynaydi;
- aminokislotalarning zaxirasi sifatida xizmat qiladi.

Qonning organizm uchun ahamiyati nihoyatda katta. Eng avvalo, u oziqlanish jarayonlaridagi funksiyalarni bajaradi. Qon organizmning barcha a'zolari va to'qimalarini zarur oziq-ovqat mahsulotlari bilan ta'minlaydi. Qon ichaklardan so'rilgan moddalarni organizmning har bir hujayrasigacha yetkazilishida ishtirok etadi.

Bundan tashqari, qon organizmda quyidagi funksiyalarni bajaradi:

- **ekskretator funksiya** – moddalar almashinuvining so'nggi mahsulotlarini organizmdan chiqarilishida ishtirok etadi;
- **nafas olish funksiyasi** – turli gazlarning ko'chirilishidan iborat. Qon hujayralarni kislorod bilan ta'minlaydi va ularda hosil bo'lgan karbonat angidridni chiqaradi. Bu jarayonda, asosan, gemoglobin muhim ahamiyatga ega;
- **boshqaruv funksiyasi** – osmotik bosimni, muhitning pH ko'rsatkichini, kislota-ishqor muvozanatini, suv almashinuvini, issiqlik almashinuvini va h.k.larning doimiyligini ta'minlashdan iborat;
- **himoya funksiyasi** – qonda leykotsitlar, immun oqsillar va antitanachalar mavjudligi sababli organizm o'zini ko'p kasalliklardan himoya qiladi. Bundan tashqari, qonning ivish qobiliyati qon tomirlari shikastlanganda organizmni qon yo'qtishdan himoya qiluvchi eng muhim mexanizmlardan biridir. Qon organizmning qon aylanish tizimi bo'ylab yuqori tezlikda aylanib, organ va to'qimalarni yuvib turadi. Qonga doimiy ravishda oshqozon-ichak yo'li, o'pka, jigar, boshqa hamma to'qima va organlardan moddalar kirib turadi va shu bilan bir vaqtda qon o'zida erigan moddalarning doimiy ravishda to'qimalarga kirib turishini, ularni buyrak, o'pka, teri kapellarlari orqali chiqarib turilishini ta'minlaydi (28-rasm).



28-rasm. Moddalarning qon orqali aylanish sxemasi

Moddalarning qon orqali tez oqishiga qaramay, organizmning qondagi nozik neyrohumoral boshqariluvchi tufayli uning tarkibi ajoyib tarzda doimiy bo'ladi. Qonning asosiy fizik-kimyoviy va biologik ko'rsatkichlari faqat juda tor chegaralarda o'zgarib turadi. Qon plazmasi solishtirma og'irligi 1,027 bo'lgan, somonsimon-sariq suyuqlik hisoblanadi va uning kimyoviy tarkibi 18-jadvalda keltirilgan.

18-jadval. Qon plazmasining kimyoviy tarkibi.

Moddalar	Miqdori mg % hisobida	Moddalar	Miqdori mg % hisobida
Oqsillar	6000-8600	Qoldiq azot (um/miqd.)	23,0-27,0
Glyukoza (shakar)	80,0-120,0	Siydikchil azoti	19,3
Lipidlar (um/miqd)	622,0	Natriy	325,0
Yog' kislotalari	204-341	Bikarbonatlar	226,8
Fosfolipidlar	221,0	Kaliy	16,0
Xolesterin	197,0	Kalsiy	9,8
Atseton tanachalari	0,1	Fosfor (umumiy)	11,4
		Xloridlar	369,0

18-jadvaldan ko'rinib turibdiki, plazmaning eng muhim organik moddalar qismi oqsillar hisoblanadi, ularning tarkibiga fibrinogen ham kiradi. Fibrinogendan holis qilingan plazma **qon zardobi** deyiladi. Qon plazmasi ko'pincha organizmning turli xil to'qimalari orasida vositachilik funksiyasini bajaradi. Qon plazmasi tarkibida organ va to'qimalarda moddalar almashinuvini so'nggi mahsulotlari bo'lib, ular buyraklar orqali

tashqi muhitga chiqariladi. Plazmada gormonlar, fermentlar va almashinuv jarayonlarining oraliq mahsulotlari oz miqdorda aylanib yuradi. Plazma va jigar o'rtasida juda yaqin bog'lanish bor, ayniqsa, bu bog'lanish oqsillar, shuningdek, fosfolipidlar va xolesterinlarga tegishli bo'lib, ularning asosiy qismi jigarda sintezlanadi.

### 13.2.2. Qonning osmotik, onkotik bosimi va pH ko'rsatkichi

**Osmotik bosim.** Har qanday suyuqlikning, shu jumladan, qon va limfaning bosimi unda erigan moddalarning molar konsentratsiyasi bilan belgilanadi va ular osmotik faol deb nomlanadi. Bu moddalar jumlasiga elektrolit bo'lmagan moddalar (oqsillar, mochevina, kreatin, shakar va boshqalar) hamda turli xil elektolitlar, tuzlar va kislotalar (osh tuzi, xlorid kislota, natriy gidrokarbonat, natriy gidrodigidrofosfat va boshqalar) kiradi. Elektrolit bo'lmagan moddalarga nisbatan elektrolitlar osmotik bosimga kuchliroq ta'sir ko'rsatadi.

Bu elektrolitlarning suvdagi eritmaları ionlarga ajralishi va ularning osmotik faol ekanligiga bog'liq. Shunday qilib, biologik suyuqliklarda tuzlarning, avvalo, natriy xloridning suvda ionlarga dissotsiatsiyalanishi tufayli osmotik bosim ko'rsatkichini doimiyliigi ta'minlanadi. Odam qonining bosimi 37° C da me'yoriy chegarada bo'lganda, 7,8-8,1 atm. chegarasida bo'ladi. Kation va anionlar bir-biriga teng bo'lgan osmotik bosimni hosil qiladi. Osmotik bosimning qondagi doimiyliigini ta'minlashda organizmning buyraklari va boshqa boshqaruv mexanizmlari ishtirok etadi.

Izolyatsiyalangan organlar bilan o'tkazilgan tajribalardan ma'lum bo'ldiki, hayotiy faoliyatning ta'minlanishiga oid tajribalarni olib borishda ularning tarkibidagi ma'lum tuzlarning konsentratsiyasini qondagi konsentratsiyaga yaqin eritmalaridan foydalanish asosida o'tkazish mumkin ekan. Shuning uchun tibbiy amaliyotda ko'p qon yo'qotganda, og'ir kuyish holatlarida bemorga osmotik bosimi qonning osmotik bosimiga yaqin bo'lgan eritmalar kiritiladi. Ringer-Lokk eritmasi bu talabga boshqa barcha eritmalariga nisbatan yaxshiroq javob beradi, uning 1 litrida gramm hisobida: glyukoza - 1,0, natriy xlorid - 9,0, kaliy xlorid - 0,2, kalsiy xlorid - 0,2, natriy gidrokarbonat - 0,1 bo'ladi. Bu eritmaning osmotik bosimi qonning osmotik bosimi bilan bir xil va shuning uchun **izotonik** (yunoncha, "izos" – "teng" so'zidan olingan) yoki **fiziologik eritma** deb yuritiladi. Klinikada ko'pincha fiziologik eritma sifatida 100 ml suvda 0,9 g natriy xlorid (0,9 % eritma) bo'lgan eritmadan foydalaniladi. Eritmaning osmotik bosimidan ziyod yoki kam osmotik bosimli eritmalar o'zaro mos holda **gipertonik** yoki **gipotonik eritmalar** deyiladi.

**Onkotik bosim.** Oqsillar mavjudligi tufayli yuzaga chiqadigan kolloid-osmotik bosim **onkotik bosim** deyiladi. Yuqorida ta'kidlab o'tilganidek, u, odatda, kichik (0,03-0,04 atm.) ko'rsatkichga ega bo'ladi. Lekin uning biologik suyuqliklardagi ahamiyati juda katta. Masalan, och qolish, ovqat hazm qilish trakti, buyraklar kasalliklarida qon tarkibidagi oqsillar miqdorini kamayishi bilan (gipoproteinemiya) tufayli qon va to'qima

suyuqliklaridagi onkotik bosim o'rtasida farq paydo bo'ladi. Natijada, suv qondan yuqori bosimli tomonga, ya'ni to'qimaga, ko'pincha teri osti to'qimasiga intiladi va shu yerning o'zida yig'iladi ham. Bunda shish paydo bo'lib, u **ochlik** yoki **buyrak shishi** deb yuritiladi.

**Muhitning pH ko'rsatkichi.** Vodorod ionlari konsentratsiyasiga asoslangan holda aytish mumkinki, muhit reaksiyalari neytral, kislotali va ishqoriy bo'lishi mumkin. Bu 1 litr hajmdagi suvda dissotsialangan ionlar soni  $1,10^{-14}$  gramm bilan belgilanadi. Suv molekulasi bitta ( $H^+$ ) va bitta ( $OH^-$ ) ioniga dissotsiatsiyalanganligi sababli ( $H^+$ ) va ( $OH^-$ ) larning konsentratsiyalari  $1.10^{-7}$  ni tashkil qiladi. Masalan, vodorod ionlarining konsentratsiyasi  $1.10^{-3}$  gacha kamaysa, gidroksil ionlarining konsentratsiyasi  $1.10^{-11}$  gacha ko'tariladi va muhitning reaksiyasi ishqoriy bo'lib qoladi. Agar vodorod ionlari konsentratsiyasi gidroksil ionlari konsentratsiyasidan yuqori bo'lsa, muhitning reaksiyasi kislotali bo'ladi.

Qonga doimiy ravishda har xil kislotali yoki ishqoriy moddalar kirib turishi sababli, ular parchalanish mahsuloti yoki moddalar almashinuvining so'nggi metabolitlari bo'lib, muhit reaksiyasini doimiy tarzda saqlab turish juda muhimdir. pH ko'rsatkichining birozgina siljishi organizmni og'ir holatga olib keladi. Qon pH ko'rsatkichining kislotali tomonga siljishi **atsidoz**, ishqoriy tomonga siljishi esa **alkaloz** deyiladi. Organizmda turli xil boshqaruv mexanizmlari mavjud bo'lib, ularning birgalikdagi ta'siri tufayli muhitning pH ko'rsatkichini me'yoriy chegaradagi doimiylik ta'minlanadi. Ular jumlasiga markaziy asab tizimi tomonidan boshqariladigan buyraklar, o'pka, teri va bufer tizimlari kiradi. Bunda o'pka organizmdan oshiqcha miqdordagi karbonat angidridni chiqaradi, jigar moddalar almashinuvida hosil bo'lgan toksik moddalarni zararsizlantiradi, ular esa o'z navbatida oshiqcha nordon va ishqoriy moddalar bilan birgalikda buyraklar tomonidan ajratilib tashqariga chiqariladi. Qonning osmotik bosimi plazning NaCl, fosfat va karbonat tuzlari kabi elektrolitlar yordamida hosil bo'ladigan bufer tizim yordamida doimiy chegaradagi ko'rsatkichda saqlab turiladi. Elektrolit va suvning to'qimalarga kirib va chiqib turishi osmotik bosimni doimiylikini ta'minlashning asosiy mexanizmlaridan biri hisoblanadi. Buyraklar doimiy ravishda oshiqcha elektrolitlarni ajratib chiqarish orqali **izotoniyaning** doimiylikini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega.

Qon vodorod ionlari doimiy konsentratsiyasining (pH) doimiylikini ta'minlaydi, u kuchsiz ishqoriy reaksiyaga ega (7.36-7.40) va qonning bufer tizimlari (oqsillar, karbonat va fosfat tuzlari) tomonidan boshqariladi. Qon plazmasi tarkibining doimiylik shartli ravishda eritrotsitlarning cho'kish tezligi (EChT) ni sarhisob qilish yo'li bilan aniqlanadi, buning uchun yangi olingan qonga antikoagulyantlarni qo'shish asosida cho'kish tezligini kuzatish lozim bo'ladi.

## Turli xil organizmlarning EChT ko'rsatkichi

(cho'kish tezligi mm/soat hisobida)

Odam		Hayvonlar	
Erkaklar	3-9	Otlar	64
Ayollar	7-12	Qoramollar	0.5
Homilador ayollar	45	Qo'ylar	0.8.
		Cho'chqalar	30
		Quyvonlar	1.5

EChT plazma tarkibidagi globulinlarning konsentratsiyasi, xolesterin miqdori, qonning reaksiya faolligiga va boshqalarga bog'liq bo'ladi. EChT qator kasalliklarda sezilarli darajada o'zgaradi, shuning uchun uni aniqlash tibbiy amaliyotda muhim ahamiyatga ega. Sog'lom organizmda qonning kimyoviy tarkibi ham juda tor doiradagi o'zgarishlarga duch kelishi mumkin.

Aksincha, yuqumli va moddalar almashinuvini izdan chiqishi bilan bog'liq kasalliklar, jarohatlanishlar va boshqa patologik holatlarda qonning tarkibi va xossalari sezilarli o'zgarishlar kuzatiladi. Tibbiyotda va veterinariyada qon tahlilidan fiziologik holatni baholash uchun keng foydalaniladi.

### 13.2.3. Qonning himoya funksiyalari va uning ivishi

Qonning himoya funksiyalari, birinchi navbatda, fagositar funksiyalari tufayli leykotsitlar tomonidan amalga oshiriladi. Leykotsitlar proteolitik va lipolitik fermentlarga boy bo'lib, natijada amyobaga o'xshash bu hujayralar tomonidan bakteriyalarning qurshab olinishi, bakteriyalar tanasining jadal parchalanishi va hazm bo'lib ketishi orqali kechadi.

Himoya mexanizmidagi qon plazmasining globulinlari muhim rol o'ynaydi. Ular  $\alpha$ -,  $\beta$ - va  $\gamma$ -globulinlarga bo'linadi, ularning ba'zilari fermentlar, turli xil funksiyalarni bajaradigan lipoproteinlar va  $\beta$ -globulinlar bevosita immunitet reaksiyalarida ishtirok etadi – bu organizmni mikroblar va toksinlardan himoya qiladi. Organizmga mikroblar tanachalari, toksinlar yoki begona oqsillar kirganda, limfa tugunlari, jigar va boshqa to'qimalarning retikuloendotelial tizimida konfiguratsiyasi biroz o'zgargan  $\gamma$ -globulinlar sintezlana boshlaydi. Bunday  $\gamma$ -globulinlar ularning paydo bo'lishiga sabab bo'lgan vositalar bilan maxsus bog'lanish qobiliyatiga ega bo'ladi.

Maxsus o'zgarishlarga duch kelgan  $\gamma$ -globulinlar **antitanachalar**, ularning paydo bo'lishiga sababchi bo'lgan moddalar **antigenlar** deyiladi. Bakteriya tarkibida turli xil antigenlar bo'lishi mumkin. Ko'p bakteriyalar oqsil-polisaxarid kompleksli kapsula (tif, dizenteriya bakteriyalari) bilan qoplangan. Ushbu oqsil-polisaxarid kompleksi antigen bo'lib, hayvonni immunizatsiyalaganda, uni qon zardobida maxsus tuzilishga ega bo'lgan antitanachalar hosil bo'ladi. Agar tif vaktsinasi bilan emlangan hayvonning qon plazmasiga tirik tif bakteriyasi qo'shilsa (vaktsina o'ldirilgan tif bakteriyalarining yoki bu

bakteriyalarning oqsil-polisaxarid majmuasi eritmalaridan iborat), natijada paydo bo'lgan antitanacha shu tif bakteriyalarining sirt qatlamiga birikadi, bu esa ularning bir-biri bilan yopishishiga, aglutinatsiyaga va o'limiga olib keladi. Bundan tibbiyot va veterinariya amaliyotida keng foydalaniladi. Qonning ivishi me'yoriy chegarada bo'lishi uchun organizmga ovqat bilan kirib kelgan K vitaminining miqdori yetarli bo'lishi lozim.

Jigarda K vitamini ishtirokida asosiy qon ivish fermenti – **protrombin** sintezlanadi. Bu oqsil jigardan qon oqimiga o'tadi. Jarohatlanganda shikastlangan to'qimalardan va trombositlardan qonga tromboplastin ajralib chiqadi, u plazmaning o'ziga xos maxsus oqsillari (antigemofil omillar) va  $Ca^{2+}$  ionlari ta'sirida trombokinaza fermentiga aylanadi. Trombokinaza **protrombinga** ta'sir etib, uni faol ferment – **trombinga** aylantiradi. Faol trombin maxsus ravishda qon plazmasidagi protein fibrinogenga ta'sir qiladi. Trombin ta'sirida fibrinogendan proteolitik reaksiya natijasida kichik peptid zanjirlar uziladi va qolgan qismi **fibringa** aylanadi. Fibrin tezda polimerlanib, erimaydigan polimer **fibrin iplarini** hosil qiladi.

Fibrin uzun iplar shaklida cho'kadi, natijada hamma qon quyushadi – iviydi. Agar ivigan qon biroz turib qolsa, hosil bo'lgan fibrin iplari qisqaradi va tarkibida barcha shaklli elementlar bo'lgan tig'iz quyqum (tromb) hosil qiladi. Qolgan tiniq sarg'ish suyuqlik qon zardobidan iborat bo'ladi. Shunday qilib, qon zardobi fibrinogen ajratilgandan keyin qolgan **qon plazmasidir**.

Qon quyish maqsadida uzoq muddatda saqlash uchun uni ivishining oldini olish kerak. Bunga turli yo'llar bilan erishish mumkin. Qonga tabiiy antikoagulyantlarni, masalan geparinni kiritish mumkin. Geparin polisaxaridning sulfat kislota bilan hosil qilgan murakkab efiridir. Geparin trombin bilan osonlikcha birikib, nefaol kompleksga aylanadi. Tibbiy amaliyotda foydalaniladigan zulumlar ajratadigan girudin geparinga o'xshash ta'sirga ega. Shuningdek, turli polisaxaridlarning sulfat efirlari tabiatli bir nechta xil sintetik qon antikoagulyantlari olingan.

Antikoagulyantning miqdori ko'p bo'lganda, ularning ko'pchiligi trombin bilan birikadi va fibrinogenni fibringa aylanishiga yo'l qo'ymaydi. Yana bir usul kalsiy ionlarini qondan tozalash hisoblanadi. Qonga natriy oksalat (oksalatli qon) yoki natriy sitrat (sitratli qon) qo'shilsa, unda mavjud bo'lgan barcha kalsiy ionlarini bog'lash mumkin va shu bilan protrombinning trombinga aylanish reaksiyasi ingibirlanadi. Odatda, tirik organizmda qon ivimaydi. Ammo ba'zi kasalliklar, masalan, aterosklerozda tomirlarda qon quyqalari paydo bo'lishi mumkin (tromboflebit). Bunday hollarda antikoagulyantlar qon quyqalarini oldini olish uchun ishlatiladi.

#### 13.2.4. Ba'zi patologik holatlarda qon tarkibidagi o'zgarishlar

Tibbiy amaliyotda qonning biokimyoviy parametrlarini aniqlash organizmning fiziologik holatini aniqlashda, shuningdek, ko'p kasalliklarni davolash samaradorligini aniqlashda keng qo'llaniladi. Yuqorida ta'kidlanganidek, qonning bufer tizimlari muhit reaksiyasining doimiyligini ta'minlashda katta ahamiyatga ega. Tibbiy amaliyotda "ishqoriy zaxira" tushunchasi muhim ahamiyatga ega bo'lib, u moddalar almashinuvi jarayonida ortiqcha paydo bo'ladigan kislotalarning neytrallashtirishni ta'minlaydigan barcha omillarni anglatadi. Shu nuqtayi nazardan qon ishqoriy zaxirasining kamayishi atsidoz holati deb yuritiladi.

**Kompensatsiyalangan atsidoz** qonning ishqoriy zaxirasining pasayishi sifatida aniqlanadi, bunda qonning pH ko'rsatkichi o'zgarmaydi. Kompensatsiyalanmagan atsidoz qon reaksiyasining kislotali tomonga o'zgarishi bilan tavsiflanadi.

**Alkaloz** – qonning ishqoriy zaxiralari sezilarli darajada oshadigan holat, bu **"tog' kasalligi"** va boshqa holatlarda kuzatiladi.

Tibbiy amaliyotda qon plazmasi oqsillari miqdori va tarkibini aniqlash muhim ahamiyatga ega. Bu maqsadda **A/G (albuminlar/globulinlar) indeksidan** keng foydalaniladi, odatda, u **1,5-2,3** ga teng. Buyraklar va jigar kasalliklarida A/Gning oshishi kuzatiladi. Qon zardobi oqsillarini elektroforetik uslubda o'rganish asosida ularning miqdoriy nisbatini baholash kasalliklarni aniqlashda muhim ahamiyatga egaligi ma'lum bo'ldi. Masalan, jigar sirrozida albuminning ulushi pasayadi va **γ-globulinning** konsentratsiyasi oshadi, nefroz kasalligi, **albumin va γ-globulinning kamayishi** va **α- va β-globulinlarning ko'payishi** bilan tavsiflanadi; kuyganda, och qolganda albuminning miqdori kamayadi; miokard infarkti, suyak sinishi α-globulinlar ulushining oshishiga olib keladi.

Plazma oqsillari jumlasiga fermentlar ham kiradi. Ularning ba'zilari har doim qon plazmasida mavjud bo'ladi, boshqalari esa qonda faqat hujayra tuzilmalari faoliyatining izdan chiqishi bilan bog'liq patologik jarayonlar tufayli paydo bo'ladi. Shuning uchun kasalliklarni o'rganishda fermentlarning faolligini aniqlash muhim diagnostik ahamiyatga ega. Organning tabiatiga va kasallikning xususiyatiga mos tarzda, qonda ularga xos bo'lgan maxsus tavsifli fermentlar paydo bo'ladi. Ko'pincha fermentlar faolligi mavjudligining ko'rsatkichlari patologiyaning klinik ko'rinishini namoyon bo'lishidan ancha oldinroq aniqlash imkonini beradi. Masalan, qondagi **fosfomonoesteraza (ishqoriy fosfataza)** miqdorining oshib ketishi raxit kasalligi belgilari namoyon bo'lishidan oldinroq raxit rivojlanib kelayotganidan dalolat beradi. Miokard infarktining dastlabki soatlarida qonda **laktat dehidrogenaza** va **aminotransferazalar** faolliklarining oshishi orqali qayd etiladi.

Qonda azot almashinuvining so'nggi mahsulotlarini ba'zilari oz miqdorda bo'ladi, ular jumlasiga polipeptidlar, aminokislotalar, siydikchil, siydik kislotasi, kreatin, kreatinin,

bilirubin va boshqalar kiradi. Bu moddalarning qondagi sifatini va miqdoriy ko'rsatkichlarini aniqlash ham diagnostik ahamiyatga ega.

**Polipeptidlar** oqsillarni hazmlanishi jarayonida ichaklardan va to'qimalardan oqsil almashinuvining oraliq mahsuloti sifatida qon oqimiga o'tadi. Qon tarkibidagi **polipeptidlarning** ulushi **0,1-3 mg %** ni tashkil qiladi.

Aminokislotalar doimo qon tarkibida aylanib yuradi, ular, ovqat tarkibidan o'tadi yoki tanada sintezlanadi. Ularning miqdori oqsillarning hazm bo'lishi va so'rilishi tufayli ortadi. Ularning qondagi miqdori to'qima hujayralari, to'qima oqsillari va boshqa azotli moddalarni hosil qilish uchun kerakli bo'lgan aminokislotalarni qondan olishi natijasida, ularning qondagi ulushi juda tez pasayib boradi. Aminokislotalarning deyarli uchdan bir qismi **glutamin kislota** va **glutamin** hisobiga to'g'ri keladi, ular ammiakni bog'lovchi asosiy moddalar jumlasiga kiradi.

Plazma va qon hujayralari o'rtasida **aminokislotalarning** taqsimlanishi xilma-xil. Masalan, plazmada 4,8-6,8 mg % aminokislota azoti bo'lsa, eritrotsitlarda 8,8-10,4 mg % bo'ladi. Bu ikkita ko'rsatkichning o'zaro nisbati doimiy bo'lib, u 1,52-1,82 atrofidagi chegarada ifodalanadi, ya'ni:

#### **Eritrotsitlardagi aminokislota azoti**

$$\text{-----} = 1,52-1,82;$$

#### **Plazmadagi aminokislota azoti**

Og'ir kasallik holatlarida bu ko'rsatkich o'zgarishlarga duch kelishi mumkin.

**Qondagi siydikchilning** miqdori sog'lom organizmda 20-30 mg % ni tashkil qiladi. Ovqat tarkibida ortiqcha miqdorda oqsil bo'lganda, ko'p terlaganda qonda siydikchilning miqdori oshadi. Qondagi siydikchilning me'yorga nisbatan doimiy ravishda oshib borishi buyrak kasalliklari, xavfli o'smalar, anemiya va boshqa kasalliklarda kuzatiladi.

**Siydik kislotasining** qondagi me'yoriy miqdori 3-4 mg % ni tashkil qiladi va podagra bilan kasallanganda, uning miqdori 6-8 mg % gacha oshib ketishi mumkin.

**Qon kreatini**, asosan, eritrotsitlarda uchraydi. U kreatinin bilan birgalikda aniqlanadi (1,0-1,5 mg % kreatin va 1,0-1,2 mg% kreatinin). Giperkreatinemiya jigar kasalliklari, mushak to'qimasining kuchli ravishda parchalanishi jarayonlari kuchayganda kuzatiladi.

**Bilirubin (0,25-1,5 mg %)** gemoglobinning parchalanish mahsuloti bo'lib, uning miqdoriy ko'rsatkichi jigar kasalliklarida oshib ketadi.

Oqsil almashinuvining me'yoriy va patologik holatlarini qator ko'rsatkichlarini tadqiq qilish orqali aniqlash mumkin. Ular jumlasiga, qon va siydik tarkibida aniqlanadigan qon plazmasi oqsillari va oqsilsiz azotli moddalar kiradi. Tibbiy amaliyotda umumiy va qoldiq azot miqdorlarini aniqlash usullaridan keng foydalaniladi. Umumiy azot deganda qondagi barcha azotli moddalarning umumiy miqdori tushuniladi. Qoldiq yoki oqsilsiz azot deganda, oqsillarni cho'ktirib ajratib olingandan keyingi azot miqdoriga

aytiladi. Qoldiq azot tarkibiga siydikchil, siydik kislotasi, aminokislotalar, kreatin, kreatinin, polipeptidlarning azoti kiradi. Sogʻlom odam qon zardobi tarkibida 1200-1430 mg % (oʻrtacha 1315 mg %) **umumiy azot** va 23,0-37,0 mg % (oʻrtacha 30,0 mg %) **qoldiq azot** mavjud. Umumiy va qoldiq azot oʻrtasidagi farq 1117-1393 mg % (oʻrtacha 1285 mg %)ni tashkil qiladi.

**Giperglikemiya**, yaʼni qon zardobi tarkibidagi oqsilning koʻpayishi revmatizm, **gipoglikemiya**, yaʼni qon zardobi tarkibidagi oqsilning kamayishi nefrit, ozgʻinlik, oqsil taqchilligi va saraton kasalliklarida kuzatiladi. Umumiy qoldiq azotning yarmidan koʻproq ulushini siydikchil 13,5-26,0 mg % (oʻrtacha 19,3 mg %) tashkil qiladi, aminokislotalar ulushi toʻrtadan bir qism – 3,37-4,97 mg % (oʻrtacha 3,65 mg %) ga toʻgʻri keladi. Siydikchil darajasining pasayishi bilan qoldiq azotning miqdorini ham kamayishiga olib keladi, yaʼni qoldiq azot miqdori va siydikchilning miqdoriy koʻrsatkichlari darajasi oʻrtasida toʻgʻri proporsional bogʻlanish mavjud. Shuning uchun, tibbiy amaliyotda, siydikchil konsentratsiyasini aniqlash orqali qoldiq azot miqdori toʻgʻrisida xulosa chiqarish mumkin boʻladi.

Buyrak kasalliklarida, ayniqsa, ular faoliyatining susayishida, organizmda oqsillarning parchalanishini kuchayishi holatlarida, qonda qoldiq azotning koʻpayishi, yaʼni **azotemiya** kuzatiladi. Azotemiya mutlaq yoki nisbiy boʻlishi mumkin. Nisbiy azotemiyada organizm koʻp miqdorda suv yoʻqotish (qusish, ich ketish) holatlarida uchraydi. Mutlaq azotemiya organizmda oqsillar (qandli diabet) hosil boʻlishining pasayishi yoki oqsillar parchalanishining kuchayishi (qon ketish, ogʻir jarohatlanishlar, ogʻir yuqumli kasalliklar, jigar kasalliklari) bilan bogʻliq.

Qonda doimo ravishda ozuqa moddalari yoki ularning almashinuvini oraliq mahsulotlaridan iborat boʻlgan birikmalarning katta guruhi aylanib yuradi. Ular jumlasiga glyukoza, sut kislotasi, triglitseridlar, lipoidlar, xolesterin, erkin yogʻ kislotalari, mineral tuzlar va boshqalar kiradi. Ularning miqdorini aniqlash ham amaliy ahamiyatga ega.

**Glyukoza.** Qondagi glyukozaning miqdori – 80-120 mg % chegarasida boʻladi. Bu miqdor koʻrsatkichi qon uchun doimiy hisoblanadi. Lekin gipoglikemiya va giperglikemiya holatlari ham uchrab turadi, ularning fiziologik yoki patologik holatlari farqlanadi. **Fiziologik** gipo- yoki giperglikemiyaga ovqatlanish holati, homiladorlik va hokazolarga bogʻliq holda qondagi miqdoriy koʻrsatkichning oʻzgarishi kiradi. Qondagi glyukozaning **patologik** oshib ketishi yoki kamayishi turli xil kasalliklarda (qandli diabet, glukogenoz, galaktozemiya va boshqalar) kuzatiladi.

**Sut kislotasi.** Qonda sut kislotasi 5,0 dan 15,0 mg % gacha miqdorda uchraydi. Jigar kasalliklarida va ogʻir jismoniy mehnatdan soʻng sut kislotaning miqdoriy koʻrsatkichi oshib ketadi.

**Atseton tanachalarining** qon tarkibidagi meʼyori 0,1-0,5 mg % atrofida boʻladi. Ularning miqdorini koʻpayishi qandli diabet, och qolish, qusish kabi patologik holatlarda kuzatiladi.

Qon tarkibida **lipidlar** 380 mg % atrofida uchraydi. Plazmada ularning miqdori eritrotsitlarga nisbatan bir necha baravar ko'p bo'ladi. Qonda yog' miqdorining ko'payishi **lipemiya** deb ataladi. **Fiziologik lipemiya** ko'p miqdorda yog'li oziq ovqatlarni iste'mol qilish natijasida kelib chiqadi va yog' almashinuvi jarayonlarining izdan chiqishi bilan bog'liq bo'lgan **patologik lipomiyadan** ajralib turadi.

Sil, alkogolizm kasalliklari tavsifli **lipemiyaligi** bilan ajralib turadi, ba'zida 100 ml qon tarkibida 10 g gacha yetib boradi. Triglitseridlar, asosan, plazmada konsentlangan bo'ladi va uning konsentratsiyasi 100-250 mg % ni tashkil qiladi. Qondagi umumiy xolesterinning miqdori 150-250 mg % ni tashkil qiladi. Uning ko'rsatkich darajasi aterosklerozda, podagra, semirishda va diabetda sezilarli darajada oshib ketadi. Eritrotsitlarda plazmadagiga qaraganda letsetin ko'proq, ya'ni o'zaro mos holda 350 va 150 mg % bo'ladi.

Qon tarkibida yod, rux, kobalt, marganets, molibden, mis va boshqa microelementlarning katta guruhi uchraydi, ular moddalar almashinuvida muhim ahamiyatga ega bo'ladi. Kasalliklar organizm minerallarining miqdorini chuqur ravishda o'zgartirib yuboradi. Isitma chiqqanda, natriy xloridning ulushi pasayadi, buyrak kasalligida u ko'payadi. **Raxitda** kalsiy va fosfor, **Adisson** kasalligida kaliy va natriy, **tetaniyada** kalsiy miqdorlari kamayadi.

### 13.3. Jigar va uning faoliyati

Jigar moddalarning oraliq almashinuvida markaziy o'rinni egallaydi, shu sababli uni organizmning biokimyoviy laboratoriyasi deb atashadi. Jigar to'qimasida turli xil reaksiyalarni katalizlovchi ko'pdan ko'p fermentlar uchraydi.

Jigarning moddalar almashinuvidagi eng muhim ahamiyati, avvalambor, u go'yo portal va umumiy qon aylanishi o'rtasida yirik oraliq stansiya ekanligidadir. Jigardagi qonning 70 % dan ortig'i portal tomir orqali, qolgan qismi jigar arteriyasi orqali jigarga kiradi. Portal tomir qoni ichakning so'ruvchi yuza qismini yuvadi va natijada ichakda so'rilgan moddalarning aksariyati (asosan, limfa tizimi orqali tashiladigan lipidlardan tashqari) jigar orqali o'tadi.

Shunday qilib, jigar organizmga oziq-ovqat bilan kiradigan moddalarning qondagi miqdoriy darajasini asosiy boshqaruvchisi sifatidagi funksiyani bajaradi. Jigar, shuningdek, ekskretor funksiyani ham bajaradi, bu uning detoksifikatsiya funksiyasi bilan chambarchas bog'liqdir. Umuman olganda, aytish mumkinki, organizmda jigar tomonidan bevosita yoki bilvosita boshqarilmaydigan almashinuv yo'llari yo'q. Jigar moddalar almashinuvining barcha turlarida ishtirok etadi. Uning oqsil almashinuvidagi ishtiroki ushbu organning oqsilning deposi ekanligidadir. Jigar oqsillari 7 kunda tamoman yangilanadi. Aynan jigarda oqsil sintezi jarayoni jadal sodir bo'ladi. U barcha zardob albuminlarini, globulinlarning ko'p qismini, fibrinogen, protrombin va boshqa oqsillarni

sintez qiladi. Bu organda aminokislotalarning turli xil o'zgarishlari, siydikchil sintezi, siydik kislotasi hosil bo'lishi, kreatin sintezi va boshqa sintetik jarayonlar sodir bo'ladi.

### **13.3.1. Jigarning kimyoviy tarkibi**

Jigarning tarkibi 70-75 % suv, 25-30 % quruq moddadan tashkil topgan. Quruq moddalarning 12-24 % ini oqsillar, 2-6 % ini lipidlar; 1,5-2,0 % ini triatsilglitseridlar; 1,5-2,0 % ini fosfolipidlar; 0,3-0,5 % ini xolesterin; 0-8,0 % ini glikogen; 0,02 % ini temir tashkil qiladi. Shuni esda tutish kerakki, jigarning tarkibi sog'lom organizmda va, ayniqsa, patologik holatlarda sezilarli darajadagi o'zgarishlarga duch keladi. Jigarda o't hosil bo'ladi. Bir kecha-kunduzda odamda 500-1200 ml o't ishlab chiqariladi.

### **13.3.2. Jigarning oqsillar, lipidlar, karbonsuvlar va vitaminlar almashinuvidagi ahamiyati**

Jigarda qon oqimiga kiradigan turli xil oqsillar sintezlanadi. Qon plazmasining, fibrinogen, protrombin, albumin va ba'zi globulin fraksiyalari kabi eng muhim oqsillari jigarda sintezlanadi. Jigarning shikastlanishi plazmadagi fibrinogen tarkibining pasayishiga olib keladi va bu pasayish ko'rsatkichi jigarning shikastlanish darajasiga to'g'ri proporsional bo'ladi.

Ovqat tarkibidagi oqsillarning miqdori yetarlicha darajada bo'lmasa, organizmning turli xil zaruriy funksiyalarining bajarilishida, birinchi galda, asosan, jigar ishlatiladi. Aminokislotalarning parchalanishi va sintezi bilan bog'liq bo'lgan dezaminlanishi, transaminlanishi va boshqa reaksiyalar, shuningdek, siydikchilning sintezlanishi orqali ammiakni zararsizlantirilishi jigarda sodir bo'ladi.

Jigar lipidlar almashinuvida muhim rol o'ynaydi. Jigarda hosil bo'lgan o't ichakda yog'larning emulsiyalanishini va suvda erimaydigan yog' kislotalarining so'rilishini ta'minlaydi. Ichaklarda yog'larning so'rilishi jarayonida yog' emulsiyasi jigarga o'tadi. So'rilgan yog' kislotalarining ancha qismi fosfatidlarni sintezi uchun sarflanadi.

Jigarda yog'larning ko'p miqdorda yig'ilishi (yog'li degeneratsiyasi va yog'li infiltratsiya) moddalar almashinuvinin jiddiy ravishda izdan chiqishi, jigarning fosfor bilan zaharlanishi va gipofizning oldingi qismini giperfunksiyasi holatlarida kuzatiladi. Bunday holatlarda, zaxira yog'larning mobillashuvi va ularning jigarga tashilishi yuz beradi. Jigarda yog' kislotalari intensiv ravishda oksidlanadi va keton tanalachalari hosil bo'ladi, ularning manbayi yog' kislotalaridan tashqari ba'zi aminokislotalar ham bo'lishi mumkin. Jigar xolesterin almashinuvida ham ishtirok etadi, chunki uning efirlarini sintezi shu organda sodir bo'ladi. Fosfatidlarning sintezlanishi ham jigarda yuz beradi.

Jigar karbonsuvlar almashinuvida muhim rol o'ynaydi, u glyukoza hosil bo'lishi bilan kechadigan reaksiyalarni, ya'ni glikogenni sintezi va parchalanishida ishtirok etib, shakarning qondagi konsentratsiyasini ma'lum darajada ushlab turadi va barcha to'qimalardagi glyukozaning miqdorini doimiylikini ta'minlaydi. Jigardagi glikogenni

sintezi faqat karbonsuvlarning o'zidagina emas, balki boshqa oraliq parchalanish mahsulotlaridan, masalan, sut va pirouzum kislotalaridan ham hosil bo'ladi. Jigarda glikogenning sintezi uchun manba sifatida aminokislotalar (alanin, serin, sistein, fenilalanin, tirozin va boshqalar) va yog'larning parchalanishida hosil bo'ladigan glitserin xizmat qilishi mumkin.

Jigar karotin va A vitamini uchun depo hisoblanadi. Uning tarkibida karotinaza fermenti bor va u karotinning A vitaminiga aylanishini katalizlaydi. Jigar tarkibida D, K, B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub>, PP vitaminlari va boshqalar bo'ladi.

### **13.3.3. Jigarning boshqa funksiyalari**

Jigar qon ivishida fibrinogen, protrombin, geparin va boshqa omillarning sintezi orqali bilvosita yo'l bilan ishtirok etadi. Jigarning muhim ahamiyati uning qon plazmasi bilan aloqadorligi hisoblanadi. U plazma oqsillarini sintez qilishda ishtirok etadi, shuningdek, plazmaning kislotali-ishqoriy muvozanatiga ta'sir qiladi. Jigarning eng muhim funksiyalaridan biri uning organizmni zaharli va yot bo'lgan moddalardan xalos qilish qobiliyatidir.

Jigarda zararli moddalar (masalan, alkogol h.k.) parchalanadi, ammiak siydikchilga aylantirilib zararsizlantiriladi, shuningdek, organizm uchun zaharli tavsifga ega bo'lgan va moddalar almashinuvining oxirgi mahsulotlari hisoblangan bilirubin, krezol, fenol, indol, skatol kabilar glukuron va sulfat kislotalar bilan ta'sirlanish asosida hujayra uchun zararsiz birikmalar (juft kislotalar)ga aylantiriladi. Jigarda benzoy kislotasi glitsin bilan gippur kislotasini hosil qilish yo'li bilan zararsizlantiriladi. Bularning barchasi jigarni faqat hazm qilish jarayonidagina emas, balki butun organizmning moddalar almashinuvida ishtirok etadigan eng muhim organ ekanligini to'liq tasdiqlaydi. Shuning uchun jigar faoliyatidagi har qanday shikastlanishlar butun organizmning kasalligini keltirib chiqaradi.

## **13.4. Suv va minerallar almashinuvi. Buyraklarning funksiyasi. Siydik**

### **13.4.1. Suv va mineral moddalar almashinuvi.**

Suv miqdoriy jihatdan organizmning barcha hujayralarini eng muhim tarkibiy qismidir. Evolyutsiya jarayonida hayot suvda paydo bo'lgan va tirik organizmlar suvsiz mavjud bo'la olmaydi. Suv organizmning barcha suyuqliklari: qon, limfa, siydik, ovqat hazm qilish traktining shiralari, bosh-orqa miya suyuqligi, shuningdek, boshqa barcha to'qimalarning asosi hisoblanadi.

Butun organizmda suv miqdori tana vaznining 2/3 qismini tashkil qiladi va u yoshga qarab o'zgaradi. Shunday qilib, to'rt oylik embrionlarda suv miqdori 94 %, yangi tug'ilgan chaqaloqlarda 77 %, kattalarda 50-70 % ni tashkil qiladi.

Organizmdagi barcha suvlarni hujayra ichidagi va hujayradan tashqaridagi suvlarga ajratish mumkin. Hujayra tashqarisiga qon, limfa, hujayralararo suyuqlik kiradi, u butun

organizmda yagona fazani hosil qiladi. Tananing turli hujayralarida joylashgan suyuqlik muhiti deyarli bir xil tarkibga ega va uni **hujayra ichi suyuqligi** deb nomlanadi.

Tananing ikkila xil suyuqligi bir-biridan suvning miqdori bilan farq qiladi. Hujayra ichi suyuqligi tana vazniga nisbatan o‘rtacha 35-45 % suvni, hujayra tashqari suyuqligi esa 15 % ni tashkil qiladi. Ular elektrolitlar tarkibi bo‘yicha ham farqlanadi. Hujayra tashqi suyuqligida, asosan, natriy, xlor va bikarbonat ionlari, hujayra ichi suyuqligida kaliy ionlari ko‘p bo‘ladi va anionlardan esa oqsil va fosfat efiirlari ko‘p bo‘ladi.

Sog‘lom odamda suv balansi mavjud. Agar inson tanasiga kuniga 2500 ml suv kirsam, shuncha miqdordagi suv chiqariladi. Shu bilan birga, odam 1200 ml toza suv iste‘mol qiladi, 1000 ml quyuq ovqat bilan kiradi va yana 300 ml endogen suv, ya‘ni u ovqat moddalarining oksidlanishi jarayonida hosil bo‘ladi.

Organizmdan 1400 ml suv siydik bilan, o‘pka orqali 500 ml suv bug‘ shaklida, 500 ml teridan ter shaklida va 100 ml suv axlat bilan chiqariladi. Ta‘kidlanganidek, suv almashinuvida buyraklar, o‘pka, teri va oshqozon-ichak trakti ishtirok etadi. Buyraklar suv almashinuvini boshqaruvchi asosiy organdir.

**Mineral moddalar** almashinuviga kelsak, ular ham organizm uchun boshqa narsa bilan almashtirib bo‘lmaydigan moddalar hisoblanadi, deb aytish kerak. Ularning ahamiyati organ va to‘qima hujayralarining tarkibiga kirishi, suv bilan birgalikda osmotik bosimni doimiylikini ta‘minlashi, organizmning hujayra ichi va hujayra tashqari suyuqligini pH barqarorligini ta‘minlashi bilan belgilanadi.

Mushaklarning qisqarishi va nerv o‘tkazuvchanligi jarayonlari ma‘lum darajada mineral elementlarga bog‘liq. Ular organizmda kechadigan turli almashinuv reaksiyalarida ishtirok etadi, bu ishtirok ko‘p metall tutuvchi birikmalarning strukturaviy komponenti va fermentlarning tarkibida uchraydigan birikmalarning metallari (temir, mis, molibden, kobalt, kalsiy, rux, magniy, marganets va h.k.) va B<sub>12</sub> vitamini (kobalt tutuvchi) birikmalar sifatida uchraydi.

#### **13.4.2. Buyrakning funksiyasi**

Buyraklar eng muhim organlardan biri bo‘lib, uning asosiy vazifasi organizmning ichki muhitini barqarorligini ta‘minlashdan iboratdir. Buyrak suv va elektrolitlar muvozanatini ta‘minlashda, kislota-ishqor muvozanatini saqlashda, azotli chiqindilarni ajratib chiqarishda, tana suyuqliklarining osmotik bosimini doimiy ravishda ushlab turishda, qon bosimini boshqarishda, eritropoezni stimullashda va boshqalarda ishtirok etadi. Hujayraning barcha metabolitik mahsulotlari dastlab qonga o‘tadi, u orqali buyraklarga yetkaziladi. Bir daqiqada buyraklar orqali o‘tadigan qonning hajmi taxminan 1 litrni tashkil etadi, ya‘ni u bir kecha-kunduzda 1500 litrga teng, siydik esa atigi 1,2-1,5 litr ajralib chiqadi. Buyraklar faoliyatining yana bir xususiyati shundaki, ular faqat organizmdan ajratib chiqariladigan moddalarni ajratibgina qolmasdan, balki qon tarkibidagi qator muhim birikmalarning qaytadan so‘rilishi (resorbsiya)ni ta‘minlaydi

hamda alohida moddalarni sekretlanishini ham amalga oshiradi. Bularning barchasi shundan dalolat beradiki, buyraklar almashinuv jarayonlari jadal kechadigan organ hisoblanadi.

### 13.4.3. Siydik hosil bo'lishi, uning tarkibi, xususiyatlari va patologik o'zgarishlari

Buyraklarda siydik hosil bo'lish jarayoni bir necha bosqichlardan iborat. Dastlab, buyrak tugunchalarida birlamchi siydik hosil bo'ladi, uning tarkibida oqsillardan tashqari qon plazmasining barcha shakli ham bo'ladi. Tugunchalarda ajralgan suvning asosiy qismi va erigan moddalarning bir qismi resorbsiyalanib (qaytadan so'rilib), tarkibida plazmadagiga nisbatan ko'proq miqdorda qator moddalarga ega bo'lgan oxirgi siydik hosil bo'ladi. Siydikning reaksiyasi doimiy emas. U, eng avvalo, ovqatning tarkibiy tavsifiga bog'liq. Shuningdek, buyraklar tomonidan qon va to'qimalar pH ni boshqarilishida moddalar almashinuvi mahsulotlarini ajratilishini ta'minlashdagi ishtirokiga bog'liq. Yirtqich hayvonlarning siydigi kislotali, o'txo'r hayvonlarning siydigi ishqoriy, har narsani yeyaveradiganlarda esa kuchsiz kislotali bo'ladi.

Odamlar aralash ovqat iste'mol qilganligi sababli siydik reaksiyasi kuchsiz kislotali bo'ladi. Odam **go'sht** ko'p iste'mol qilganda, **kislotaliligi** oshadi, faqat **o'simlik** mahsulotlari iste'mol qilganda, u biroz **ishqoriy** bo'ladi. Sog'lom odam siydigining solishtirma og'irligi 1,010 dan 1,025 gacha bo'lishi mumkin. Bu fiziologik ko'rsatkich chegarasi ichiladigan suyuqlik miqdoriga, shuningdek, terlash jadalligiga bog'liq. Siydikning solishtirma og'irligi har xil patologik sharoitlarda o'zgarishlarga duch keladi. Qandli diabetda siydikning solishtirma og'irligi 1,035 va undan yuqori darajaga ko'tariladi. Siydikning osmotik bosimi qonning osmotik bosimidan pastroq, ammo ba'zi patologik holatlarda unga yaqinlashadi. Shunday qilib aytish mumkinki, pH ko'rsatkichi va siydikning osmotik bosimini aniqlash tibbiyotda diagnostik ahamiyatga ega.

**Siydikning kimyoviy tarkibi.** Sog'lom odamning siydigidagi bir kecha-kunduzda ajratiladigan moddalarning miqdori quyidagicha:

**Quruq moddalar - 55,0-70,0 g.**

**Ulardan:**

<b>Organik moddalar...22,02-46,0 g</b>	<b>Anorganik moddalar...15,0-25,0 g</b>
<b>Siydikchil.....20,0-35,0 g</b>	<b>Natriy.....4,0-6,0 g</b>
<b>Siydik kislotasi...0,5-1,0 g</b>	<b>Kaliy.....2,0-3,3 g</b>
<b>Kreatinin.....0-2,5 g</b>	<b>Ammoniy.....0,0-0,8 g</b>
<b>Gippur kislotasi....0,7 g</b>	<b>Xlor.....6,0-9,0 g</b>
<b>Aminokislotalar....1,0 g</b>	<b>Fosfatlar.....2,0-6,7 g</b>
	<b>Sulfatlar.....1,8-3,6 g</b>

Organlar faoliyatini izdan chiqishi tufayli kelib chiqadigan kasalliklar qon tarkibini o'zgartiradi, bu esa siydik tarkibini o'zgarishida o'z aksini topadi. O'zgarishlar siydikning fizikaviy, kimyoviy xossalari, me'yoriy holatlarda, uchramaydigan moddalarning paydo bo'lishida yoki siydikning tarkibiy qismlari nisbatini o'zgarishida namoyon bo'lishi mumkin. Binobarin, siydik tarkibini sifat va miqdoriy tahlili tibbiy amaliyotda muhim diagnostik ahamiyatga ega. Tahlil uchun bir martalik va bir kunlik siydik olinadi. Bir kunlik siydikning tahlili organizmning holatini aniqroq aks ettiradi. Tibbiy amaliyotda me'yoriy holatlarda siydik tarkibida uchramaydigan ba'zi moddalarni paydo bo'lishini aniqlash katta ahamiyatga ega.

**Siydikdagi ba'zi patologik o'zgarishlar.** Tibbiy amaliyotda sog'lom odamlarning siydigida mavjud bo'lmagan moddalarni aniqlash juda muhimdir. Bu xil moddalar jumlasiga oqsil, shakar, o't va qon pigmentlari va boshqalar kiradi. Quyida ayrim patologik holatlarda siydik tarkibining o'zgarishiga oid ba'zi ma'lumotlar keltiriladi.

**Proteinuriya.** Buyrakning o'tkir shikastlanishi, yurak faoliyatining izdan chiqishi kasalliklarida, homiladorlik paytida siydik tarkibida oqsil, xususan, qon zardobi oqsillari 0,2-0,5 % va undan yuqori konsentratsiyada paydo bo'lishi mumkin. Suyaklarning shikastlanganida ham siydikda oqsil paydo bo'lishi mumkin, bu oqsilli siydikni 60-70° C haroratgacha qizdirganda cho'kadi va harorat 80° C da yetkazilganda yana erigan holatga keladi. Bu oqsilni shifokor nomi bilan Bens-Djons oqsili deb yuritiladi, chunki u kishi birinchi marta bu oqsilni ta'riflagan edi. Bu oqsilning kashf etilishi suyaklarning organik moddalariga oid jarohatlarni aniqlashda muhim diagnostik ahamiyatga ega.

**Gematuriya va gemoglobinuriya.** Siydik tarkibida qon hujayralarining paydo bo'lishini **gematuriya** deb ataladi. Bu holat siydik yo'llari shikastlanganda, jinsiy-tanosil yo'llari jarohatlanganda paydo bo'ladi. Gematuriyada siydik to'q-qizil rangga kiradi. Eritrotsitlar parchalanganda siydikda gemoglobin paydo bo'ladi, uni **gemoglobinuriya** deyiladi. Bu og'ir simptom kompleksi, og'ir yuqumli kasalliklarda, kuyish va zaharlanish holatlarida paydo bo'ladi.

**Glukozuriya.** Jiddiy ruhiy kasallikda, qandli diabetda va ko'p miqdorda shakar iste'mol qilganda siydikda shakar paydo bo'ladi, uning miqdori bunday holatlarda hatto 100-200 mg % ga yetishi mumkin.

**Ketonuriya (atsetonuriya).** Bu holat siydikda ko'p miqdordagi atseton tanachalari (atseton, atseto-sirka kislotasi va  $\beta$ -oksimoy kislotasi) mavjudligi bilan tavsiflanadi. Sog'lom odamda, odatda, siydik tarkibidagi keton tanachalari kuniga 20-30 mg atrofida ajratib chiqariladi. Qandli diabet kasalligida bu miqdor 60 g gacha ko'payib ketishi mumkin.

**O't pigmentlari va o't kislotalari** siydikda o't yo'lining tiqilib qolishi, Botkin kasalligi va sariq kasalligining har xil turlarida uchraydi.

**Siydik toshlari.** Siydikning fizik-kimyoviy holatini buzilishi kristallar va amorf tuzlarning cho'kmalarini hosil bo'lishiga olib keladi, ular organik asos bilan birikishi

natijasida toshlarni hosil qiladi. Cho'kindilarning paydo bo'lishi, aftidan, siydik kolloidlari – musinning himoyaviy xususiyatlarini o'zgarishiga bog'liq bo'lsa kerak.

Siydik toshlari, odatda, suvda kam eriydigan **siydik kislotalari** yoki uning **kaliyli, natriyli** yoki **ammoniyli tuzlari**, yoki **otquloq kislotalarining kalsiyli tuzi**, yoki **magniy-ammoniyli fosfatlardan** tashkil topgan bo'ladi.

Siydik toshlarini kattaligi no'xat kattaligidan g'oz tuxumi kattaligigacha bo'lishi mumkin. Siydik kislotalari – urat tuzlaridan tashkil topgan toshlar siydik pigmentlari bilan sariq yoki jigar rangga ega bo'lib, silliqdashgan qattiq yuzaga ega. Otquloq kislotalar tuzlari – oksalatlardan tashkil topgan toshlarning yuzasi g'adir-budir va ko'pincha to'q qon rangiga o'xshash rangga bo'yalgan bo'ladi, bu toshlar siydik yo'llari orqali o'tib, ularning shilliq pardalarini shikastlaydi.

Fosfat toshlari boshqalardan ko'ra yumshoqroq va oq rangga ega. Ko'pgina hollarda siydik toshlari bir xil tavsifli bo'lmaydi. Ularning ichki yadrosi ko'pincha uratlardan iborat bo'lib, ichki yadro atrofida fosfatlar qatlami o'raladi, keyin yana urat qatlami paydo bo'ladi va hokazo.

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlardan siydik tahlili qanchalik muhim ekanligini ko'rish mumkin. Siydikning miqdoriy tahlili turli organlarning ma'lum biokimyoviy jarayonlarda ishtirok etish ko'rsatkichlarini aks ettiradi. Siydikning sifatli tahlili sog'lom odam siydigida bo'lmagan notabiiy (patologik) moddalarni aniqlashga imkon beradi. Siydik tarkibida patologik moddalarning paydo bo'lishi u yoki bu organlarning funksiyalarini izdan chiqishini ko'rsatadi. Bundan tashqari, siydik tahlili orqali dorivor va boshqa organizm uchun yot bo'lgan moddalarning ta'sirini aniqlash mumkin.

### **Materialni mustahkamlash uchun savollar:**

1. Funksional biokimyoning predmeti.
2. Funksional biokimyoning muammolari va rivojlanish istiqbollari.
3. Qon organizmda qanday funksiyalarni bajaradi?
4. Organizmda qancha qon bo'ladi?
5. Qon qanday tarkibiy qismlardan tashkil topgan ?
6. Qonning solishtirma og'irligi qanday?
7. Osmotik bosim nima va uning doimiyligi qanday ta'minlanadi?
8. Izotonik, gipotonik va gipertonik eritmalar nima?
9. Onkotik bosimni nima belgilaydi?
10. Qonning normal pH ko'rsatkichi qanday?
11. Qonning kimyoviy tarkibi qanday?
12. Qon zardobi oqsil fraksiyalari qanday bo'ladi?
13. Turli xil oqsil fraksiyalarining qondagi miqdorlari.
14. Qonda fermentlar qanday paydo bo'ladi?
15. Qon tarkibida qanday oqsilsiz azotli moddalar uchraydi?

16. Qonning ivish mexanizmi qanday?
17. Qon tarkibini aniqlashning ahamiyati nimada?
18. Jigarning kimyoviy tarkibi.
19. Karbonsuv almashinuvida jigarning roli.
20. Jigarning oqsil almashinuvidagi roli.
22. Lipid almashinuvida jigarning roli.
23. Pigment almashinuvida jigarning roli.
24. Turli moddalarni zararsizlantirishda jigarning roli.
25. O‘t va uning funksiyalari.
26. Siydik hosil bo‘lish mexanizmi qanday?
27. Organizmning kislota-ishqor muvozanatida buyraklarning roli.
28. Siydikning tarkibi va xususiyatlari.
29. Siydikning organik moddalari.
30. Siydikning anorganik moddalari.
31. Siydikning pH va solishtirma og‘irligi.
32. Patologik holatlarda siydik tarkibining o‘zgarishlari.
33. Siydikni biokimyoviy tahlilini diagnostik ahamiyati.
34. Siydik toshlari, ularning hosil bo‘lishi va tarkibi.

## **14. NUKLEIN KISLOTALARINING GENETIK ROLI. OQSILLAR BIOSINTEZI.**

### **14. 1. Hayotiy hodisalarni molekular darajada o‘rganish.**

#### **Molekular biologiya**

Keyingi yillarda hayot hodisalari kimyosini o‘rganish molekular darajada amalga oshirila boshlandi, mazkur fan endi “Molekular biologiya asosidagi biokimyo” deb nomlanmoqda. Molekular biologiya atamasi birinchi marta XX asrning 50-yillarida ingliz olimi V.Astbern tomonidan kollagen, qonning fibrini yoki mushaklarning qisqaruvchi oqsillari kabi fibrillar oqsillarning molekular strukturasi, fizikaviy va biologik xususiyatlari o‘rtasidagi bog‘lanishlarni tadqiq qilish natijalarining ilova qismida qo‘llanilgan edi.

**Molekular biologiya** biologik obyektlar va tizimlardagi hayotiy faoliyat hodisalari mohiyatini molekular darajaga yaqinlashgan, qator hollarda esa shu chegara darajasiga yetgan holatlarda o‘rganishni o‘zining vazifasi qilib qo‘ygan fandır. Bunda pirovard maqsad hayotning o‘ziga xos ko‘rinishlari, xususan, irsiyat, ko‘payish (urchish), oqsillar biosintezi, qo‘zg‘aluvchanlik, o‘sish va rivojlanish, axborotning saqlanishi va uzatilishi, energiya aylanishi, harakatchanlik va boshqalarning biologik muhim moddalar, birinchi navbatda, yuqori molekular og‘irlikdagi biopolimerlarning ikkita asosiy sinfi – oqsillar va

nuklein kislotalar molekularining tuzilishi, xususiyatlari va o‘zaro ta‘siriga bog‘liq ekanligini aniqlashdan iboratdir.

Molekular biologiya tabiatshunoslikning yangi sohasi bo‘lib, u uzoq vaqtdan beri shakllangan tadqiqot yo‘nalishlari bilan chambarchas bog‘liq, ular biokimyoy, biofizika, bioorganik kimyo, sitologiya va genetika kabilarni o‘z ichiga oladi.

Ma‘lumki, tirik organizmlar xususiyatlarning hujayradan hujayraga va organizmdan organizmga o‘tishi, ya‘ni genetik axborotni avloddan avlodga ko‘chirilishi orqali mavjud bo‘ladi va rivojlanadi. Genetik axborot – bu tirik organizmlarning genlar shaklida avloddan avlodga ko‘chiriladigan irsiy tuzilmalari (xromosomalar, sitoplazma, hujayra organoidlari)da saqlanadigan ma‘lumotlari bo‘lib, ular organizmni tashkil etuvchi moddalar(birinchi navbatda, oqsillar va nuklein kislotalar)ning tarkibi, tuzilishi va almashinuv tavsiflari to‘g‘risidagi ma‘lumotlar to‘plamidir. Ko‘p hujayrali organizmlarda jinsiy ko‘payish jarayonida genetik ma‘lumotlar avloddan avlodga jinsiy hujayralar – gametallar orqali ko‘chiriladi, ular genetik axborotni ko‘chirish va saqlash funksiyasini bajaradi.

Mikroorganizmlar va viruslar genetik axborotni ko‘chirilishini maxsus turlari (seksduksiya, transduksiya, transformatsiya)ga ega. Irsiy axborot, asosan, xromosomalarda joylashgan bo‘lib, u DNK molekularida (genetik kod) nukleotidlarning ma‘lum bir chiziqli ketma-ketligida kodlangan bo‘ladi. Genetik axborot ontogenez – individning rivojlanishi – gen axborotini belgiga aylantirish orqali amalga oshiriladi. Bunda organizmning barcha hujayralari yagona hujayra-zigotaning bo‘linishi natijasida paydo bo‘ladi va shuning uchun potensial jihatdan bir xil genlar to‘plamiga, ya‘ni bir xil genetik axborotga ega. Turli to‘qimalardagi hujayralarning o‘ziga xos maxsus xususiyati shundaki, ularda turli xil genlardan ayrimlarigina faol bo‘ladi, ya‘ni barcha genetik axborotlar amalga oshmasdan, ularning faqat muayyan to‘qima uchun zarur bo‘lgan qismigina amalga oshadi.

#### **14.2. Oqsillar-tur va individual maxsusliklarning asosi**

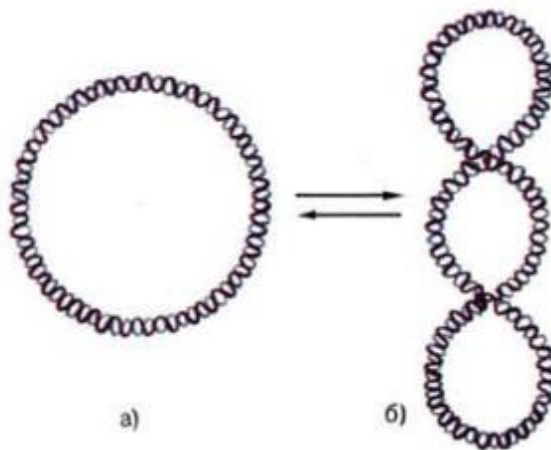
Yuqorida ta‘kidlaganidek, oqsil molekulari bir yoki bir nechta polipeptid zanjiridan iborat bo‘lib, ularning har biri kamida 100 ta  $\alpha$ -aminokislota qoldig‘idan tashkil topgan, ular kovalent ravishda bir-biri bilan peptid bog‘lar yordamida bog‘lanadi. Oqsillarning molekular og‘irligi taxminan 6000 Da dan 1000000 Da gacha va undan ham yuqori bo‘ladi. Oqsillar turga va individuallikka xos maxsuslik xususiyatlariga ega, chunki ular o‘zlarining xilma-xil funksiyalari bilan ajralib turadi. Ular orasida organizmda kechadigan katalitik reaksiyalarni amalga oshiruvchi biofaol moddalar – fermentlarning katta guruhi mavjud. Har xil turlarga mansub organizmlardan ajratib olingan gomologik fermentlar bir xil reaksiyani katalizlasa ham va bir qarashda o‘zaro o‘xshash ko‘rinishga ega bo‘lsa ham, kimyoviy jihatdan har xil bo‘ladi. Masalan, cho‘chqa va sigir tripsinlari kimyoviy jihatdan har xil birikmalardir.

Oqsillarning yana bir guruhi jumlasiga strukturaviy tavsifga ega bo'lgan oqsillar kiradi. Yuqori taraqqiy etgan hayvonlarda fibroblastlar tomonidan sintezlanadigan kollagen oqsili, biriktiruvchi va suyak to'qimalari hujayra tashqi tuzilmalarini asosiy oqsili hisoblanadi. Boshqa hujayralar elastik sarg'ish to'qima oqsili elastin teri, soch, tirnoq, shox va patlarning oqsili  $\alpha$ -keratinni sintezlaydi. Tog'ay to'qimasi tarkibiga nordon polisaxaridli maxsus oqsil xondroitin sulfat kiradi. Mukoproteinlar umurtqalilarning paylarini sinovial shilliq sekretiga xos xususiyatini kuchaytiradi, ya'ni ularning yaxshi moylovchi birikmaga aylanishini ta'minlaydi. Hujayralarning har xil membranalari erimaydigan oqsillarga ega bo'lib, ular qutbli lipidlar bilan birikib ularning strukturaviy asoslarini hosil qiladi. Oqsillarning boshqa turlari qisqaruvchi va harakatlantiruvchi tizimlarning ajralmas komponentlari hisoblanadi. Bu xildagi oqsillar jumlasiga qisqaruvchi tizim mushaklarining muhim elementlari aktin va miozinlar kiradi. Ba'zi oqsillar transport funksiyasini bajaradi: ular ma'lum moddalar molekulalarini o'ziga biriktirib olish va ularni qon oqimi orqali tashish qobiliyatiga ega. Bundan tashqari, yuqori darajadagi biologik faollikka ega bo'lgan boshqa xildagi oqsillar ham mavjud bo'lib, ular oqsil tabiatli gormonlar (insulin, o'sish gormoni, glukogon, vazopressin, oksitotsin va boshqalar) hisoblanadi.

Tirik organizmlarda uchraydigan ko'pdan-ko'p oqsillar orasida o'ziga xos tavsiflilari bo'lib, aynan shu oqsillar misolida, ularning turga oid maxsusliklarini namoyish qilish imkoyati paydo bo'ldi. Bu oqsillarni antitanachalar yoki immunoglobulinlar deb yuritiladi. Hayvon organizmiga mazkur tur uchun yot bo'lgan u yoki bu antigenni in'eksiyalaganda unga javoban qon zardobi va to'qimalarda antitanachalar molekulasi paydo bo'ladi. Bu reaksiyani immun reaksiya deb yuritiladi, u butun bir ilm sohasi, ya'ni **immunologiyani** asosini tashkil qiladi.

### **14.3. Siklik (halqasimon) va superspiral DNK molekulalari**

Ko'p hollarda DNK Uotson-Krikning "qo'sh spirali" shaklida uchraydi. Uning asosiy xususiyatlari quyidagicha tavsiflanadi. Ikki polideoksiribonukleotid zanjiri bir-biri bilan vodorod bog'lari yordamida bog'lanib, o'zining umumiy o'qi atrofida o'ng tomonga qarab buralish yo'li bilan spiral hosil qiladi. Zanjirning qo'sh spirali antiparallel va bir-biriga nisbatan komplimentar bo'ladi, ya'ni vodorod bog'lanishlari (ko'ndalang) hosil bo'lib, bu bog'lanishlar har doim S va G yoki A va T asoslari orasida bo'ladi. Ko'p holatlarda tabiiy DNK lar, ya'ni plazmida, mitoxondriya va xloroplastlar DNK lari, shuningdek, ko'plab viruslar va bakteriyalarning DNK lari Uotson-Krikning "qo'sh zanjirli" shaklida mavjud bo'ladi. Bunday DNK lar, odatda, superspiral holatda buralgan bo'ladi. Bu holatda, qo'sh spiral o'z-o'zidan aylanma hosil qilib buraladi, bunda hosil bo'lgan super spiralning buralish soni tashqi sharoitga bog'liq tarzda yuz beradi. Siklik DNK ning superspirallanishi molekulaning fizik xususiyatlarini kuchli o'zgarishlarga olib keladi (29-rasm).



29-rasm. DNK-giraza ta'sirida qo'sh zanjirli superspiralizatsiyalanishi:  
 a) ajralgan holdagi shakli; b) superspiralizatsiyalangan holdagi shakli.

Hujayralarda superspirallanish maxsus fermentlar tomonidan amalga oshiriladi, ular esa bakteriyalarda yaxshi o'rganilgan va **DNK-giraza 1** yoki **topoizomeraza 11** deb yuritiladi. Boshqa fermentlar **topoizomeraza 1** lar halqali molekulalarda aylanma halqa sonini kamaytirib, har xil aylanma soniga ega bo'lgan "izomerlar" to'plamini hosil qiladi.

#### 14.4. Xromatinning tuzilishi. Nukleosomalar

Eukariot hujayralarning asosiy genetik materiali replikatsiya va transkripsiya jarayonlari sodir bo'ladigan hujayra yadrosining xromosomalarida joylashgan bo'ladi. Hujayralarning bo'linishi oralig'ida xromosomalar uzun ingichka iplarga cho'ziladi, bo'linish paytida ular kaltalashib qalin bo'lib qoladi. Bir necha santimetr uzunlikda bo'lgan DNK molekulasi kompakt holatda bo'lganda xromosomada qadoqlanib uzunligi mikrometr bilan o'lchanadigan bo'lib qoladi.

Xromosomalar **xromatin** deb nomlangan nukleoproteiddan tashkil topgan. Xromatinning asosiy tarkibi DNK, gistonlar va nogiston oqsillardan iborat.

**Gistonlar** yuqori darajada evolyutsion konservatizm bilan ajralib turadigan asosli xossaga ega, molekular jihatdan kichik molekulari oqsillardir. Yuqorida keltirilganidek, gistonlar tarkibidagi asosli aminokislota (LIZ/ARG) qoldiqlarining o'zaro nisbatiga bo'yicha 5 sinfga: H1, H2A, H2B, H3, H4 bo'linadi. Argininga boy bo'lgan H3 va H4 gistonlar eng konservativ hisoblanadi; boshqa variantlarda aminokislotalar ketma-ketligiga qarab biomanbalarda konservatizmi bo'yicha farq keng chegarani tashkil qiladi.

Xromatinning boshqa xil tabiatli barcha oqsillarini **nogiston** oqsillar deb yuritiladi. Xromatin tarkibidagi DNK, ehtimol,  $\beta$  -shaklida bo'ladi, lekin xromatinning ba'zi qismlarida DNK ni Z-shaklining borligi haqida ham ma'lumotlar mavjud. DNK xromosomalar massasining taxminan yarmini tashkil qiladi, ularning qolgan yarmi oqsillardan tashkil topgan. R.Kornberg xromatinni diskret zarrachalar-nukleosomalardan

tashkil topgani va ular DNK ning erkin qismlarida “ko‘prikchalar” hosil qilish yo‘li bilan bog‘langan ekanligini isbotladi.

## **14.5. Ribonuklein kislotalari. Tuzilishi, xususiyatlari, funksiyalari**

### **14.5.1. RNK molekularining geterogenligi**

Hujayra tarkibidagi RNK hajmi, tarkibi, vazifasi va joylashishi jihatidan farq qiladi. Sitoplazmada doimiy ravishda RNK ning bir nechta turlari: transport RNK (t-RNK), qolip (matritsali) yoki axborot (informatsion) (m-RNK yoki m-RNK), ribosomal (r-RNK) uchraydi. Yadrolarda yadro RNK (yaRNK)si joylashgan bo‘lib, u umumiy RNK ning 4 dan 10 % gacha ulushini tashkil qiladi. yaRNK tarkibiga kattaligi va nukleotid ketma-ketligi bo‘yicha farqlanadigan ko‘p xil molekular kirib, turli sitoplazmatik m-RNK larning sonidan sezilarli darajada ko‘p bo‘ladi.

Eukariotlarning yadrosida ribosomal 28 S va 18 S RNK, 5 S RNK, t-RNK va m-RNK larning yuqori molekular og‘irlikdagi dastlabki asoslari (pre-RNK) sintezlanadi. yaRNK ning ancha qismi ribosomal tabiatli RNK ning barqaror turi hisoblanadi. Yuqori molekular og‘irlikdagi **r-RNK ning dastlabki asosi** hujayraning **yadrochasida** joylashgan bo‘ladi. Ular past molekulari geterogen RNK (pm-RNK)ning katta populatsiyasini tashkil qiladi va 30 ga yaqin har xil molekular og‘irlikdagi RNK lardan iborat bo‘ladi. Geterogen yadro RNK (gyaRNK) maxsus fraksiyani tashkil qiladi, u umumiy yaRNK ning 2-10 % ini tashkil qiladi. Ular polidispersion, uzunligi jihatidan gigant (o‘rtacha 20-35S) molekular hisoblanadi. U yuqori almashinuv darajasining yuqoriligi va nukleotid tarkibi bo‘yicha DNKga o‘xshashligi bilan tavsiflanadi. Ular, asosan, sitoplazmatik m-RNK ning hosil bo‘lishini dastlabki asosi hisoblanadi. Bu yerda yana DNK sintezi uchun asos bo‘lib xizmat qiluvchi va qisqa muddatda mavjud bo‘luvchi RNK shakllari borligi aniqlangan.

Keyingi yillarda RNK ning asosiy turlari bilan bir qatorda virus bilan shikastlangan o‘simliklarning hujayralari, ba’zi bakteriyalar va ba’zi hayvonlardan genom RNK larini ajratib olishga erishildi. Genom RNK lar tegishli genetik axborotlarni saqlaydi va keyingi avlodga uzatadi. RNK molekulari bitta polipeptid zanjiridan iborat bo‘lib, uning buralishi natijasida palindrom qismlarda qo‘sh spiralli “ilmoq”lar (“shpilki”) hosil bo‘ladi, ulardagi azotli asoslar komplementar: G bilan S va A bilan U juftliklarini hosil qiladi.

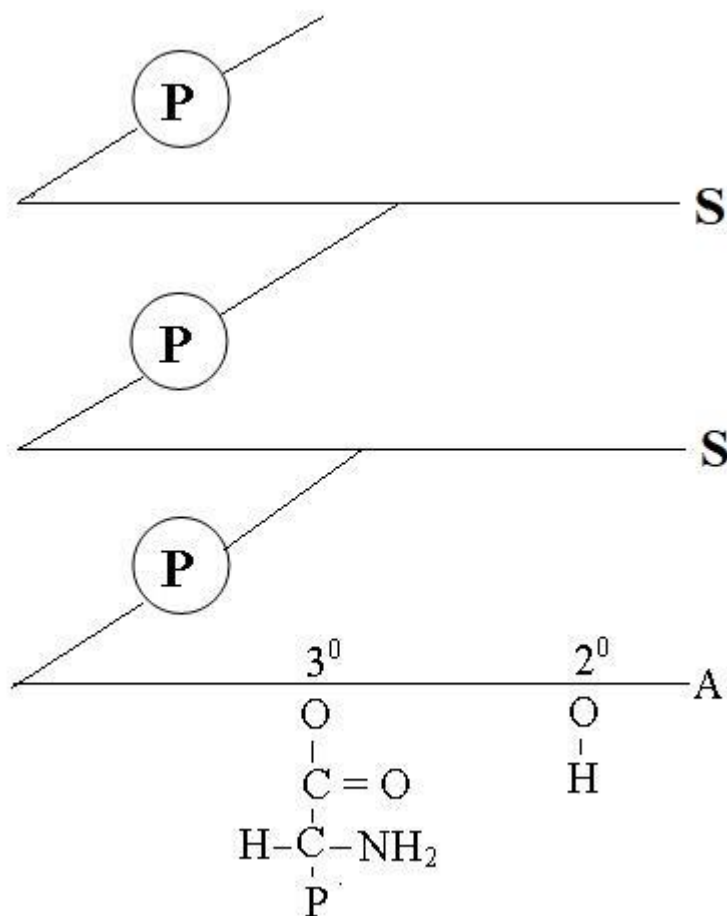
### **14.5.2. Transport RNK**

Ular eng kichik RNK molekulari hisoblanadi. Ularning molekular og‘irligi  $M = 23000-30000$  Da bo‘lib, tarkibiga 75 dan 90 gacha nukleotid qoldiqlari kiradi. Hujayraning umumiy RNK larini 10-20 % ni t-RNK tashkil qiladi. Bu xildagi RNK ning vazifasi aminokislotalarni ribosomalarga ko‘chirish va ularni oqsillar biosintezi paytida polipeptid zanjirining ma’lum joylariga joylashtirishdir.

Shunday qilib, t-RNK translatsiya jarayonida ishtirok etadi va u adaptor rolini o‘ynaydi, ya’ni nukleotidlardagi aminokislotalarning oqsil molekulasiga ko‘chirilib

joylashishini ta'minlovchisi hisoblanadi. Oqsillar tarkibida uchraydigan 20 xil aminokislotalarning har biri uchun o'ziga xos t-RNK si bo'ladi. Ba'zi aminokislotalar uchun bir nechta t-RNK lar bo'lishi mumkin. Masalan, leysin uchun besh xil t-RNK va serin uchun ham besh xil t-RNK mavjud. Hujayrada t-RNK larning 60 ga yaqin turi mavjud. So'nggi yillarda olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, umumiy to'rtta ribonukleotidlar (A, G, S va U)dan tashqari, t-RNK tarkibida 8-10 % atrofida minor nukleotidlar uchraydi. Ularning 60 ta xili mavjud. t-RNK molekulasini "o'z-o'ziga" qarab buralgan bitta polinukleotid zanjiri hisoblanadi. Barcha t-RNK lar o'zaro bir-biriga o'xshash tuzilishga ega va ular "sebarga barglari" modeliga mos keladi. "Sebarga bargida" beshta buralgan shoxchalar mavjud bo'lib, ularning to'rttasi juftlanmagan nukleotidlarning ilmoqlari tarzida tugaydi. Molekulaning markazida juftlanmagan qismi joylashgan.

Polipeptid zanjirini 3'- va 5'-uchlari juftlashgan bo'lib, akseptor shoxchasini hosil qiladi. Bu eng uzun spirallashtirilgan qism (7 juft) hisoblanadi. U ko'p hollarda 3'-uchining ketma-ketligi juftlanmagan SSA bilan tugaydi. Tegishli aminokislota uning COOH guruhi orqali terminal adenozin qoldig'ining 3'- yoki 2'-OH guruhiga biriktiriladi va aminoatsil-t-RNK hosil bo'ladi (30-rasm).

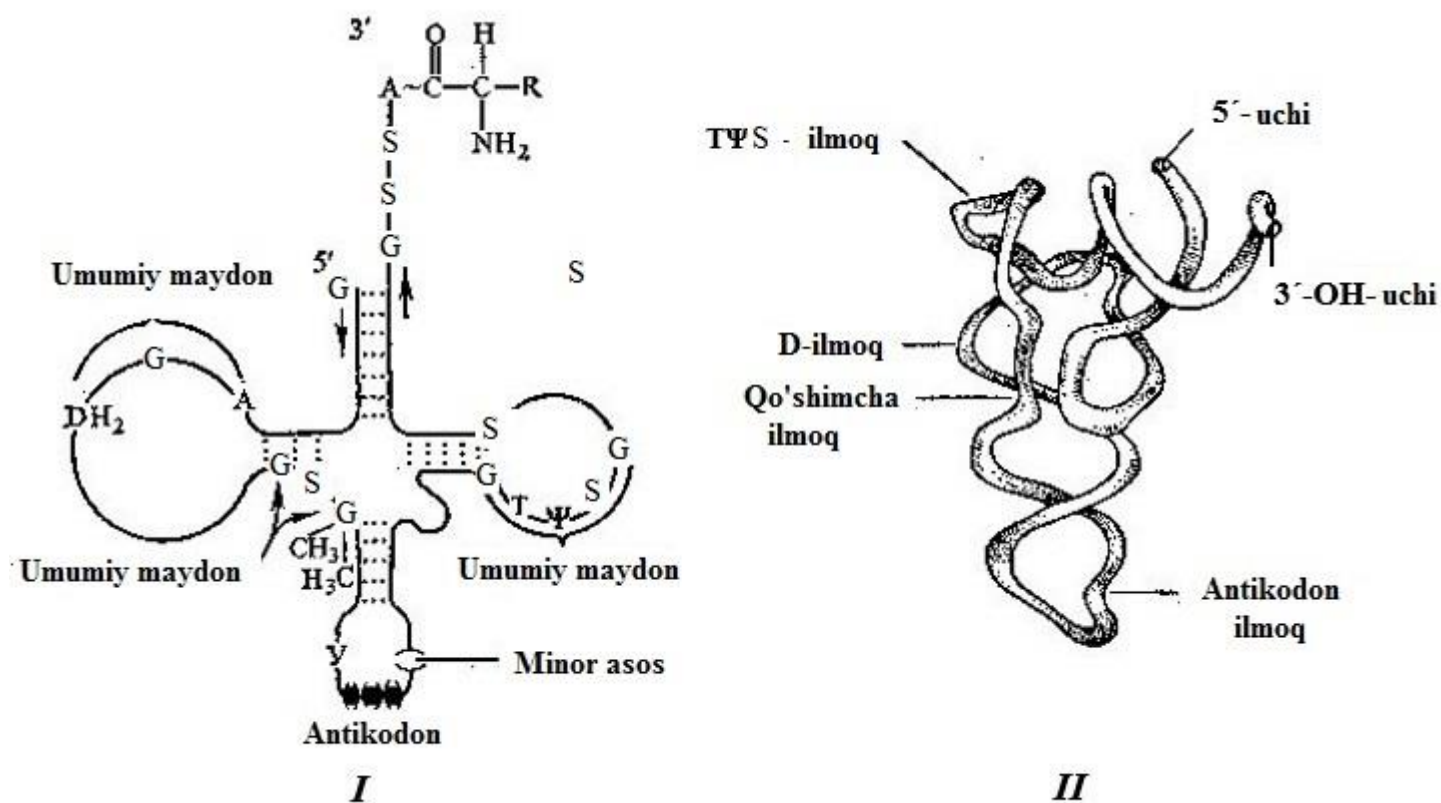


30-rasm. Transport RNK ning akseptorlovchi uchi.

Bunda tashiluvchi aminokislota tegishli t-RNK ga maxsus ferment yordamida birlashtiriladi. Antikodon shoxcha akseptor shoxchaga qarama-qarshi joylashadi, unda besh juft nukleotid bo‘ladi.

Antikodon ilmoqning o‘rta qismida kodonga komplementar bo‘lgan uchta nukleotiddan tashkil topgan antikodon va m-RNKdagi muayyan aminokislota bo‘ladi. Masalan, m-RNA 5'-GSS-3' tarkibidagi kodonga 3'-SGG-5' antikodoni to‘g‘ri keladi. Bunda 3'-SGG-5' t-RNK ning m-RNKga o‘zaro ta’sirlanishi maxsus muvofiqlikdaligini ko‘rsatadi. Har bir t-RNK o‘ziga mos keladigan antikodonga ega. Psevdouridinli ilmoqda minor psevdouridin komponenti bo‘ladi. U 7 ta nukleotiddan iborat bo‘lib, ular orasida albatta 5'-TφS G-3' ketma-ketligi bo‘ladi.

Ribosoma bilan t-RNK ning aynan shu ilmog‘i o‘zaro ta’sirlanadi degan taxmin qilinadi. t-RNK ning D-shoxchasi 8-12 nukleotiddan iborat ilmoqli bo‘ladi. Bu digidrouridin ilmog‘i bo‘lib, unda doimo bir nechta digidrouridinning minor qoldiqlari bo‘ladi. Barcha t-RNK larda har xil uzunlikdagi qo‘shimcha beshinchi shoxcha bo‘ladi, uning funksiyasi hanzugacha yaxshi o‘rganilmagan, aftidan, uning yordamida har xil uzunlikdagi t-RNK molekularining uzunligi muvofiqlashtiriladi (31-rasm).



31-rasm. Transport RNK ning tuzilishi.

I - umumiy tuzilish, II – uchlamchi strukturasi.

Metillangan va boshqa xilda modifikatsiyalangan nukleotidlar t-RNK molekulasining vodorod bog‘lari hosil bo‘lmaydigan joylarda joylashadi. Ehtimol, ularning t-RNK ning

uchlamchi strukturasi shakllanishida ma'lum darajadagi roli bo'lishi mumkin. Evolyutsion rivojlanishning turli bosqichlarida bo'lgan organizmlardan ajratib olingan t-RNK larning birlamchi strukturasi taqqoslash uning yuqori darajadagi konservativ modda ekanligidan dalolat beradi.

Sintez qilingan oqsilning birinchi aminokislotalarini ribosomaga olib keladigan initsiator (tashabbuskor) t-RNK larning tuzilishi barcha umurtqali hayvonlarda bir xildir. Shunday qilib, bu t-RNK lar 500 million yil davomida, ya'ni umurtqali hayvonlarning paydo bo'lgani (divergensiyasi)dan boshlab o'zgarishsiz qoldi deb hisoblash mumkin.

### 14.5.3. Matritsa (axborot) RNK si

Transkripsiya paytida **matritsa** yoki **axborot – m-RNK (a-RNK)** hosil bo'ladi. U o'zida DNK ning ma'lum bir qismida kodlangan genetik ma'lumotlarning aniq nusxasini, ya'ni oqsillardagi aminokislotalarning ketma-ketligi haqidagi axborotni mujassamlashtirgan. Prokariot organizmlarda transkripsiya jarayonida birdaniga axborot RNK si (m-RNK) hosil bo'ladi. Eukariot hujayralarda transkripsiya jarayonida dastlab, pro-m-RNK hosil bo'ladi. Matritsa (axborot) RNK deb nomlanishiga sabab, uning hujayrada bajaradigan funksiyasidan kelib chiqadi: u ribosomada polipeptid zanjiri sintezlanishi uchun qolip vazifasini bajaradi. Har bir aminokislota uchun unga mos keladigan ma'lum uchlik (triplet) kodon deb nomlangan nukleotidlari bo'ladi. m-RNK zanjiridagi kodonlarning ketma-ketligi oqsil tarkibidagi aminokislotalarning ketma-ketligini aniqlaydi. Aynan, m-RNK oqsilning birlamchi strukturasi haqida irsiy axborot (informatsiya)ni belgilaganligi sababli, uni ko'pincha **axborot RNK (a-RNK yoki i-RNK yoki hatto q-RNK)** deb atashadi.

Hujayradagi m-RNK miqdori uncha ko'p emas: u umumiy RNK miqdorining 2-6 % tashkil qiladi. Shu bilan birgalikda, m-RNK lar molekular og'irligi va nukleotidlar ketma-ketligi jihatidan sezilarli darajada farq qiladigan har xil turdagi molekulalardan tashkil topgan bo'ladi.

RNK ning bu turi oqsillardagi aminokislotalarning ketma-ketligini belgilaydi, ular oqsillarni kodlovchi sistron-qismlardan tashkil topgan bo'ladi. Molekulalarning oxirgi qismida translatsiyalanmaydigan qism joylashadi. Molekula 5'-uchining boshida presistron qism, keyin kodlovchi zona va undan ham keyin 3'-uchida postsistron qism joylashadi. Agar m-RNK bitta oqsil sintezini kodlasa, u monosistron (monogen) m-RNK, agar bir nechta oqsillar sintezini kodlasa, polisistron (poligen) m-RNK deb yuritiladi. Keyingi holatda uning sistron oralig'i qismlari – speyserlar joylashgan bo'lib, u oqsillarni kodlamaydi.

Barcha eukariot m-RNK larning 5'-uchining tarkibida 7-metilganozinli **kep** (inglizcha, cap-kepka so'zidan olingan) guruhi joylashgan bo'ladi. Taxminlarga qaraganda, kep m-RNK ni stabillashishi uchun zarur, bu uning 5'-ekzonukleazalar ta'sirida parchalanib ketishining oldini oladi. Kepning birikish jarayoni **kemping** deb

nomlanadi. Keyin birinchi kodondan 3-15 nukleotid oldin m-RNK ning 5'-uchiga keyingi qismda m-RNK ning ribosoma bilan o'zaro ta'sirlanishini ta'minlaydigan nukleotidlar joylashadi. Bundan keyin esa, m-RNK da oqsil sintezi boshlanishini signali hisoblangan **initsiatsiya kodoni** – AUG bo'ladi va undan keyin polipeptid zanjirining N-uchida aminokislotalarga mos keladigan kodonlar joylashadi. Oqsil sintezining tugashi signali sifatida UAA, UAG yoki UGA kodonlardan birontasi xizmat qiladi. Ushbu turdagi RNK, ya'ni m-RNK murakkab ikkilamchi strukturaga ega bo'lib, unda oqsil sintezining boshlanishi (initsiatsiya) va tugashi (terminatsiya)ga oid ma'lumotlar dasturi mujassamlashgan.

#### 14.5.4. Ribosomal RNK. Ribosomaning tuzilishi

Ribosomal RNK ribosomani shakllanishida oqsillarni joylashuvi uchun asos hisoblanadi. Hayvonlar va o'simliklarning r-RNK ning o'lchamlari bir-biridan farq qiladi. Hayvonlarning ribosomalarida 28 S, 18 S r-RNK mavjud. Hayvonlarda 28 S r-RNK evolyutsion taraqqiyot shajarasida tutgan o'rniga mos tarzda har xil turlarda kattalik jihatidan farq qiladi; agar uning molekular og'irligi dengiz kirpilarida 1,4 million Da ga teng bo'lsa, sutemizuvchilarda 1,75 million Da gacha bo'ladi. O'simliklar ribosomalarida 25 S, 18 S, ba'zan esa 16 S r-RNK lar bo'ladi.

Nukleotid tarkibi turli xil biologik obyektlardan olingan r-RNK larda o'xshash bo'ladi, masalan, kalamush jigari va E.coli r-RNK lari o'zaro o'xshashdir. r-RNK tarkibida miqdoriy jihatdan guanil nukleotidlari ustunlik qiladi; uridil va sitidil esa oz va taxminan teng miqdorda uchraydi; psevdouridin va metillangan asoslar nihoyatda kam yoki hatto ularning izigina bo'ladi xolos.

Ribosomal RNK lar oqsillarning birikishi uchun asos hisoblanib, unga oqsillar birikib, zich ravishda o'ralish asosida ribonukleoproteidni hosil qiladi.

r-RNK ning ikkilamchi strukturasi ilmoqcha-molekulaning qo'sh zanjirli kalta bo'lakchalari evaziga hosil bo'ladi. r-RNK molekulasining taxminan 2/3 qismi ilmoqchaga aylanadi, molekulaning qolgan qismi purin asoslaridan iborat bo'lib, toq "amorf" qismdan iborat. Ribosomalarning oqsillari, asosan, "amorf" qismlarga birikkan bo'ladi. Oqsillar r-RNK bilan kooperativ ravishda birikadi: ularni ribonukleoproteidlar zanjiridan ajratishga uringanda, ular yakka-yakka emas, balki guruh holatida ajraladi.

Ribosomalarning oqsil tarkibi geterogendir. Ribosoma oqsillarining molekular massasi 5000-7000 Da dan 50000-70000 Da gacha bo'ladi. Subbirliliklar tarkibidagi oqsillar turli bo'ladi. Ribosomaning har bir oqsili o'ziga xosligi bilan ajralib turadi, ya'ni yagona molekula tarzida uchraydi. N-uchidagi qoldig'i bilan farqlanuvchi L7 va L1 hamda o'zaro bir xil tuzilishli L20 va L26 oqsillari bundan istisno hisoblanadi. Ribosoma oqsillari, xuddi gistonlar kabi, ishqoriy xossaga ega. Turli xil manbalardan ajratib olingan mitoxondriyalarning ribosomal oqsillari tarkibi, miqdoriy va sifatiy ko'rsatkichi jihatdan

bir-biridan farq qiladi. Mitoxondrial r-RNK sitoplazmatik r-RNK dan va prokariot r-RNK dan o'zlarining birlamchi va ikkilamchi strukturalari bo'yicha farq qiladi.

Mitokondrial r-RNK strukturasi o'zining ancha po'k ekanligi, barqarorligini pastligi va spirallashtirilgan qismlarini kamligi bilan ajralib turadi. Mitoxondriya va xloroplastlarning yirik r-RNK lari prokariotlarnikiga o'xshash bo'ladi. Oqsil sintezi paytida ma'lum miqdordagi ribosomalar (3 tadan 80-100 gacha) m-RNK ning uzun ipsimon molekulalariga birikib, polisomalarni hosil qiladi. Polisomadagi har bir ribosoma to'liq polipeptid zanjirini sintezlash qobiliyatiga ega.

Ribosomalar guruhlarining shakllanishi m-RNK ning faoliyat samaradorligini oshiradi, chunki bunda bir vaqtning o'zida bir nechta bir xil polipeptid zanjirlari sintezlanishi mumkin bo'ladi. Polisomalar erkin holatda yoki endoplazmatik to'ra membranalar bilan chambarchas bog'langan bo'ladi. Hujayra ichi oqsillarini kodlovchi m-RNK, asosan, erkin polisomalar bilan bog'langanligi, sekretor oqsillarni kodlovchi m-RNK esa membranalar bilan bog'langanligi aniqlandi.

**Ribosomalar.** Elektron mikrofotosuratlarida ribosomalar, taxminan, sferik shakldagi zich, yumaloq donachalar sifatida ko'zga tashlanadi. Hujayradagi ribosomalar soni juda ko'p: ularning soni bakteriyalarda o'rtacha  $10^4$ , eukariotik hujayralarda  $10^6$  bo'ladi. Ribosomalar, asosan, sitoplazmada, qo'shimcha ravishda yadroda (ayniqsa, yadrochada), mitoxondriyalarda va xloroplastlarda joylashgan bo'ladi. Hajmi va molekulyar og'irligiga qarab hozirgacha o'rganilgan barcha ribosomalar uch guruhga bo'linadi.

**Birinchi guruhga** nisbatan kichik bakterial ribosomalar kiradi. Ular kichik 30 S va katta 50 S subbirliklardan tashkil topgan bo'lib, sedimentatsiya konstantalari 70 S va m.o. =  $3 \times 10^6$  ga teng.

**Ikkinchi guruhga** eukariotik hujayralarning yirik ribosomalari kiradi. Ularning sedimentatsiya konstantalari 80 S m.o. =  $4,5 \times 10^6$  ga teng, ular ham ikkita – kichik 40 S va katta 60 S subbirliklarga ega.

**Uchinchi guruh** eukariotik hujayralarning mitoxondriyalari va xloroplastlari ribosomalaridan iborat. Mitoxondrial ribosomalar 70 S sinfiga kiradi. Ammo ular turli xil eukariot guruhlarida sedimentatsiya koeffitsiyentlari bilan farq qiladi.

Mitoxondrial ribosomalarning sedimentatsiya koeffitsiyenti, zamburug'lar va evglenada 70-74 S, yuqori taraqqiy etgan hayvonlarda 55-60 S, yuksak o'simliklarda 80 S, xloroplast ribosomalarning sedimentatsiya koeffitsiyenti esa 67-70 S ga teng bo'ladi.

## **14.6. Nuklein kislotalarning biosintezi va almashinuvi**

### **14.6.1. Purin va pirimidin nukleotidlarining biosintezi**

Ma'lumki, purin va pirimidin mononukleotidlari de novo, ya'ni oddiy tuzilishga ega bo'lgan dastlabki moddalardan, shuningdek, bevosita tayyor purin va pirimidin asoslaridan sintezlanishi mumkin. Holbuki, sutemizuvchilarning to'qimalarida nukleotidlar de novo yo'l bilan sintezlanadi, garchi jadal o'sadigan to'qimalarda ular ikkala yo'l bilan ham

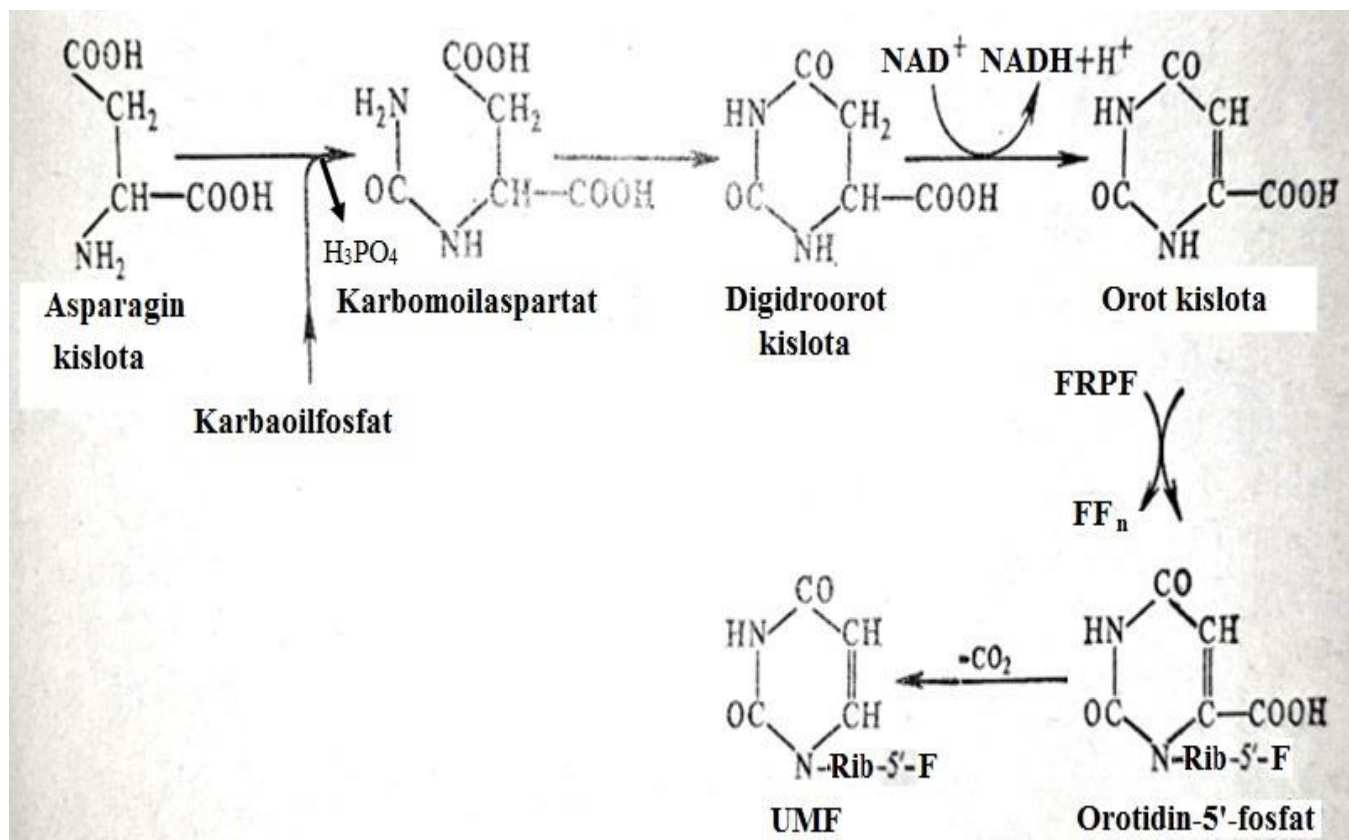
sintezlanishi mumkin. Bakteriyalarning ko'p turlarini yaxshi o'sishi va rivojlanishi uchun ozuqa muhitida purin va pirimidin asoslarining tayyor molekulari bo'lishi zarur.

**Purin asoslarining biosintezi.** Purin halqasining de novo yo'li bilan biosintezi turli turlarga mansub tirik mavjudotlarda: bakteriyalar, zamburug'lar, qushlar va odamlarda bir xil tarzda amalga oshadi. Bu barcha tirik mavjudotlarda kechadigan qator asosiy biokimyoviy jarayonlarning bir xil ekanligini ko'rsatadi. Bunda murakkab sintez jarayoni tufayli azotli asos emas, balki uning nukleotidi-inozin kislotasi hosil bo'ladi. Shunday qilib, barcha qolgan purin asoslarini sintezlanishi uchun inozin kislotasi asos bo'lib xizmat qiladi.

Inozin kislotasini aminlanishi natijasida adenil kislota (AMF) hosil bo'ladi, buning uchun amin guruhni asparagin kislota yetkazib beradi. Guanil kislota (GMF)ning inozin kislotadan hosil bo'lish jarayoni ikki bosqichda amalga oshadi. Birinchi bosqichda inozin kislota oksidlanib, ksantozin-5'-fosfat (KMF)ga aylanadi, ikkinchi bosqichda aminlanish orqali guanil kislota (GMF)ni hosil qiladi. Bunda qushlarda aminoguruhning donori sifatida glutamin, bakterial tizimlarda esa ammiak xizmat qiladi.

**Pirimidin asoslarining biosintezi.** Pirimidin asoslarini sintezlanishining birinchi bosqichi  $\text{NH}_3$  va  $\text{CO}_2$  dan karbomoil fosfat hosil bo'lishi hisoblanadi. Keyin karbomoil fosfat asparagin kislota bilan reaksiyaga kirishadi va aspartat karbomoil-transferaza ta'sirida karbomoil aspartatga aylanadi. Hosil bo'lgan karbomoilaspartat siklizatsiyalanish va oksidlanish jarayonlariga duch kelib, orot kislotaga aylanadi, ya'ni pirimidin halqasining shakllanishi yuz beradi.

Shunday qilib, pirimidin nukleotidlarini sintez qilishda, yuqorida aytib o'tilgan purinli nukleotidlardan farqli o'laroq, dastavval erkin azotli asos hosil bo'ladi. Va shundan keyingina pirofosforilaza reaksiyasi bo'lib o'tadi, reaksiya davomida orot kislotaga fosforibozilpirofosfata (FRPF)dagi ribozo-5'-fosfat birikadi, bunda orotidin-5'-monofosfat (OMF) nukleozidi hosil bo'ladi. OMF ning dekarbosillanishi boshqa pirimidin nukleotidlarining asosi bo'lgan -uridin-5'-monofosfata (UMF) ning hosil bo'lishiga olib keladi (Rasm-32).



32-rasm. Pirimidin nukleotidlarining biosintezi sxemasi.

Uratsilning sitozinga aylanishi nukleosid trifosfatlar darajasida sodir bo'ladi. Bu STF-sintetaza fermenti ta'sirida  $UTF + NH_3 + ATF \rightarrow STF + ADF + \text{Ortofosfat kislota}$  tarzida amalga oshadi. Timidin nukleotidlari deoksiuridinmonofosfatning metillanishi natijasida hosil bo'ladi. Bu reaksiya timidilat sintetaza deb ataladigan fermentlar tizimi tomonidan katalizlanadi. Bu jarayon juda murakkab va bir necha bosqichda yuz beradi. Bunda C-5 dagi bir uglerodli fragment manbaysifatida N<sup>5</sup>, N<sup>10</sup>-metilentetrogidrofol kislota kofermenti xizmat qiladi.

**Deoksiribonukleotidlarning biosintezi.** Ribozaning dezoksiribozaga aylanishi nukleotid darajasida sodir bo'ladi. Ushbu jarayonning mexanizmi E.coli ekstraktlaridagi ribonukleotidlarning qaytarilishini o'rganish jarayonida aniqlandi. Bunda ribonukleozid-difosfat-reduktaza to'rttala ribonukleozid difosfat – ADF, GDF, SDF, UDF larni ularning dezoksiribonukleotid hosilalari – dADF, dGDF, dSDF, dTDF gacha qaytarilish reaksiyalarining katalizini amalga oshirar ekan.

## 14.6.2. Nuklein kislotalarining sintezi va ularning almashinuvida ishtirok etuvchi fermentlar

### 14.6.2.1. DNK polimeraza

Bakteriyalarning hujayraviy strukturalarida bir necha xil DNK-polimerazalar uchraydi. Dastlab DNK-polimeraza I A.Kornberg va hammualliflar tomonidan (1956) E.coli ekstraktlaridan ajratib olingan edi. Bu ferment nukleotidlarni bir zanjirli matritsada polimerlanish reaksiyasini katalizlaydi. Sintez uchun “DNK oqligi” (praymerining bo‘lishi) talab qilinadi. Polimerlanish DNK oqligining 3'-OH-guruhiga mononukleotidlarni biriktirish orqali boradi. Matritsa ferment tomonidan komplementarlik qoidasiga mos ravishda tegishli nukleotidni tanlanishini belgilaydi: A ga T, G ga S birikadi. Zanjirning o‘tib borishi 3'-OH-yo‘nalishida sodir bo‘ladi. DNK-polimeraza maxsus ravishda dezoksiribonukleozidlardan 5'-trifosfatlar mavjudligida faol bo‘ladi, 5'-difosfatlar va 5'-monofosfatlar mavjudligida u faollikka ega bo‘lmaydi. Ular ribonukleozidlar va 5'-trifosfatlar mavjudligida ham faol emas. Reaksiya bo‘lib o‘tishi uchun  $Mg^{2+}$  ionlarini bo‘lishi talab qilinadi.

DNK replikatsiyasi jarayonida DNK polimeraza I ning sintezlash funksiyasi yordamchi-vositachilik rovidan iborat bo‘lib, bu ferment RNK-oqlik ajralgandan keyin DNK fragmentlari orasida paydo bo‘lgan nuqsonlarni “tikish yo‘li bilan ta’mirlaydi”. Shuningdek, DNK-polimeraza I korreksiyalash funksiyasini ham bajaradi, ya’ni DNK ga noto‘g‘ri birikib qolgan nukleotidlarni ajratib turadi. Bu holatda ferment 3'---->5'-ekzonukleaza tartibdagi faollikni namoyon qiladi. DNK-polimeraza I reparatsiya jarayonida, ya’ni DNK ning shikastlangan joylarini tiklashda muhim rol o‘ynaydi. Boshqa DNK polimerazalardan farqli o‘laroq, DNK polimeraza I DNK matritsasida bir nechta uzilgan joylar bo‘lganda ham, sintezni amalga oshirishi mumkin.

Bu hodisa 5'-3'-ekzonukleazaning o‘ziga xos faollikka egaligi, ya’ni DNK polimeraza I qator nukleotidlarni ajratishi, shikastlanish darajasini kattalashtirib, uni sintezlash uchun yaroqli bo‘lgan “start maydonchasi”ga aylantirishi bilan bog‘liq.

Hujayralarning ultrabinafsha nurlari bilan nurlanishi natijasida hosil bo‘ladigan timin dimerlarini bir-biridan ajralishi natijasida paydo bo‘lgan shikastlanishlarning tiklanishida DNK polimeraza muhim ahamiyatga ega. Nukleotidni 3'-uchiga bir vaqtning o‘zida kiritilishi va 5'-uchidan nukleotidni olib tashlashni katalizlash orqali DNK polimeraza I DNK molekulasini yakka zanjirli holatga ajralib siljib borishini ta’minlaydi. Aftidan, bunday ajralib siljib borish yoki “nik translatsiyasi” (inglizcha, “nick” – “kertik” so‘zidan olingan) tufayli hujayralarni ultrabinafsha nurlari bilan nurlanishidan kelib chiqadigan shikastlanishlarning reparatsiyasi (tiklanishi)da ham sodir bo‘ladi.

Shuni aytish mumkinki, DNK polimeraza I ning hujayradagi ahamiyati juda muhimdir.

E.coli hujayralarida DNK polimeraza II ham uchraydi. Uning roli DNK molekulasidagi shikastlangan qismlarni tiklashdan iborat. Agar DNK oralig‘idagi

uzilishlar 2-100 nukleotid darajasida bo'lsa, u holda DNK polimeraza II uni uzilgan joyning 3'-OH-uchi tomoniga nukleotidlarni biriktirish orqali to'ldiradi. Agarda uzilishlar soni bundan ham ko'p bo'lsa, unda DNK polimeraza II reparatsiyalashga qodir bo'lmaydi yoki uni qisman amalga oshiradi. Hujayrada DNK polimeraza I bo'lmagan taqdirda, DNK polimeraza II DNK ning replikatsiyasi jarayonida hosil bo'lgan DNK fragmentlarini tiklab to'ldiradi. T.Korenberg va hammualliflar tomonidan E.coli hujayralaridan DNK polimeraza III ham ajratib olingan. Bu ferment DNK replikatsiyasida muhim rol o'ynaydi. DNK polimeraza III, boshqa polimeraza turlari kabi, polimerlanishni 5'-3' yo'nalishida amalga oshiradi. In vitro sharoitida matritsa sifatida 3'-OH- uchli ko'p sonli uzilishlarga ega bo'lgan qo'sh zanjirli DNK molekulasi xizmat qiladi. DNK polimeraza III ning faolligi DNK polimeraza I ga nisbatan 15 baravar, DNK polimeraza II ga qaraganda 300 baravar yuqori bo'ladi.

Eukariot hujayralarida E.coli va boshqa prokariot hujayralardagi singari, bir nechta DNK polimerazalar uchraydi. Prokariotlardan farqli o'laroq, eukariot DNK polimerazalar ekzonukleaza faolligiga ega bo'lmaydi, shuning uchun ular korreksiyalash funksiyasini bajara olmaydilar. DNK-polimerazalar orasida  $\alpha$ -DNK-polimeraza ko'proq uchraydi, ayniqsa, u jadal o'sadigan hujayralarda ko'p bo'lib, yadro DNK si replikatsiyasini amalga oshiradi. Eukariot hujayralarida ikkinchi xil  $\beta$  -DNK polimeraza uchraydi va yadro DNKsini reparatsiyasida ishtirok etadi, u tuban eukariotlarda (xamirturush, tuban o'simliklar) bo'lmaydi. Y-DNK polimeraza mitoxondriyada uchraydi. Yuqoridagi ikki xil polimerazalardan xossalari jihatidan ajralib turadi va mitoxondriyal DNK ning replikatsiyasini katalizlaydi.

#### **14.6.2.2. DNK ga bog'liq bo'lgan RNK polimeraza**

Hujayradagi barcha RNK turlari – matritsa, ribosomal, transport – DNK matritsasida sintezlanadi. Ular DNKga bog'liq bo'lgan RNK-polimeraza ta'sirida hosil bo'ladi. Bunda, DNK zanjiridagi deoksiribonukleotidlar ketma-ketligi, xuddi boshqa “til harflari” yordamida RNKdagi ribonukleotidlar ketma-ketligiga qaytadan ko'chirib yoziladi, ya'ni transkripsiyaga uchraydi. RNK polimerazalar hayvon, o'simlik va bakteriyalar hujayralarida uchraydi. RNK polimeraza E.coli va ba'zi bakteriofaglarda yaxshi o'rganilgan. E.colida transkripsiya RNK-polimerazadan tashqari yana bitta RNK-polimeraza mavjud bo'lib, u DNK sintezini inisiatsiyasi uchun va uni fragmentlarini sintezi uchun kerakli bo'lgan kalta RNK-oqlikni sintezlash vazifasini bajaradi. Xamirturushdan tortib, to sutemizuvchilargacha bo'lgan barcha eukariotlarda ko'p sonli RNK-polimerazalar tizimi mavjudligi aniqlangan.

**RNK-polimeraza I** yadrochada uchraydi va ribosomal RNK sintezini katalizlaydi. Ushbu ferment ikki xil shaklda mavjud bo'lib, ulardan bittasida 5-6 subbirligidan tashkil topgan bo'lsa, ikkinchisida bir subbirlikka kam bo'ladi.

**RNK-polimeraza II** beshta subbirlikdan iborat va nukleoplazmada uchrab, eukariotlarning oqsillarini kodlovchi barcha genlarni, shuningdek, hayvon viruslarining asosiy genlarini transkripsiyalaydi.

**RNK-polimeraza III** 10 va undan ortiq subbirliklardan iborat bo'lib, nukleoplazmada lokalizatsiyalashgan 5 S RNK va t-RNK sintezini katalizlaydi.

Yuqorida keltirilgan barcha RNK polimerazalar subbirliklarining molekular og'irliklari keng chegaralardagi o'zgarishlarga ega bo'ladi. Eukariot mitoxondriyalar mustaqil matritsali sintez apparatiga ega. Ular orasida hozirgacha ma'lum bo'lgan RNK polimerazalardan molekular og'irligi 64000 Da bo'lgan eng oddiy monomer ajratib olingan.

#### **14.6.2.3. Teskari transkriptaza**

Teskari transkriptaza yoki RNK ga bog'liq bo'lgan DNK-polimeraza alohida qiziqish uyg'otadi. Ushbu ferment kashf qilinishidan oldin genetik axborot faqat DNK dan RNKga (transkripsiya) uzatiladi, deb taxmin qilinardi. Bu ferment RNK da DNK ni sintez qiladi, genetik ma'lumotni RNK dan DNK ga o'tkazadi va shuning uchun teskari transkriptaza yoki revertaza deb yuritiladi. Transkriptaza uch xil fermentativ faollikka ega.

**Birinchisi – RNKga bog'liq bo'lgan DNK-polimerazaning faolligi.** Bu ferment RNK matritsasida yakka zanjirli komplementar DNK (k-DNK) sintezini ta'minlaydi; u uzunligi 4 dan 200 gacha nukleotidlardan iborat bo'lgan ribo- yoki dezoksiribonukleotidlardan tashkil topgan oqliq sifatidagi vazifani bajaruvchi, ya'ni, albatta, 3'-OH-guruh tutuvchi gomo- yoki geteropolimerning bo'lishini talab qiladi.

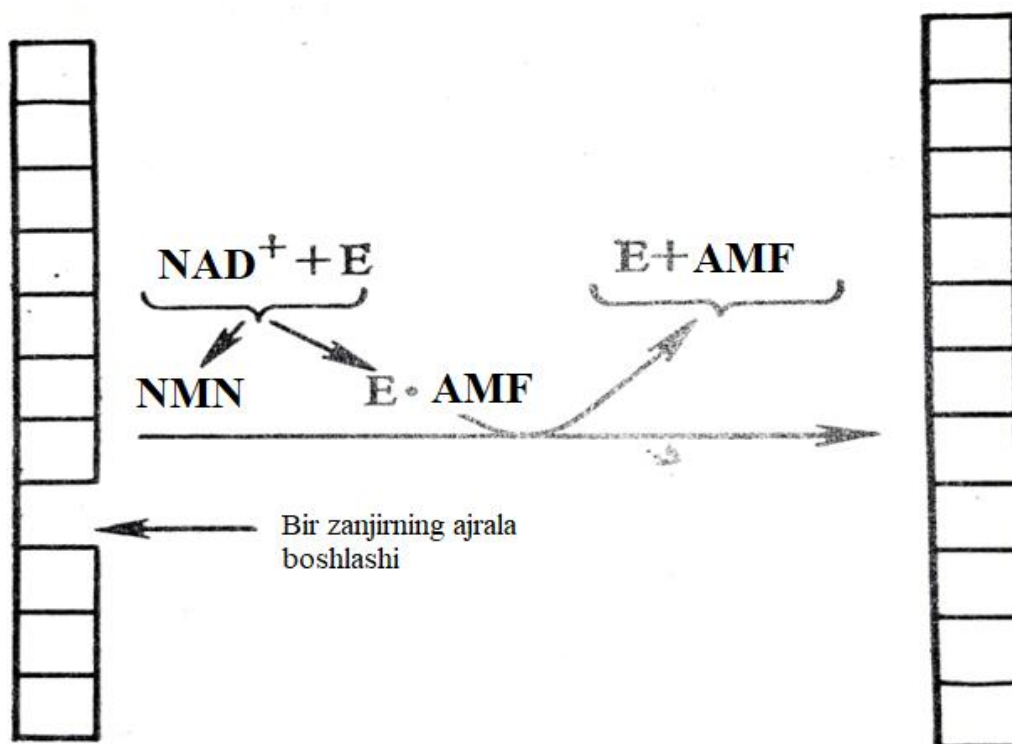
**Ikkinchisi DNKga bog'liq bo'lgan DNK-polimeraza faolligi** bo'lib, u DNK ikkinchi zanjirining (anti-k-DNK) sintezini ta'minlaydi va DNK matritsada bir zanjirli DNK ning qo'sh zanjirli DNK ga aylanishiga javob beradi.

**Uchinchisi RNK-DNK gibrididagi RNK ni gidrolizlaydigan RNK aza H ning faolligidir.** Shunday qilib, dastlab teskari transkriptaza fermenti ta'sirida RNK matritsada DNK ning komplementar zanjiri sintezlanadi, buning natijasida ikki zanjirli RNK-DNK gibrid molekulasini hosil bo'ladi. Keyin dastlabki RNK molekulasini parchalanadi, qolgan DNK zanjirida teskari transkriptaza DNK ning ikkinchi zanjirini tuzadi va nihoyat ikki zanjirli molekula hosil bo'ladi.

Hosil bo'lgan ikki zanjirli virus DNK si xo'jayin hujayrasining genomiga (xromosomasiga) kirib joylashishi mumkin. Keyinchalik, bu onkornovirusning ko'payishiga (RNK li onkogen virus) yoki shishning paydo bo'lishiga olib keladi. Teskari transkriptazaning sintezini kodlovchi gen onkornovirus genomida uchraydi. Teskari transkriptazaning xossalari o'rganish bu fermentdan genetik muhandislikda genlarni sintez qilish, virus genomlarning turli qismlarini o'rganish, shuningdek, eukariot hujayralardagi genlar sonini, ularning birlamchi strukturasi va protsessingini (qayta tiklanishi)ni o'rganishda foydalanish imkonini berdi.

#### 14.6.2.4. DNK ligazalar

DNK zanjirida ahyon-ahyonda yuz beradigan uzilishlar **DNK ligazalar** deb nomlangan fermentlar tomonidan tiklanadi. Bu fermentlar bir nukleotid birligi darajasidagi masofagacha yaqinlashgan DNK fragmentlarini 3'-OH va 5'-fosforil bog'lar o'rtasida fosforli efir bog'lanish hosil bo'lish reaksiyasini katalizlaydi. Sintez jarayoni NAD<sup>+</sup> dagi (E.coli va boshqa prokariotlarda) yoki ATF dagi (eukariotlarda) pirofosfat bog'ning ajralishi bilan birgalikda yuz beradi. Shu yo'sinda DNK ning kovalent bog'lanishli yopiq zanjirlari hosil bo'ladi.



Bunda NAD<sup>+</sup> dan NMN (nikotin mononukleotid), ATF dan esa pirofosfat kislota ajralib chiqadi. Har ikkala holatda ham hosil bo'lgan AMF avval fermentga, so'ngra DNK ning tikiladigan 5'-uchiga birikadi, uni faollashtiradi va ligaza reaksiyasi nihoyasiga yetgandan so'ng ajralib chiqadi. Ligazalar nuklein kislotalar almashinuvida muhim rol o'ynaydi, replikatsiya, reparatsiya va rekombinatsiya jarayonlarida ishtirok etadi. Gen muhandisligida ligazalardan DNK molekulalarini bir-biriga "tikish"da foydalaniladi.

#### 14.6.2.5. Replikatsiya

RNK-tutuvchi viruslarning RNK replikatsiyasi RNK ga bog'liq bo'lgan RNK-polimeraza (RNK replikaza) tomonidan amalga oshiriladi. Virus bilan zararlangan hujayrada bu fermentning hosil bo'lishini virus RNK si indutsiraydi. Bu ferment bir zanjirli virus RNK sining sintezi uchun nukleozid trifosfatlardan foydalanadi. Dastlab,

ferment virus RNK matritsasında qarama-qarshi qutbli (replikativ shakldagi) komplimentar RNK hosil qiladi. Keyinchalik, bu zanjir ko‘plab yangi virus RNK zanjirlari sintezi uchun matritsa sifatida xizmat qiladi. Sintezning bu ikkala bosqichini bir xil ferment katalizlaydi, lekin ularning har birida xilma-xil oqsil omillari ishtirok etadi.

#### **14.6.2.6. Polinukleotid fosforilaza**

Bu ferment quyidagi tartibda nukleoziddifosfatlardan t-RNK sintezlanishini katalizlaydi:



Ushbu sintez uchun mononukleotidlarning erkin 3'OH-guruhiga birikkan RNK oqlik zanjiri bo‘lishi kerak. Mahsulot tarkibi dastlabki aralashmadagi ribonukleozid difosfatlarning nisbati bilan belgilanadi, bu esa in vitro sharoitida belgilangan nukleotid tarkibli polimerlarni olish imkonini beradi.

#### **14.6.2.7. DNK (sitozin-5) - metiltransferaza (DNK metilaza)**

Ma'lumki, asosiy azotli asoslar bilan birgalikda DNK tarkibida minor komponentlar – metillangan, glyukozalangan va boshqa tarzda modifikatsiyalangan asoslar uchraydi. Bu azotli asoslar birlamchi strukturaning xususiyatlari bilan bir qatorda DNK ning turga oid bo‘lgan maxsusligini ta'minlaydi. Odatdagi azotli asoslarning modifikatsiyasi DNK zanjirlari yig‘ilgandan keyin yuz beradi. Masalan, adeninning 6-amino guruhi va sitozinning C-5 guruhi metillanadi. S-adenozilmetioninning guruhi DNK zanjirining adenin yoki sitozin qoldig‘iga ko‘chiriladi, bu reaksiya esa DNK-metilaza tomonidan katalizlanadi. Metillanish DNK molekulasining ma'lum nukleotidlar ketma-ketligi joylashgan aniq nuqtalarda sodir bo‘ladi. Metillanish DNK ni parchalash tavsifiga ega bo‘lgan DNK-restruksion fermentlari ta'siridan himoya qiladi.

#### **14.6.2.8. Nukleazalar**

Nuklein kislotalar molekularida fosfodiefir bog‘larni uzadigan fermentlarga nukleazalar deyiladi. Fosfodiefir bog‘larni ajratish ikki usulda amalga oshishi mumkin: bir holatda 5'-uchi, ikkinchi holatda 3'-uchi fosforlangan mahsulotlar hosil bo‘ladi. Nukleazalarning ikki turi: endo- va ekzonukleazalar mavjud.

**Endonukleazalar** molekula ichidagi fosfodiefir bog‘larni bir vaqtning o‘zida ko‘p nuqtalarda har xil kattalikdagi bo‘lakchalarning hosil bo‘lishi yo‘li bilan gidrolizlaydi. Ekzonukleazalar polipeptid zanjirning bir uchidan nukleotidlarni bir-biridan birin-ketin ajratib boradi. Nukleazalarning o‘ziga xos xususiyatiga ko‘ra, ribonukleazalar (RNKazalar) va dezoksiribonukleazalar (DNK azalar)ga bo‘linadi.

Hujayralarda nukleazalar turli funksiyalarni bajaradi. Masalan, RNK aza I har xil tipdagi RNK larni mononukleotidlarga ajratadi, keyinchalik ular yangi RNK ni sintezlash uchun ishlatiladi, RNK aza II, III, IV, P lar esa m-RNK, r-RNK, t-RNK larning

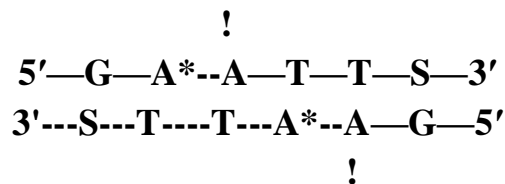
protsessingida ishtirok etadi, ular shu RNK xillarining dastlabki mahsuloti sifatida hosil bo'ladi.

RNK aza DNK-RNK gibrid komplekslaridan RNK ni maxsus ravishda ajratish funksiyasini bajaradi. Shuningdek, u DNK sintezi paytida RNK oqlikni va teskari transkriptaza ishi paytida RNK ning ajralishida ishtirok etishi mumkin. DNK azalar guruhi ham turli xil fermentlardan iborat. Endonukleazlarga DNK aza I va II lar kiradi.

Tadqiqotchilarning e'tiborini nukleotidlar ketma-ketligi o'ziga xos tarzda joylashgan, odatda palindrom, uzunligi 4-6 nukleotidi bo'lgan DNKni aniq belgilangan joylarda uzadigan DNK azalar o'ziga jalb qildi. Ularni restriktazalar (DNK ning restriksion fermentlari) deb ataladi. Restriktaza ham, metilaza ham DNK dagi bir nechta nukleotidlardan iborat bo'lgan bir xil ketma-ketlikni "taniydi". Restriktaza fermenti qo'sh zanjirli DNK ning zanjirlarini "tanish" jarayoni zanjirdagi ketma-ketlikning birontasi ham metillanmagan bo'lgandagina ta'sir eta oladi. Restriktazalar uch xil maxsuslikka ega, ular jumlasiga: 1) "taniydigan" ketma-ketlik maxsusligi; 2) restriksiya (parchalash) joyi maxsusligi; 3) "taniydigan" ketma-ketlik asoslarini metillanish maxsusligi kiradi.

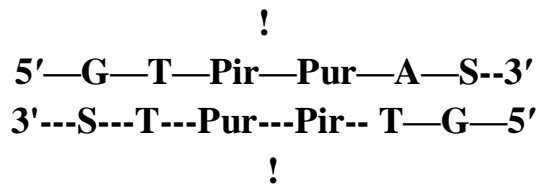
Restriktazalarning nomi uch harfli shaklda nomlanadi, bunda nomlashni birinchi harf mikroorganizm-produtsent avlodining nomi va tur nomining dastlabki ikki harfidan foydalanib hosil qilinadi. Agar restriktaza plazmada yoki fag geni tomonidan kodlanadigan bo'lsa, unda bu xromosomasiz elementning belgisini ifodalash lozim bo'ladi, masalan, EcoR. Agar shtamm tarkibida bir nechta restriktazalar bo'lsa, ular rim raqamlari yordamida: Hind I, Hind II, Hind III tarzida belgilanadi. Agar bir xil turga mansub bakteriyalarda turli xil restriktazalar uchrasa, uchta harfga qo'shimcha yana raqam yoki harf qo'shib shtamm: Eco B, Eco K kabi nomlanadi.

Restriktazalar uch xilga bo'linadi. Restriktazalarning I va III xillari ikki xil: restriksion va metillovchi faollikka ega. Fermentlarning bu ikkala turi ham DNK dagi metillanmagan nukleotidlar ketma-ketligini maxsus ravishda "taniydi". Restriktaza I turi (masalan, Eco B, Eco K) restruksiya nuqtalariga nisbatan maxsuslik jihati pastligi bilan tavsiflanadi. Restriktazaning III tur fermentlari (Eco PI, Hind III) DNK ni maxsus nuqtalarda "kesib" tashlaydi, lekin parchalanishni oxiriga yetkaza olmaydi, chunki bir yo'la parchalanish bilan birga uni oldini oladigan metillanish reaksiyasini ham katalizlaydi. Restriktaza II turi alohida oqsillardan-restriktazani o'zidan va metilazadan tashkil topgan. Ushbu fermentlar DNK dagi ma'lum bir ketma-ketlikni "taniydi", u, odatda, 4 yoki 6 juftlikdan iborat bo'lgan palindrom hisoblanadi. Molekular og'irligi uncha katta bo'lmagan restriktaza (taxminan 60,000 Da) bu ketma-ketlikni yoki yaqin joylashgan ketma-ketlikni "kesadi". Masalan, EcoR I-endonukleaza geksanukleotidlar ketma-ketligini "taniydi" va quyida ko'rsatilgan undov belgilari bilan belgilangan nuqtalarda uzadi (yulduzcha metillanish joylarini bildiradi):



Parchalanish joylari palindromlardir. EcoR I-endonukleaza DNK ning ikkita zanjirini har xil nuqtalaridan ajratadi, shuning uchun parchalanish mahsulotlari yopishqoq uchli bo'ladi.

Endonukleaza Hind II (Himophilus influenza bakteriyalarining restriktazasi) DNK ni parchalab, quyidagi ko'rsatilgan joylarda to'rttoq uchlar hosil qiladi (undov belgi):



Metilazalar DNK asoslarini aynan shu maxsus joylarini modifikatsiyalash jarayonini katalizlaydi. Fermentlarning I va III tipi hamda II tipi o'rtasidagi farq ularning parchalash tabiatida aniq ko'zga tashlanadi. DNK ga I tipdagi restriktazaning ta'siri natijasida geterogen mahsulotlar, III tipdagi ta'sirida esa to'liq parchalanmagan mahsulotlar hosil bo'ladi.

Faqat II tipdagi restriktazalar DNK ni "taniladigan" ketma-ketliklar oralig'i uzunligiga mos ravishda fragmentlarni maxsus va to'liq parchalaydi. Shuning uchun genetik muhandislikda va tipdagi restriktazalar keng qo'llaniladi. Restriktaza fermentlari nukleotidlarning ketma-ketligi maxsus aniqlikdagi joylaridan boshlab parchalagani uchun undan DNK ning birlamchi strukturasi aniqlash uchun tajribalarda foydalaniladi.

#### 14.6.2.9. Topoizomerazalar

DNK topoizomerazalar – bu DNK zanjirida yopiq super halqali aylanmalar sonini o'zgartiradigan fermentlardir. Ma'lumki, topoizomerazalarning bir zanjirli va ikki zanjirli DNK molekulalariga ta'sir qiladigan xillari bo'ladi. Ular orasida ikki yoki undan ortiq DNK molekulalarini katenan (o'zaro bir-biriga bog'langan halqa)larga birlashtiradigan fermentlar mavjud. Topoizomeraza I super spirallangan DNK zanjirlaridan birini uzadi, bunda zanjir halqasi yo'qolib, super aylanmada halqa soni kamayadi, keyin shu fermentning o'zi uzilgan joyni tiklaydi.

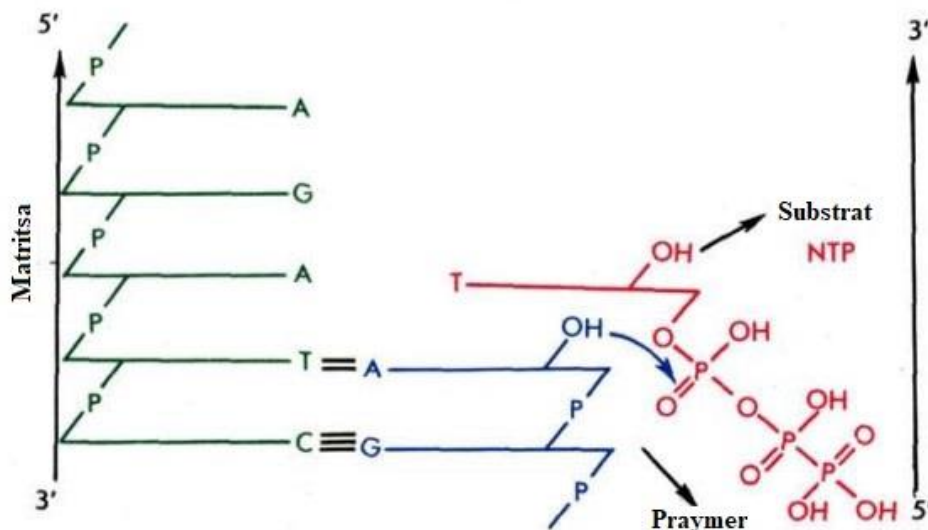
Giraza (topoizomeraza II) fermenti ham shu fermentlar sinfiga kiradi. Giraza yopiq halqali DNK molekulasining bo'shagan spiralini super spiralga aylantiradi, ya'ni topoizomeraza I ga nisbatan qarama-qarshi ta'sirga ega. Bu reaksiya ATF ning katta miqdordagi energiyasi sarflashni talab qiladi. Agar girazaning faolligi to'xtatib qo'yilsa, unda hujayradagi eng muhim jarayonlar, xususan, DNK ning replikasi izdan chiqadi.

## 14.7. Nuklein kislota sintezi

### 14.7.1. Replikatsiya

Nuklein kislotalarning asosiy funksiyasi genetik axborotni saqlash, yangilash va uzatishdan iboratdir. Nuklein kislotalar dinamik tizim bo‘lib, barcha jarayonlarni yuqori darajadagi tezlik va samaradorlikda doimiy ravishda tegishli oqsillar, eng avvalo, fermentlar bilan o‘zaro ta’sirlanish asosida amalga oshiradi. Ularning ishtirokida kechadigan asosiy jarayonlar replikatsiya, transkripsiya va translatsiya hisoblanadi. Replikatsiya DNK ning ikki qismga ajralish jarayonidir. Uning asosiy mexanizmi DNK molekulasi qo‘sh zanjirli ekanligidan kelib chiqadi. DNK molekulasi qo‘sh zanjirini komplementarligi genlarning ikki karra oshishiga yoki replikatsiyaga olib keladi. Replikatsiya natijasida dastlabki DNK molekulasi ikkiga bo‘lingan aniq nusxa hosil bo‘ladi. Yangi hosil bo‘lgan molekular dastlabki DNK ning bitta zanjiriga va bitta yangidan sintezlangan zanjiriga ega bo‘ladi. Boshqacha qilib aytganda, replikatsiya yarim konservativ, ya’ni ona molekulaning yarmi qiz molekulasi saqlanib qoladi. Biroq, bu muhim mexanizm, hatto eng oddiy holatlarda ham, ko‘plab fermentlar va boshqaruvchi oqsil omillari ishtirokidagi ko‘plab murakkab jarayonlarning kombinatsiyasi asosida amalga oshadi. Replikatsiya jarayonlari eng sodda tizimlar – bakteriyalar, bakteriofaglar va bakteriyalarning xromosomasiz genetik elementlari – plazmidalarida yaxshi o‘rganilgan. 1963-yilda F.Yakob, S.Brenner va F.Kyuzenlar replikatsiyani genetik birligini belgilash uchun “replikon” tushunchasidan foydalanishni taklif qildilar, ya’ni bu birlik hujayraning o‘sishi va bo‘linishi jarayonida avtonom ravishda tiklanadigan (replikatsiyalanuvchi) DNK segmentidir. Har bir replikon o‘z nusxasining tiklanishini “boshqarish” tizimiga ega bo‘lishi kerak.

E.coli xromosomasi, plazmidalar va bakteriofaglarning DNK lari – har xil murakkablikdagi replikonlar bo‘lib, ular hujayrada avtonom replikatsiya qobiliyatga va initsiatsiya tizimiga ega. Replikon replikatsiya uchun zarur bo‘lgan barcha oqsillar (E.coli xromosomasi) sintezini kodlovchi genlarni o‘z ichiga olishi mumkin, bu oqsillarning ma’lum qismlaridan (ba’zi bir nisbatan yirik bakteriofaglarda) yoki o‘z replikatsiyasi uchun amaliy jihatdan faqat yot oqsillardan (tarkibida yakka zanjirli siklik DNK tutuvchi mayda M13 yoki G-4 faglardan) foydalanishi mumkin. Replikatsiya jarayonida dezoksinukleozid trifosfatlardan DNK ning matritsali sintezini amalga oshiradigan replikatsiyalovchi DNK- polimerazalari muhim rol o‘ynaydi. Ferment ona zanjir (matritsa deb nomlangan)ga komplementar ravishda birin-ketin o‘sib boruvchi zanjirning 3’-uchiga matritsa birliklariga qo‘shimcha mononukleotid birliklarini biriktira borib, qo‘shimcha ravishda DNK zanjirini sintez qiladi (33-rasm).

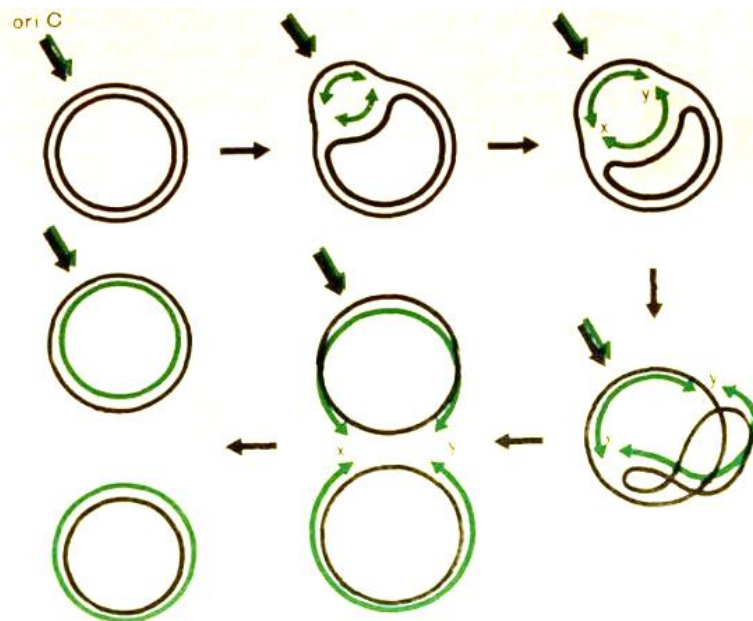


33-rasm. DNK polimeraza tomonidan katalizlangan komplementar DNK zanjirining sintezi

Bunda DNK-polimeraza fermenti o'sib borayotgan 3'-OH- guruhli uchidagi nukleotidni ferment ta'sirida matritsaning tegishli joyiga komplementar ravishda mos keladigan  $\alpha$ -fosforil guruhning dezoksinukleozidtrifosfatga ko'chirilishidagi nitrofil hujum nazoratini katalizlaydi. Natijada pirofosfat ajraladi va fosfodiefir bog' hosil bo'ladi. O'sib borayotgan zanjir bitta halqaga uzayadi va jarayon deoksinukleozidtrifosfatning qo'shilishi tufayli yangidan takrorlanadi. DNK-polimeraza sintezni boshlashi uchun DNK ning fragmenti yoki matritsaga komplementar bo'lgan 3'-OH – guruhli RNK ning tayyor bo'lagi bo'lishi kerak. Bu fragment **oqlik** deb nomlanadi. Qiz zanjirlarni sintez qilish jarayonida qo'sh zanjirli ona DNK ayrilib, lotin harfi Y ga o'xshash tuzilishga ega bo'ladi. Bu xil strukturani **replikativ ilmoq (vilka)** deb yuritiladi.

#### 14.7.1.1. E.coli xromosomalarining replikasiyasi

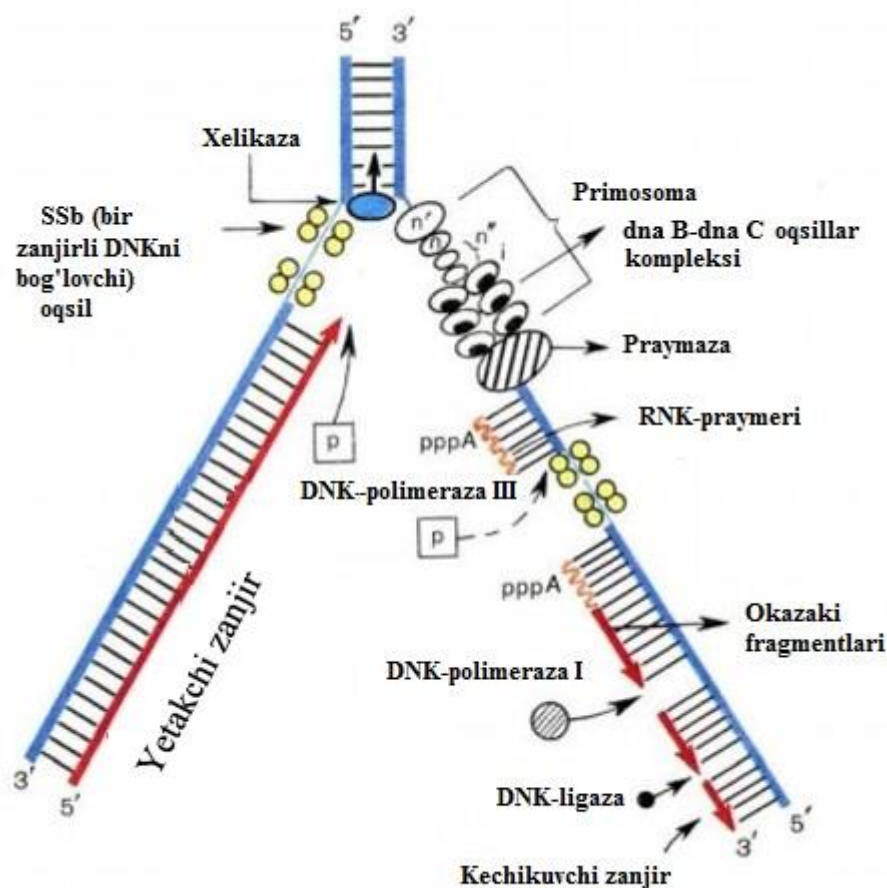
E.coli xromosomasi uzunligi taxminan  $3,8 \cdot 10^6$  halqadan iborat bo'lgan siklik qo'sh zanjirli DNK hisoblanadi. Xromosoma oqsillar va hujayra membranasi bilan kompleks holda mavjud bo'ladi va juda zich o'ramli tuzilma (bunday o'ramli kompleksni **nukleoid** deb ataladi) hisoblanadi. E.coli xromosomalarini replikasiyanish sxemasi 34-rasmda keltirilgan.



34-rasm. **E.coli xromosomalarini replikasiyalanish sxemasi**  
(X va Y-replikativ ilmoqlar).

Replikatsiyaning har bir yangi sikli xromosomaning **ori** deb nomlangan ma'lum bir joydan boshlanadi. **Ori** atamasi replikasiya initsiatsiyasi (boshlanishini tashabbuskori) signali vazifasini bajaruvchi DN Kning replikonlari (ketma-ketligi)ni anglatadi. Replikatsiya boshlanishi bilan u bir vaqtning o'zida ikki yo'nalishda davom etadi, bunda ikkita replikativ ilmoqlar hosil bo'ladi va harakatlanadi. Har bir ilmoqning harakatlanish tezligi sekundiga 800 ga yaqin nukleotidni tashkil qiladi va hujayraning o'sish sharoitlariga bog'liq emas.

Shunday qilib, bakterial xromosoma har doim taxminan 40 daqiqada replikasiyalanadi. Hosil bo'lgan ikkita siklik DNK bir-biridan ajraladi.



35-rasm. **E.coli DNK sining replikasiyasi.**

Replikativ ilmoq:  $n, n, n'', i, dna B, dna C$  lardagi jarayonlarning sxematik tasviri, SSb – *E.coli* xromosomasi geniga mos keladigan replikasiyada ishtirok etadigan oqsil mahsulotlari.

*E.coli* xromosomasini replikasiyasi boshqa ko'pgina oqsillar bilan birgalikda ta'sir etuvchi DNK-polimeraza III fermenti tomonidan amalga oshiriladi, u DNK zanjiri o'ramini yoyish (xelikaza), yakka zanjirli DNK ni (SSb oqsilini) bog'lash, praymerni sintezlash (praymazani), DNK fragmentlarini bog'lash (DNK ligazasi) va h.k. funksiyalarni bajaradi. DNK-polimeraza III ning o'zi replikasiyani boshlash qobiliyatiga ega emas.

Replikatsiyaning initsiatsiyasi **ori C** joyidagi ona DNK zanjirlarining yoyilishi va qisqa RNK zanjiri transkriptining sintezlanishidan boshlanadi, u DNK sintezi uchun praymer (oqlik) vazifasini bajaradi. Ba'zi hollarda (ColE1 plazmida, M13 tipidagi ipsimon faglarning DNK si) praymer hujayrani DNK ga bog'liq bo'lgan RNK-polimerazasi tomonidan, boshqalarda esa maxsus fermentlar – praymazalar tomonidan sintezlanadi (35-rasm). *E.coli* da praymaza tarkibida 20 ga yaqin polipeptid zanjirlar (7 xil subbirlikdan iborat bo'lgan) multimer oqsil-primosoma tomonidan faollanadi, uning funksiyasi praymaza bilan ta'sirlanuvchi DNK zanjirlaridan birini konformatsiyasini o'zgartirishdan iborat.

Initsiatsiyadan keyin replikativ ilmoqlarning o'sa borishi – **elongatsiya** boshlanadi. Yangi sintezlangan DNK ning bir bo'lagi replikativ ilmoq harakatlanadigan yo'nalishda o'sib boradi va sintez jarayoni uzluksiz ravishda davom etadi. Bu DNK zanjiri **yetakchi** deb nomlanadi. DNK zanjirining boshqasi **kechikuvchi** deb nomlanib, kalta Okazaki fragmentlari tarzida sintezlanadi. Har bir fragmentning sintezi replikatsiya ilmog'i yaqinidan initsiatsiyalanadi va unga qarama-qarshi yo'nalishda yangi sintezlangan DNK ning 3'-uchi oldingi Okazaki fragmentining 5'-uchigacha davom etadi. Bu fragmentlarning sintezini initsiatsiyasi primaza tomonidan amalga oshiriladi, u kalta RNK fragmentlarini oqlik sifatida sintez qiladi, keyin ular E.colining asosiy relesirlovchi fermenti DNK-polimeraza III bilan uzaytiriladi. Okazaki fragmentlarini uzunligi taxminan 1000 nukleotiddan iborat. Replikatsiya ilmog'ida yana ikkita oqsil "ishlaydi". Ulardan biri (SSb oqsili) bir zanjirli DNK ni maxsus ravishda bog'lab, juft spiralning ochilishini osonlashtiradi va, shu bilan birga, yakka zanjirli qismlarni nukleazalar ta'siridan himoya qiladi. Boshqa DNK ni, ajralishini ta'minlaydigan oqsil (xelikaza)lar, qo'sh zanjir bo'yab harakatlanadi va bir vaqtning o'zida ATF ni bir yo'la gidrolizlab, uni ayiradi. Nihoyat, yana bir ferment – DNK-giraza yoki DNK topoizomeraza II, qo'sh spiralning ajralishi tufayli yuzaga keladigan musbat super halqalarning yig'ilishiga to'sqinlik qiladi, siklik kovalent yopiq bir zanjirli uzilishli DNK hosil qiladi va keyin uni yana qaytadan "tikadi".

DNK-polimeraza I fermenti RNK – oqliqni ajratib, fragmentlarni qaytadan qo'shib tiklaydi, DNK – ligaza esa qo'shni Okazaki fragmentlarini bittasini 3'-gidroksilining fosfati bilan, boshqasini 5'-fosfati bilan fosfodiefir bog'i yordamida bog'laydi. DNK sintezining replikatsiyadan keyin yuzaga chiqadigan terminatsiya nukleotidlarning o'ziga xos ketma-ketligi bilan belgilanadi. Nihoyat, ikkita qiz xromosomalari membranaga birikadi. Membranaga birikkan nuqtalar orasidagi o'sish nuqtalari, ularni bir-biridan uzoqlashtiradi va hujayralarning bo'linish jarayonini yakunlaydi.

#### **14.7.1.2. Bakteriofaglar va plazmidalar DNK larining replikatsiyasi**

O'zining virioni ancha kichik bo'lgan (5000 ga yaqin nukleotid zanjirli) halqali yakka zanjirli DNKga ega bo'lgan bakteriofaglarining replikatsiyasi yaxshi o'rganilgan. Ularga, masalan,  $\psi$  X-174 faglari va gen muhandisligida keng foydalaniladigan M 13 va fd faglarini kiritish mumkin. Ularning replikatsiya mexanizmi bir-biridan farqlanuvchi uch bosqichdan iborat. Birinchi bosqichda, E.coli hujayralariga bir zanjirli siklik fag DNK yoki musbat (+) – zanjir kirganda, RF-1 shakl deb nomlanadigan ikki zanjirli kovalent yopiq bog'lanishli spiral DNK ga aylanadi.

Oraliq mahsulot sifatida bir joyidan uzilgan ikki zanjirli siklik DNK yoki RF-II shakl hosil bo'ladi. RF-I va RF-II shakl (+)-zanjiriga komplementar bo'lgan DNK zanjirining sintezi natijasida hosil bo'ladi; sintezlangan bu yangi zanjir (–)-zanjir deb nomlanadi. Ikkinchi bosqich RF-I shaklni hujayradagi miqdorini oshirishdan iborat bo'ladi. Nihoyat,

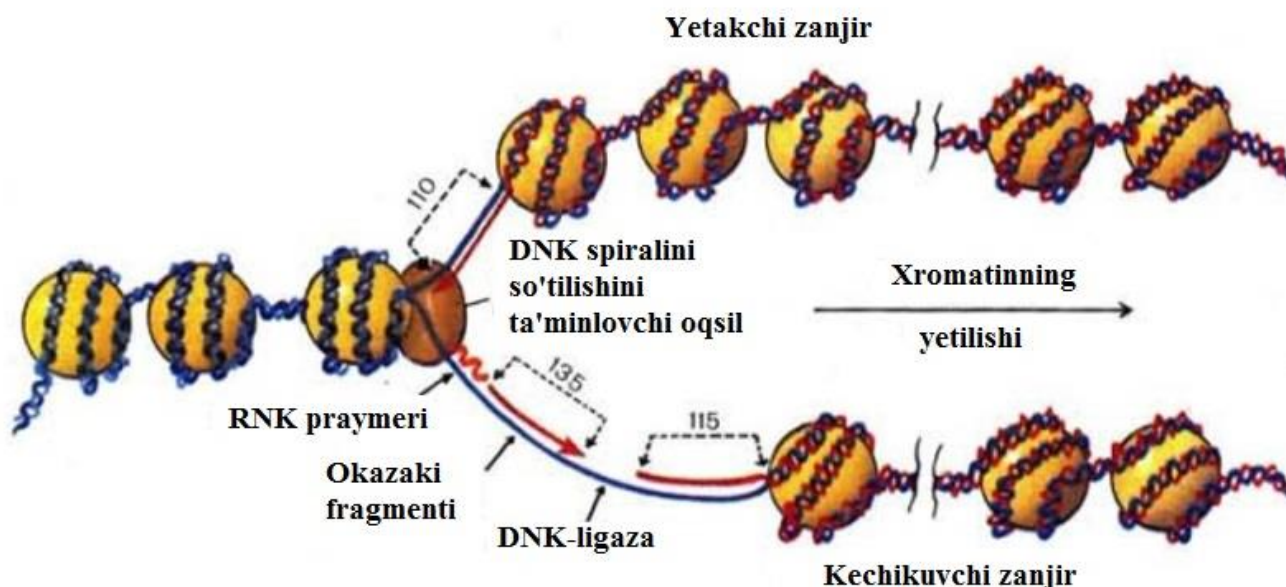
uchinchi bosqichda virus (+)-zanjirining ko'p miqdorda sintezlanishi bilan bog'liq, u keyin virus po'stiga o'raladi.

Genetik muhandislikda vektor sifatida ishlatiladigan plazmidalarning ko'payishi E.coli xromosomasining replikatsiyasiga qaraganda, ancha sekin davom etadi va aftidan bunda hujayra membranasiga DNK birikishini talab qilinmaydi. Xususan, ColEI plazmidasining replikatsiyasi uchun faqat xromosoma bilan kodlangan oqsillar va plazmidaning replikatsiya initsiatsiyasini ori qismi kerak bo'ladi. Bu holatda DNK ning sintezi E.colining RNK-polimerazasi ishtirokida amalga oshadi.

### 14.7.1.3. Eukariot hujayralardagi replikatsiya

Eukariot xromosomalarning DNK si teng miqdordagi gistonlar bilan kompleks hosil qiladi. Taxminan har 200 ta yarim aylanmadan so'ng DNK H2A, H2V, h3 va H4 oktamerlarga o'ralgan super spiral hosil qiladi. Ushbu struktura birligini **nukleosoma** deb ataladi. Nukleosomalarni bir-biriga ulanib **xromatin** hosil qiladi.

Eukariotlarda replikatsiyaning o'ziga xos farqli xususiyati shundan iboratki, nukleosomalarni replikatsiyalanadi: qiz zanjirlarni sintezi paytida ular ma'lum muddatda parchalanadi, ammo replikativ ilmoqning oxirida qayta yig'iladi va bu yig'ilish jarayonida oldingi gistonlar ham, yangi sintezlanganlar ham ishtirok etadi (36-rasm).



36-rasm. Xromatin replikatsiyasi jarayonining sxemasi.

Shunday qilib, gistonlarning sintezi replikatsiya jarayoni bilan muvofiqlashgan bo'lishi kerak. Darhaqiqat, giston sintezining ingibirlanishi replikatsiyaning ingibirlanishiga olib keladi va, aksincha.

Xuddi prokariotlarda bo'lgani kabi eukariotlarda replikatsiya uchta asosiy bosqichdan: initsiatsiya, elongatsiya va terminatsiyalardan iborat. Eukariot DNK replikatsiyasi bir

vaqtning o'zida xromosomaning ko'plab qismlarida sodir bo'ladi va, aftidan, DNK ning ma'lum ketma-ketliklarida initsirlanadi, ular qator viruslarda yaxshi idensifikatsiyalangan. Prokariotlardagi kabi o'ziga xos maxsus oqsillarning ishtirokini talab qiladi.

Sintezning elongatsiyasi DNK polimerazalari tomonidan amalga oshiriladi. Eukariot hujayralarda DNK-polimerazalarning uchta:  $\alpha$ ,  $\beta$  va  $\gamma$  turlari ma'lum. Asosiy hujayra DNK sining replikatsiyasi  $\alpha$ -polimeraza, shikastlanishning tiklanishi,  $\beta$ -polimeraza va mitoxondriya DNK sining replikatsiyasi  $\gamma$ -polimeraza tomonidan amalga oshadi deb taxmin qilinadi. Xuddi prokariotlarda bo'lgani kabi replikativ ilmoqda ham zanjirlarning birinchisi **yetakchi** (ilgarilovchi), ikkinchisi esa **kechikuvchi** (orqada qoluvchi) deb yuritiladi.

Yetakchi zanjir uzluksiz ravishda sintezlanadi, kechikuvchi zanjir esa Okazaki fragmentlari bilan sintezlanadi. Bu fragmentlar, shuningdek, kalta RNK lar tomonidan initsirlanib, ular, aftidan, RNK-polimeraza 1 tomonidan sintezlanadi. DNK ning ikkilamchi spiralini bog'lovchi oqsillar replikativ ilmoqni ajralishida ishtirok etadi.

#### 14.7.2. Transkripsiya

RNK biosintez jarayoni transkripsiya deb ataladi. Uning natijasida DNK ning alohida fragmentlariga komplementar bo'lgan RNK hosil bo'ladi. Bunda RNK ning har bir joyi faqat DNK ipini bittasiga komplementar bo'ladi. Biosintez jarayoni RNK polimeraza-fermentlari tomonidan amalga oshiriladi, ular DNK dan matritsa sifatida foydalanadi. Replikatsiyada bo'lgani kabi fosfor-efir bog'larni hosil bo'lish mexanizmi o'sib boruvchi zanjirning 3'-gidroksil guruhiga ko'rsatiladigan nukleofil hujumni katalizlovchi ferment tomonidan substrat (ribonukleozid trifosfat)ning  $\alpha$ -fosfat guruhga biriktirilishini o'z ichiga oladi.

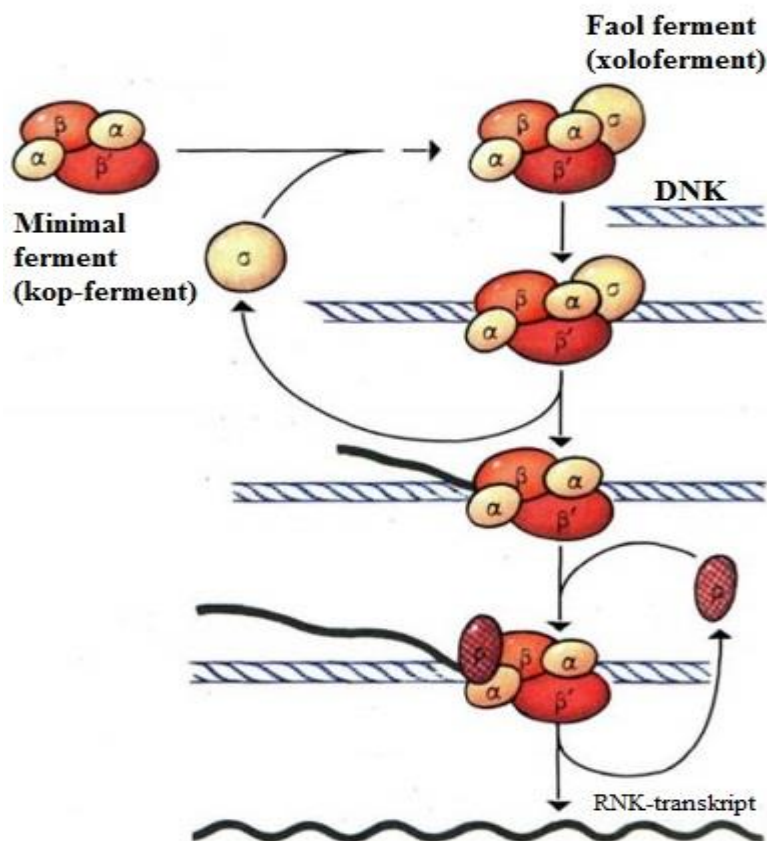
Fosfodiefir bog'lanish hosil bo'lish jarayonida, anorganik pirofosfat trifosfatdan ajralib chiqadi. Har bir yangi birikkan nukleozid matritsaning shu bo'g'iniga komplementar bo'ladiki, u yangi nushalangan 5'-ning eng yaqin qo'shnisi hisoblanadi. RNK zanjiri 5'→3' yo'nalishida DNK zanjirining 3'- uchidan 5'- uchiga qarab RNK-polimeraza yo'nalishiga mos ravishda o'sib boradi. Replikatsiya kabi transkripsiya jarayoni ham, asosan, uch bosqich: initsiatsiya, elongatsiya, terminatsiyalardan iborat. DNK-polimerazalardan farqli o'laroq, RNK-polimeraza DNK ning ma'lum nuqtalarida yuz beradigan RNK sintezi jarayonini o'z-o'zini initsiatsiyalash orqali amalga oshirishi mumkin.

RNK sintezining initsiatsiya joyi DNK ning maxsus boshqaruv qismlari –promotorlar orqali belgilanadi. Sintez jarayonining nihoyasi DNK ning ma'lum qismi – terminatorlarda sodir bo'ladi. Transkripsiya jarayoni turli xil yo'llar orqali boshqariladi, bu esa hujayra uchun o'zgaruvchan sharoitlarga moslashish imkonini beradi. Bakteriyalar va bakteriofaglarda transkripsiya va uni boshqarish uslublari yaxshi o'rganilgan.

### 14.7.2.1. Bakterial hujayralardagi transkripsiyasi

Bakterial xromosomada 4000 ga yaqin gen bo‘lib, ular bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan **mustaqil** va **muvoqlashtirilgan** (koordinatsiyalangan) holda transkripsiyalanishi mumkin. Genning mustaqil transkripsiyasi u o‘zining promotori va transkripsiya terminatoriga ega bo‘lgan taqdirdagina amalga oshishi mumkin. Muvoqlashtirilgan transkripsiyada genlar guruhi umumiy promotorga va umumiy terminatorga ega bo‘ladi va ular bitta doimiy DNK qismini tashkil qiladi; umumiy promotorda inisirlangan m-RNK bir nechta polipeptidlarning sinteziga oid ma‘lumotlarga ega bo‘ladi va uni **polisiron m-RNK** deb yuritiladi.

Birgalikda transkripsiyalanadigan genlar guruhi **operon** deyiladi. Bakteriyalarning RNK-polimerazasi tarkibi to‘rtta:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\beta'$  va  $\delta$  subbirligidan iborat, ular  $\alpha_2\beta\beta'\delta$  kompleksini hosil qiladi, u esa faol ferment (xoloenzim) deb nomlanadi. E.coli RNK polimerazasining  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\beta'$ -subbirliklarining birlamchi strukturasi E.D.Sverdlov, V.M.Lipkin, N.N.Modyanov, G.S.Monastirskaya va boshqalar aniqlashgan edi. Faol  $\alpha_2\beta\beta'\delta$  ferment promotorni “taniydi” va unga kuchli ravishda bog‘lanish asosida kompleks hosil qiladi (37-rasm).



37-rasm. DNK ga bog‘liq bo‘lgan RNK-polimeraza yordamida RNK ning sintezlanish sxemasi.

Qator holatlarda, promotor ketma-ketlik asosida bu xil kompleksning hosil bo'lishida DNK ning (o'rtacha 40 ga yaqin ko'ndalang aylanmali) bo'lib, u yoyilib kichikroq (10-15 k.a.li) bo'laklarga ajralishi isbotlangan. Bundan keyin RNK sintezi initsiatsiyasi yuz beradi, natijada birinchi fosfofir bog'lanish hosil bo'ladi. Sintez qilingan RNK ning 5'-uchidagi dastlabki nukleotid **initsirlovchi nukleotid** deb nomlanadi. Ko'pincha bu purin asosli nukleotid hisoblanadi. Kalta oligonukleotid sintezlangandan keyin  $\delta$ -subbirlilik fermentdan ajraladi va keyingi polimerlanishning davomi (elongatsiya)ni minimal ferment (kop-ferment) deb ataladigan  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\beta'$  kompleksi amalga oshiriladi.  $\delta$ -Subbirlilikning transkripsiya jarayoni boshqariluvining **ijobiy omili** deb hisoblash mumkin.

DNKdagi transkripsiya terminatsiyasi uchun maxsus signallar – terminatorlar ketma-ketliklari xizmat qiladi. Bu holda, terminatsiya minimal ferment tomonidan amalga oshiriladi, lekin ba'zan "ro" (r) deb nomlangan **qo'shimcha oqsil omili** kerak bo'ladi. Shunday qilib, umumiy transkripsiya sxemasi 37-rasmda keltirilgan ko'rinishga amalga oshadi.

Bakterial hujayrada nukleotidlar ketma-ketligi va RNK sintezi initsiatsiyasi samaradorligi bilan ajralib turadigan juda ko'p sonli promotorlar mavjud. Ko'pincha ular shartli ravishda kuchli va kuchsiz promotorlarga bo'linadi. Kuchli promotorlar o'zlarining nazoratidagi operonlardan RNK sintezining yuqori darajada bo'lishini ta'minlasa, kuchsiz promotorlar past darajada yuz berishini ta'minlaydi. Turli xil kuchli promotorlardan foydalanish hujayrada RNK sintezining boshqaruv usullaridan biri hisoblanadi. Sintezlangan RNK ning miqdoriy ko'rsatkichi oqsil biosintezini darajasini jadalligini ko'rsatadi. Hujayraning butun hayoti davomida ko'plab oqsillarning bo'lishi talab qilinadi. Ularning soni, asosan, tegishli m-RNK sintezini initsirlovchi promotorlarning samarasi bilan bog'langan bo'ladi. Lekin hujayrada transkripsiya darajasidagi boshqariluvning samaraliroq usullari mavjud.

Zarurat tug'ilganda hujayra ulardan ba'zi genlarning transkripsiyasini tezlashtirish yoki sekinlashtirishni boshlash yoki uni to'xtatishni boshqarilishi uchun foydalanadi. Agar E.coli hujayralari tarkibida laktoza bo'lgan muhitda o'sadigan bo'lsa, unda  $\beta$ -galaktozidaza fermenti sintezlanadi, bu esa bu disaxaridni glyukoza va galaktozagacha gidrolizlaydi, ular keyinchalik hujayra tomonidan o'zlashtiriladi. E.coli uchun uglerod manbai sifatida glyukoza xizmat qilgan sharoitda  $\beta$ -galaktozidaza sintezlanmaydi. Hujayralarning xuddi shu o'sish muhitiga gidrolizlanmaydigan laktozaning analogi – izopropil- $\beta$ -D-tiogalaktozid qo'shilganda,  $\beta$ -galaktozidaza sintezi (induksirleydi) boshlanadi. Laktoza va izopropil- $\beta$ -D-tiogalaktozidlarga o'xshash birikmalar oqsillar sintezini induksirleydi (xususan,  $\beta$ -galaktozidazalarni), boshqachasiga ular **induktorlar** deb yuritiladi.

### 14.7.2.2. Eukariot hujayralardagi transkripsiyasi

Eng kichik eukariot hujayra ham bakterial hujayradan 5 dan 10 baravargacha kattaroq va ancha murakkab tuzilgan bo'radi. Har bir eukariot hujayrada DNK ning faqat kichik bir qismi transkripsiyalanadi. Turli to'qimalarning hujayralarida yuz beradigan transkripsiya organizmning ma'lum bir hujayralarini barcha xillari uchun xos bo'lgan genlarga ham va aynan muayyan to'qimaning o'zi uchun xos bo'lgan genlarga ham ta'sir ko'rsatadi. Embrional rivojlanish jarayonida yuz beradigan hujayralarning differentsiatsiyalanishi paytida turli genlarning transkripsiyasi ketma-ket ravishda bo'lib o'tib, ham sifatiiy, ham miqdoriy tavsifli o'zgarishlarga duch keladi. Differentsiatsiyaning har bir bosqichi juda ko'p miqdordagi strukturaviy genlarning faollashuvini o'z ichiga oladi.

Individuall to'qimalarning shakllanishi m-RNK sintezi bilan bog'liq bo'lib, ular muayyan to'qimani tavsifiga xos oqsillarni kodlaydi. Organizmning barcha to'qimalarida xromosomalar va genlar to'plamini to'liq bo'lishiga qaramay bir xil hujayra turlarida transkripsiyalanadigan genlarning boshqalarida transkripsiyalanmasligi kuzatiladi. Bu shuni anglatadiki, hujayralarni differentsiatsiyasi va o'z funksiyasini bajarishi jarayonida ba'zi genlarning faollashuvini yoki repressiyasini yuzaga chiqaradigan transkripsiyani boshqarish usullari bo'lishi kerak.

Pro- va eukariotlarda transkripsiya sharoitida bir necha xil tubdan farqlanuvchi jihatlar mavjud xususan: hujayradagi DNK miqdori prokariotlarga qaraganda eukariotlarda bir necha ming marta ko'pdir va agar bakteriya bittagina xromosomaga ega bo'lsa, eukariot hujayralarda genlar turli xromosomalar orasida taqsimlanadi. Bundan tashqari, eukariotlarda yadroda joylashgan xromatin transkripsiyalanadi va sintezlangan axborot RNK si sitoplazmaga tashib yetkaziladi, bakteriyalarda esa yadro bo'lmaydi va RNK ning va oqsilning sintezlari makonda bir-biridan ajralmagan. Eukariot hujayralar transkripsiyasini boshqariluvini murakkabligi shunda namoyon bo'ladiki, ularda turli xil RNK polimerazalar tomonidan, turli xil RNK turlari sintezlanadi. Eukariot hujayrada to'rt xildagi RNK-polimerazalar uchraydi, ulardan uchitasi – RNK-polimerazlar I, II va III – yadroda, bittasi – mitoxondriyada joylashgan.

O'simlik hujayralari xloroplastlarda joylashgan, yana bir xil boshqa polimerazaga ega. Yadrodagi RNK-polimeraza I ribosomal RNK genlari joylashgan yadrochaning strukturaviy tuzilmalari tarkibida uchrasa, RNK polimeraza II va III esa nukleoplazmada uchraydi. RNK-polimeraza I ribosomal RNK 18 S, 28 S va 5,8 S sintezini katalizlaydi. Ribosomal 5,8 S RNK va transport RNK larning sintezlanishi RNK polimeraza III tomonidan katalizlanadi. RNK polimeraza II m-RNK sintezi uchun xizmat qiladigan bo'lakchalarni sintezlanishini katalizlaydi.

Polimerazalarning har biri uchun o'ziga xos boshqaruv usullari mavjud bo'lib, ular polimerazalar bilan ta'sirlanuvchi va o'ziga xos ketma-ketlikka ega bo'lgan DNK li **maxsus oqsillar – regulyatorlar** tomonidan amalga oshiriladi. Bundan tashqari,

eukariotlarda boshqaruvning yana bir yangi xili – xromatin makrostrukturasini boshqarish darajasida sodir bo‘ladigan boshqarish paydo bo‘lgan. Bunda, xromosomaning ayrim qismlari faol transkripsiyaga qodir bo‘ladi, boshqa qismlardagi transkripsiyalar esa sodir bo‘lmaydi.

Xromatinning genlar transkripsiyalanadigan joyi, transkripsiyalanmaydigan joylaridan farq qilishi aniqlangan. Xromosomaning transkripsiyalanadigan joyini strukturasi o‘zgaradi, unda yo‘g‘onlashish (“puf” deb nomlangan) paydo bo‘ladi va h.k. Faol xromatin nafaolga nisbatan uncha ixcham emas va qator hollarda hatto o‘zining nukleosomal strukturasi yo‘qitishi mumkin. Bunda xromatin strukturasi o‘zgarishlar transkripsiyani faollashuvdan oldin yuz beradi, balki aksincha emas.

### **14.7.2.3. Teskari transkripsiya**

Yuqorida keltirilganidek, transkripsiyaning boshqaruv mexanizmi bakteriyalarda yaxshi o‘rganilgan va yuqori taraqqiy etgan organizmlarda bu mexanizmni o‘rganish zamonaviy molekular biologiyaning eng muhim vazifalaridan biri hisoblanadi. Axborot faqat DNK dan RNK gagina o‘tib qolmasdan, balki teskari yo‘nalishda, ya’ni RNK dan DNK ga ham o‘tkazilishi mumkin. Shu xildagi teskari transkripsiya RNK tarkibidagi o‘sma viruslarida uchraydi. Ularning tarkibida shunday ferment mavjudligi kuzatilganki, hujayralarga virus yuqqandan keyin u virus RNK sini komplementar DNK ipini sintezlash uchun matritsa sifatida foydalanish imkoniyatini yaratadi. Natijada, ikki zanjirli RNK-DNK gibridi hosil bo‘lib, u birinchi DNK ga komplementar bo‘lib, ikkinchisini sintezi uchun xizmat qiladi. Hosil bo‘lgan ikki zanjirli DNK, dastlabki RNK ning barcha ma’lumotlarini o‘z ichiga oladi, virus bilan zararlangan hujayraning xromosomalariga o‘rnashib olib, unda zararli o‘zgarishlarini keltirib chiqarishi mumkin.

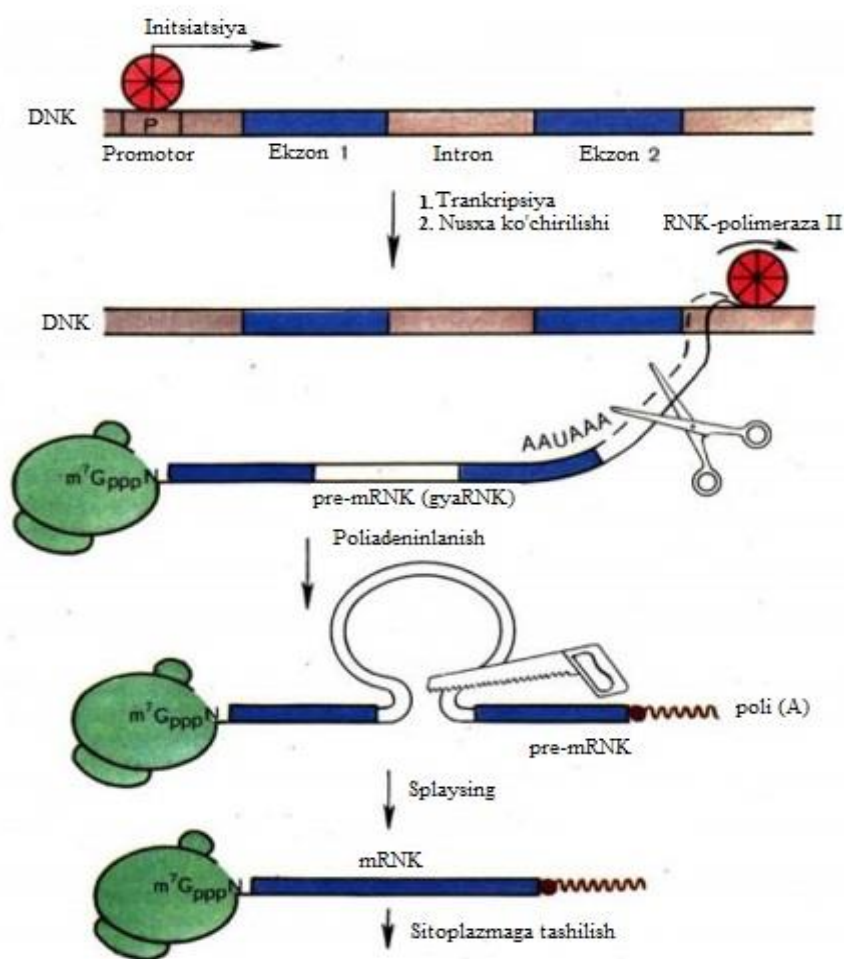
Teskari transkripsiyaning kashf etilishi L.A.Zilberg tomonidan ilgari surilgan saraton kasalligining virusli-genetik nazariyasining to‘g‘ri ekanligini tasdiqladi. Teskari transkripsiya aftidan hujayralardagi axborotlarni amalga oshishi va jamlanishi tizimlarida, masalan, embrional rivojlanish jarayonida muhim rol o‘ynashi mumkin. RNK ga bog‘liq bo‘lgan DNK polimerazasining teskari transkripsiyasini amalga oshiradigan ferment (teskari transkriptaza, revertaza) o‘z xossasiga ko‘ra transkripsiyani amalga oshiruvchi DNK polimerazalarga o‘xshashdir.

### **14.7.2.4. RNK protsessingi**

Transkripsiya natijasida RNK hosil bo‘ladi, u hali o‘z funksiyasini bajarishga tayyor emas. Unda ajratib tashlanishi lozim bo‘lgan qator “oshiqcha” ketma-ketliklar mavjud va bundan tashqari tarkibida minor komponentlar bo‘lmaydi. “Protsessing” atamasi fermentativ jarayonlar majmuyi sifatida tushuniladi, uning natijasida transkripsiya jarayoni asosida sintezlangan RNK funksional jihatdan to‘liq molekulaga aylanadi.

Prokariot hujayralardan – E.colida eng yaxshi o‘rganilgan, m-RNK ning protsessingi to‘g‘risida misollar mavjud emas. Bu molekular birdaniga “etilgan” shaklda sintezlanadi. Shu bilan birgalikda, E.colining barcha barqaror RNK lari (ya’ni ribosomal va transport RNK lari) dastlabki oraliq birikmalar shaklida sintezlanadi va ular yetilgan shakldagi molekularlarga aylanadi. Bu jarayonda qator fermentlar, jumladan, endo- va ekzonukleazalar ishtirok etadi. Prokariotlardan farqli o‘laroq, eukariot hujayralarda protsessing natijasida barcha RNK lar, jumladan, axborot RNK lari ham hosil bo‘ladi. Eukariot m-RNK larning dastlabki oraliq birikmalari geterogen yadro RNK lari (gyaRNK) deb nomlanadi. gyaRNK ning protsessingini asosiy bosqichlari 38-rasmda keltirilgan.

Translatsiya boshlanishi bilanoq m-RNK “kep” deb nomlangan 5’-uchli bo‘lakni o‘ziga biriktiradi, natijada  $m^7G^{5'}ppp^{5'}Nm$  birikma hosil bo‘ladi, uning 7-metilguanozin uchli tomoni 5’, 5’-pirofosfat bog‘ yordamida metillangan RNK nukleotidining 5’-uchi bilan bog‘langan bo‘ladi. Amaliy jihatdan tadqiq qilingan poli (A) tarkibli m-RNK larning barchasida, ular birikkan joydan 10-25 nukleotid oldingi masofada AAUAAA li konservatsiyalangan ketma-ketlik joylashadi, uni poli (A)ning birikish joyi deb taxmin qilinadi.



38-rasm. Yadroda pre-m-RNK (gyaRNK)ning protsessing sxemasi.

Poli (A)ning birikishini, odatda, gyaRNK ning “Splyasing”i (“biriktirilishi”) deb nomlanadi. “Splyasing” atamasi inglizcha “splice” so‘zidan olingan bo‘lib, dengizchilar

amaliyotida “kabellarning uchlarini birlashtirish” degan ma’noni anglatadi. Bu jarayon eukariot genlarning ko‘pchiligining tuzilishi murakkabligi bilan bog‘liq bo‘lib, ularda kodlash ketma-ketligi m-RNK da bo‘lgani kabi uzluksiz emas, lekin 38-rasmda keltirilganidek, **intronlar** deb nomlangan kodlanmagan ketma-ketliklar yordamida hosil bo‘ladigan uzilishlarga ega.

Shunday qilib, eukariot organizmning odatdagi genida kodlash ketma-ketliklari (ekzonlar) kodlanmaydigan ketma-ketliklar (intronlar) bilan kesishadi. Birlamchi transkripsiya mahsuloti gyaRNK tarkibida ham ekzonlar, ham intronlar mavjud bo‘ladi. m-RNK hosil bo‘lishi uchun undan intronlarni olib tashlash va eksonlarni uzluksiz kodlash ketma-ketligiga ulash zarur. Aynan shu jarayon splicingda yuz beradi. m-RNK ning bu xildagi metillanishi ham protsessing bosqichlaridan biri hisoblanadi. m-RNK ning bunday modifikatsiyasi tufayli o‘rtacha Aning har 400 qoldig‘iga taxminan bitta 6-metiladenin ( $m^6A$ ) to‘g‘ri kelib qoladi. Protssing jarayoni nihoyasiga yetgandan keyin m-RNK nukleotid kompleks shaklida yadro membranalarini tashkil qiluvchi orqali yadroni tark etadi va translatsiya uchun sitoplazmaga o‘tadi. Eukariot hujayralarda transport RNK dan tashqari RNK ning barcha turlari nukleotidlar bilan kompleks shaklda uchraydi. Masalan, etilgan m-RNK yadroda **informasomalar** deb nomlangan-oqsillar to‘plami bilan birikkan holda bo‘ladi va ular bilan kompleks holatda sitoplazmaga ko‘chiriladi, u yerda boshqa m-RNK lar-ribonukleotid tarkibli zarrachalar-informasomalar shakllanadi. m-RNK informasoma tarkibida hujayra nukleazalaridan himoyalangan bo‘ladi va ularning yashash muddati m-RNK laridan ancha yuqori bo‘ladi.

#### 14.8. Translatsiya

Gen ekspressiyasida sintezlangan m-RNK muhim bosqich hisoblanadi. Translatsiya tegishli axborotga mos ravishda polipeptid zanjirning sintezlanishini amalga oshiruvchi ko‘p bosqichli jarayondir. Translatsiya ribosomada amalga oshadi, shuningdek, unda oqsil omillari, GTF va aminoatsil-t-RNK faollashgan aminokislotalarni o‘ziga biriktirgan t-RNK molekulalari ham ishtirok etadi. Matritsali sintezning boshqa jarayonlari kabi translatsiya jarayonini ham shartli ravishda uch bosqichga: initsiatsiya, elongatsiya va terminatsiyalarga bo‘linadi. **Initsiatsiya** paytida ribosomaning m-RNK va initsiatsiyalovchi deb nomlangan birinchi aminoatsil t-RNK bilan o‘ziga xos tarzda bog‘lanishi yuz beradi, natijada oqsil sintezlash qobiliyatiga ega bo‘lgan initsiatsiya kompleksi hosil bo‘ladi.

**Elongatsiya** paytida m-RNK da mavjud kodon dastur bo‘yicha belgilangan axborotga mos holda aminoatsil - t-RNK larning ketma-ket ravishda bog‘lanishi yo‘li bilan peptid bog‘larning hosil bo‘lishi amalga oshadi.

**Terminatsiya** translatsiya kompleksidan tayyor oqsil zanjirining ajralishidir. Oqsil biosintezining barcha bosqichlari: initsiatsiya IF, elongatsiya – EF va terminatsiya – RF omillari deb nomlangan maxsus oqsil omillari ishtirokida amalga oshadi. Translatsiya jarayoni uchun zarur bo‘lgan energiya GTF ning gidrolizi natijasida hosil bo‘ladi.

Translatsiya paytida m-RNK dagi nukleotid ketma-ketligini “o‘qilish” tamoyili 5'-k 3'-uchi yo‘nalishida amalga oshadi. O‘qilish genetik kod qonuniyatlari asosida yuz beradi, unga muvofiq har bir aminokislota nukleotidlarning triplet (kodon)i mos bo‘ladi, bunda har bir kodon faqat bitta aminokislota kodlaydi, m-RNK dagi kodonlarning ketma-ketligi sintezlanadigan oqsilning aminokislota ketma-ketligini belgilaydi. Kodni “tanish” funksiyasini aminokislota o‘zi emas, balki u birikkan t-RNK belgilaydi, uning tarkibida esa kodonga komplementar bo‘lgan antikodon bo‘ladi. Boshqacha qilib aytganda, kodon va u tomonidan kodlanadigan aminokislota bir-biriga mos, ya‘ni uning adaptori hisoblanadi. Adaptorning mavjudligi translatsiyaning matritsali sintez jarayonida transkripsiya va replikatsiyadan asosiy farqli jihatini ko‘rsatadi, ularda mahsulotning kimyoviy tabiati matritsanikiga aynan o‘xshaydi. Genetik kod barcha tirik organizmlarda bir xil bo‘ladi. Ular to‘rtta azotli asosdan tashkil topgan bo‘lib, ulardan uchta bitta kodon hosil qiladi va jami 64 ta kodondan iborat. Ulardan uchta: UAT, UGA, UAA lar aminokislotalarni kodlamasdan, balki oqsil sintezini yakunlovchi signal hisoblanadi. Qolgan tripletlar (61) - chin kodonlar bo‘lib, 20 xil aminokislotalarga mos hisoblanadi.

Genetik kodning kashf etilish tarixi F.Krik, S.Brenner, M.Nireberg, S.Ochoa, G.Koranlarning taxminlari, gipotezalari va kashfiyotlari bilan bog‘liq desa bo‘ladi. Tripletlar soni aminokislotalar sonidan ko‘p va ko‘p aminokislotalar bir necha kodonlar yordamida kodlanadi. Bu vaziyat qanday tarzda o‘z yechimini topadi? Buning uchun ikkita imkoniyat mavjud. Birinchidan, ma‘lum bir aminokislota xos bo‘lgan bitta t-RNK molekulasini bir nechta kodon bilan ta‘sirlanishi mumkin. Ma‘lum bo‘lishicha, bu holda bir-birini to‘ldiruvchi juftliklarning aniq shakllanishi faqat kodonning dastlabki ikkita harfi uchun zarur bo‘lib, uchinchi holatda “mumtoz bo‘lmagan” juftliklarning shakllanishiga yo‘l qo‘yiladi.

Kodonning uchinchi asosini juftlashtirishda cheklovlar unchalik jiddiy bo‘lmaganligi haqidagi fikr F.Krikka tegishli bo‘lib, uning “belanchak” gipotezasida (wobble gipotezasi yoki noaniq moslanishlar gipotezasi) shakllangan. Hozirgi kunda tasdiqlangan ushbu gipotezaga ko‘ra, U va G o‘rtasida inozin bilan birgalikda va U, S yoki A bilan birgalikda juftlik hosil bo‘lishi mumkinligi tan olingan. Darhaqiqat, bittadan ko‘proq kodon bilan o‘zaro ta‘sirlanadigan t-RNK antikodonida birinchi (kodonning uchinchisi bilan ta‘sirlanuvchi) asos ko‘pincha minor asos-inozin bo‘ladi. Hujayrada yana bir boshqa holat sodir bo‘ladi, unda bitta aminokislota uchun bir nechta o‘ziga xos t-RNK lar mavjud bo‘lganda amalga oshiriladi. Ushbu t-RNK lar **izoakseptor** deb yuritiladi.

## 14.9. Oqsillar biosintezi

### 14.9.1. Oqsillar sintezi haqida umumiy tushuncha

DNK irsiy ma'lumotlarning tashuvchisi va saqlovchisi ekanligi aniqlangandan so'ng, DNK ning kimyoviy tarkibida o'z aksini topgan (shifrlangan) bu genetik ma'lumot qanday qilib avloddan-avlodga o'tib, tirik organizmlarning fenotipik va funksional xususiyatlariga transformatsiyalanadi? – degan savol tug'iladi. Hozirgi vaqtda bu savolga aniq javob berilishi mumkin: genetik ma'lumot maxsus hujayralar, organlar va butun organizmning tuzilishi va funksiyasini o'ziga xos xususiyatlarini belgilaydigan maxsus oqsillarning sintezi asosida dasturlanadi.

Ma'lumki, tabiatda ikki xil biopolimerlar mavjud, ularning birinchilari (masalan: polisaxaridlar, poli-ADF-riboza, peptidglikanlar, glikoproteinlar) irsiy ma'lumotlarni saqlash, ko'chirish va amaliy jihatdan ro'yobga oshishida ishtirok etmaydi. Ikkinchi xil biopolimerlar bu jarayonlarda ishtirok etadi va ular ham: **birlamchi genetik ma'lumotga** ega bo'lgan birikmalar (nuklein kislotalar) va **ikkilamchi genetik ma'lumotga**, aniqrog'i **fenotipik ma'lumotga** ega bo'lgan birikmalar (oqsillar) xillariga bo'linadi. Yuqorida keltirilgan bu umumiy qarashlarni quyidagi ketma-ketlik asosidagi (axborot oqimi) tarzida ifodalash mumkin:

**DNK→RNK→Oqsil→Hujayra→Organizm**

T.Kasperson, M.Xogland, P.Berg, P.Zamechnik, S.Ochoa, M.Nirenburg, N.Gorovis, F.Gaurovis, S.Veys, A.N.Belozerskiy, A.S.Spirin kabi taniqli olimlar oqsil sintezining o'zni, omillari va amalga oshish mexanizmlari haqidagi zamonaviy g'oyalarni shakllanishiga katta hissa qo'shdilar. Olingan eksperimental ma'lumotlar nuklein kislotalarning asosiy funksiyasi nafaqat genetik ma'lumotni saqlash, balki ma'lum oqsillarni dasturlashtirilgan sintezi orqali bu ma'lumotlarni amalga oshirishdan iborat degan farazni tasdiqladi. Ammo DNK→RNK→Oqsil ketma-ketligida irsiy ma'lumotlarning amaliy jihatdan ro'yobga oshishini va tirik organizmlar belgilarining xilma-xilligini belgilaydigan o'ziga xos bo'lgan oqsillarning sintezi qanday sodir bo'lishi haqidagi ma'lumotlar yetishmasdi.

Hozirgi vaqtda irsiy ma'lumotlarni ko'chirilishi qanday asosiy jarayonlardan iborat ekanligi aniqlandi. Ular **replikatsiyani**, ya'ni DNK matritsasida DNK sintezini, **transkripsiyasini**, ya'ni DNK dagi tilni va turni m-RNK molekulasiga ko'chirishni va **translatsiyani**, ya'ni m-RNK molekulasidagi genetik ma'lumotni oqsil tarkibidagi mos aminokislotalar ketma-ketligini sintezlashga yo'naltiradigan jarayonlarni o'z ichiga oladi.

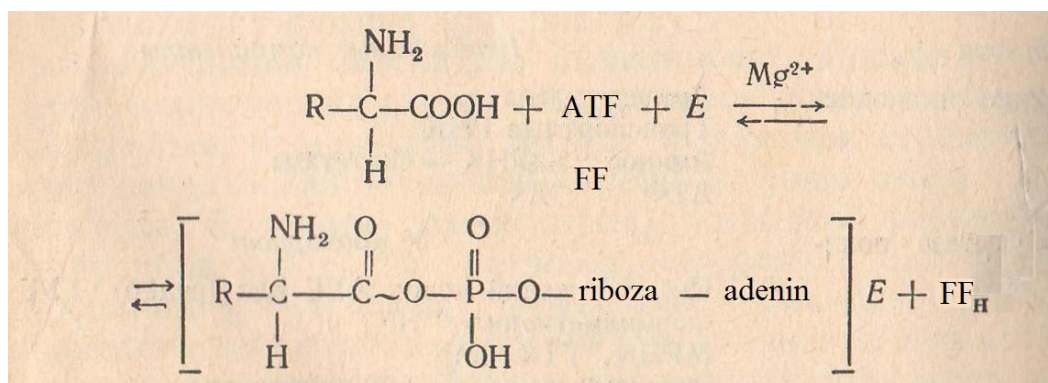
Shunday qilib, **translatsiya** m-RNK nukleotidlari ketma-ketligida mujassam bo'lgan ma'lumotlarni polipeptid zanjirning aminokislota ketma-ketligiga aylantirish demakdir. Translatsiya jarayonida hujayraning barcha oqsillari sintezlanadi. Dastlab, aminokislotalar faollashuvi va ularni tegishli t-RNK larga birikishi yuz beradi. Keyin ribosomalarda

polipeptid zanjirining yig'ilish jarayoni sodir bo'ladi, buni ba'zan **haqiqiy translatsiya** deb atashadi. Aytish mumkinki, translatsiyaning o'zi ikki bosqichdan, ya'ni **aminokislotalarning faollashuvi** va **haqiqiy translatsiyadan** iborat. Haqiqiy translatsiyaning o'zi ham **initsiatsiya, elongatsiya, terminatsiya** boshqichlaridan tashkil topgan

### 14.9.1.1. Aminokislotalarning faollashuvi

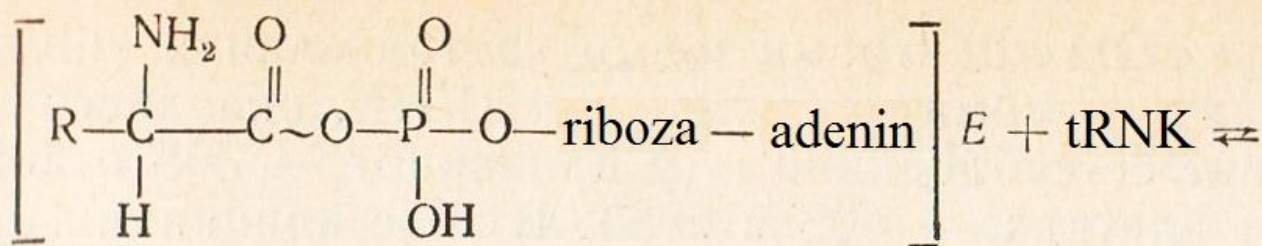
Bu bosqichda aminokislotalar ATF energiyasi yordamida maxsus fermentlar ishtirokida t-RNK tomonidan tegishli aminokislotalarning "tanilishi" ("rekognitsiyasi"), ya'ni ularni o'ziga biriktirib olishi yuz beradi. Reaksiyalar sitoplazmaning eruvchan qismida sodir bo'ladi. Aminokislotalar maxsus aminoatsil-t-RNK sintetaza fermentlari ishtirokida, faollashadi va tegishli t-RNK larga birikadi.

Bu fermentlarning har biri ma'lum aminokislota va unga tegishli bo'lgan t-RNKga xos maxsuslik xususiyatlariga ega. Katalitik markazda fermentning faollashuvi ikki bosqichda amalga oshadi. Avvalo, ATF ning aminokislota bilan ta'sirlanishi natijasida oraliq mahsulot-aminoatsiladenilat hosil bo'ladi. Bunda aminokislota ning  $-COOH$  guruhi AMF ning 5'- fosfat guruhi bilan birikishi va pirofosfat kislotaning ajralishi yuz beradi, bunda ATF ning bir qism energiyasi aminoatsiladenilat tomonidan o'zlashtiriladi, u peptid bog' hosil bo'lishi uchun zarurdir.

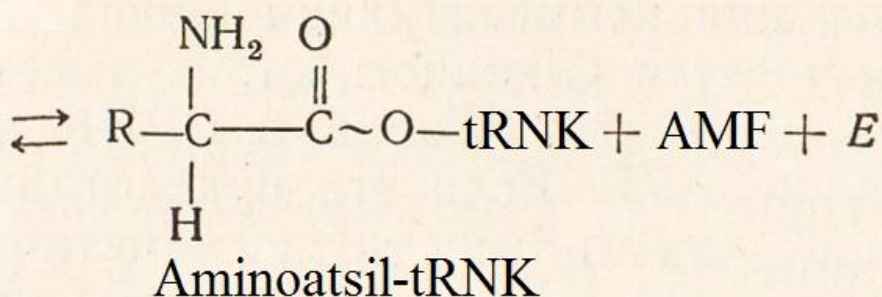


Ikkinchi reaksiyada aminoatsil qoldiqni maxsus t-RNK ga ko'chiriladi. Bunda aminokislota ning  $-COOH$  guruhi t-RNK ning adozin qoldig'ini 3"-OH-uchli guruhhi bilan murakkab efir bog'ini hosil qiladi.

Reaksiya natijasida har bir aminokislota ni o'ziga mos bo'lgan t-RNK molekulasini bilan eterifikatsiyalanishi yuz beradi, ya'ni aminoatsil-t-RNK hosil bo'ladi. Bu jarayon davomida har bir aminokislota faollashadi va o'ziga xos bo'lgan "o'zining" t-RNK si bilan bog'lanadi:



Aminoadenilatli kompleks



Tuzilishiga ko‘ra aminoatsil-t-RNK sintetazalar (aa-tRNK sintetazalar) uch guruhga bo‘linadi. Bu aa-tRNA sintetazalarning **birinchisi bitta polipeptid** zanjiridan iborat, masalan, valin, izoleysin va leysin (M = 100000 Da)larniki. **Ikkinchi aa-t-RNK sintetazlari** bir xil subbirliklardan tashkil topgan fermentlar hisoblanadi, masalan, metioninniki M = 45000 Da bo‘lgan to‘rtta subbirlikdan, serinniki M = 45000 Da bo‘lgan ikkita subbirlikdan iborat bo‘ladi. Aa-t-RNK sintetazalarning **uchinchi** guruhiga turli xil subbirliklardan tashkil topgan, masalan, glitsin, triptofanlarning aa-t-RNK sintetazalari turli xil subbirliklardan tashkil topgan. Aa-t-RNK sintetaza faqat ma‘lum bir aminokislota uchun xos bo‘lgan t-RNK nigina “taniydi”. Bu jarayon yuqori darajadagi aniqlikda davom etadi va aynan shu yo‘sinda polipeptid zanjiri sintezida aminokislotalarning ketma-ketligini, ya’ni oqsil sintezi jarayonining to‘g‘riligi belgilanadi.

Shu nuqtayi nazardan, V.A.Engelgardt bu fermentlarni **kodazalar** deb atadi, bu ularning genetik kodni amalga oshirishdagi rolini ko‘rsatadi. Keyinchalik, aminokislotalar ortilgan t-RNK ribosomalarga ko‘chiriladi, ularda esa polipeptid zanjiri hosil bo‘ladi. Bunda t-RNK molekulari adaptor rolini o‘ynaydi, ya’ni ular aminokislotalarni o‘sib boruvchi polipeptid zanjiriga ma‘lum tartibda kiritib boruvchi moslamadir.

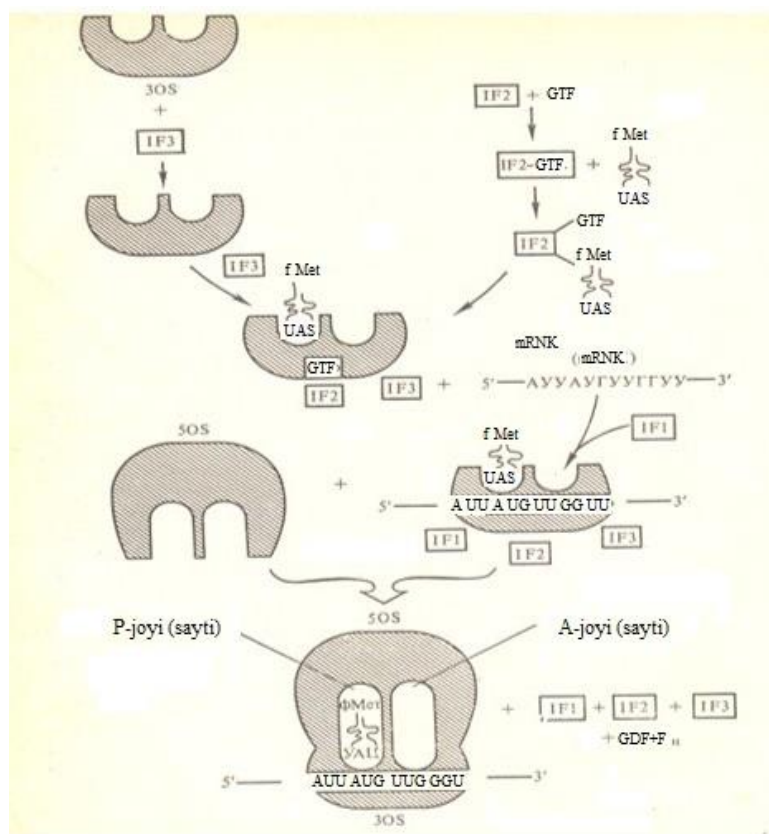
#### 14.9.1.2. Polipeptid zanjiri sintezini initsiatsiyasi

Initsiatsiya translatsiyaning eng murakkab bosqichlaridan biri hisoblanadi. Bu bosqichda oqsil sintez apparatining alohida tarkibiy qismlari yig‘iladi va dastlabki tayyorgarlik reaksiyalari sodir bo‘ladi. Ribosomalar translatsiya jarayonining markazi hisoblanadi. Ribosoma m-RNK bilan bog‘lanmagan holda bo‘lganda, dissotsiatsiyalanib, subbirliklarga (prokariotlarda – 30 S va 50 S ga, eukariot hujayralarda – 40 S va 60 S ga) ajraladi.

Initsiatsiya jarayonida ribosomalarning yig'ililishi sodir bo'ladi. Translatsiya paytida polipeptid zanjir N-uchidan boshlanadi va C-uchi bilan tugaydi, ya'ni sintezlanish jarayoni  $\text{NH}_2 \rightarrow \text{COOH}$  yo'nalishida bo'lib o'tadi.

Oqsil sintezining boshlanish signali m-RNK joylashgan uchta nukleotid AUG (prokariotlarda va eukariotlarda) yoki ko'p hollarda GUG (prokariotlarda) birikma hisoblanadi. Agar bu nukleotidlar m-RNK zanjirini o'rtalaridagi qismlarda bo'lsa, unda birinchisi metioninni, ikkinchisi valinni kodlaydi. Prokariotlarda initsiatsiya jarayoni uchun inisiator t-RNK, m-RNK, 30 S va 50 S-subbirlıklardan tashqari, GTF va uch xil oqsil omili kerak bo'ladi. Bu oqsillar ribosomaning tarkibiga kirmaydi va ular **initsiatsiya omillari** deb nomlangan **IF-1, IF-2 va IF-3** lar tarzida belgilanadi.

Initsiatsiya quyidagi tartibda bo'lib o'tadi. Initsirlovchi omil IF-3 ribosomang kichik subbirligi 30 S bilan birikadi, oqsil omili IF-2 esa GTF bilan birikadi. So'ng hosil bo'lgan IF-2-GTF kompleksiga formilmetionil-t-RNK<sup>met</sup><sub>F</sub> birikadi. Ikkinchi bosqichda, hosil bo'lgan kompleks bilan tarkibida IF-3 bo'lgan 30 S-subbirlilik reaksiyaga kirishib 30 S-IF-3-GTF-IF-2-formilmetionil-t-RNK<sup>met</sup><sub>F</sub> hosil qiladi. Bu kompleksga initsirlovchi omil - IF-1 ning ishtirokida o'zining 5'-uchi orqali m-RNK birikadi (39-rasm).



39-rasm. Oqsil sintezini initsiatsiyasi (fMet-formilmetionin)

Yakuniy bosqichda 50 S subbirlilik ham birikadi, buning natijasida initsiatsiyaning uchala omili, shuningdek, GDF va fosfat kislotalar ajralib chiqadi. E'tirof etilgan

jarayonlar natijasida ribosoma “yig‘iladi” va polipeptid zanjirni sintezlanishi uchun tayyor bo‘ladi.

Oqsil sintezida ribosomalarning funksional markazi muhim rol o‘ynaydi, u yerda molekulalarning maxsus ravishda bog‘lanadigan va oqsil biosintezida ishtirok etuvchi molekulalar joylashadigan bo‘shliq bor. Mavjud matritsada ribosomaning 30 S birligi aminoatsil-t-RNK ni muhitdan tanlash va o‘ziga xos tarzda maxsus bog‘lanishi uchun javobgar hisoblanadi. Aynan shu yerda matritsani bog‘lanish joyi, kodon-antikodon juftlari va atsillangan t-RNK joylashgan bo‘ladi.

Atsillangan t-RNK ning bog‘lanadigan joyi ribosomaning 30 S va 50 S subbirlklarini yuza qismi, shuningdek, m-RNK ning tegishli kodoni bilan cheklangan bo‘ladi, chunki bu qism faqat t-RNK ning ma‘lum molekulasi uchun o‘ziga xos maxsuslikka ega. Aminoatsil-t-RNK 30 S subbirlkning A-sayti (joyi)da (aminoatsil-t-RNK ni bog‘lanish joyi) bilan bog‘lanadi.

Aminoatsil 50 S-subbirllik sathini oxiriga “ilinadi”, bu yerdan u ribosomaning 50 S-subbirllik joylashgan peptidiltransferaza markazini A (aminoatsil) joyiga o‘tadi. 30 S-subbirlkning A-joyi yonida R-(peptidil-t-RNK-bog‘laydigan)-sayt bo‘lib, unda peptidil-t-RNK joylashadi. Peptidil ham 50 S-subbirllikka “ilinadi” va peptidilferaza markazining P (peptidil) joyiga joylashadi. 50 S-subbirllikda yana E-joy (ingliz, exit–chiqish)ning mavjudligi ma‘lum, matritsa bo‘lmagan holatlarda, unga muqobil ravishda deatsillangan t-RNK bog‘lanadi.

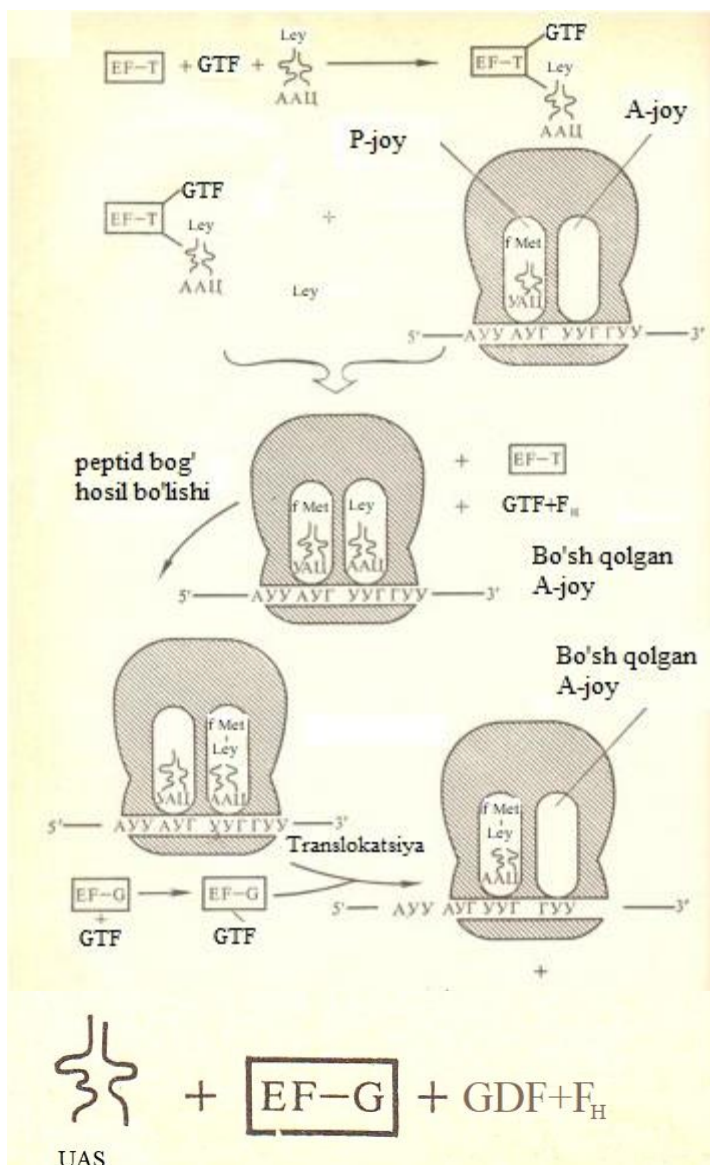
Initsiatsiya jarayonlari natijasida formilmetionil-t-RNK darhol P-joyga o‘tadi. Bunda aftidan uning antikodoni 3'-UAS-5' m-RNK ning metioninli 5'-AUG-3' kodon bilan bog‘langan bo‘ladi, A-joy esa bo‘sh qoladi, unga m-RNK ning keyingi kodoni to‘g‘ri keladi va u tegishli aminoatsil t-RNK tomonidan “o‘qiladi”. Eukariotlarda ham inisiator kodon metionil t-RNK hisoblanadi, lekin prokariotlardagidan farqli u formillanmasdan initsiatsiya omillari el-F-5, el-F-2, el-F-3, ribosomaning 40 S-subbirligi va m-RNK lar bilan reaksiyaga kirishadi. Reaksiya xuddi prokariotdagiday sxema asosida bo‘lib o‘tadi.

Mitoxondriya va xloroplastlarda peptidlarning sintezi xuddi prokariotlardagi kabi sodir bo‘lib, initsiatsiya formilmetionil-t-RNK yordamida amalga oshadi. Shunday qilib, initsiatsiya bosqichida polipeptid zanjirni sintez qilish uchun kerakli barcha “jihozlar” yig‘iladi. Yangi zanjirlarning sintezini initsiatsiyasi uchun initsiatsiya omillari qayta-qayta ishlatiladi.

### **14.9.1.3. Polipeptid zanjirning hosil bo‘lishini elongatsiyasi**

Initsiatsiya bosqichini nihoyasida ribosomaning P-joyida inisirolovchi formilmetionil-t-RNK joylashadi, A-joy esa bo‘shab, unda m-RNK ning keyingi kodoni joylashadi. Navbatdagi kodonga komplementar bo‘lgan aminoatsil-t-RNK yana A-joy bilan bog‘lanadi.

Bu jarayon uchun bakteriyalarda GTF va ikkita EF-Tu va EFTs subbirlıklardan tashkil topgan sitoplazmatik oqsil – elongatsiya omili EF-Tni bo‘lishi talab qilinadi. Eukariotlarda esa bu elongatsiya omilini EF-1 sifatida belgilanadi. Bunda GTF gidrolizlanib, GDF va ortofosfat kislota hosil qiladi. Har safar maxsus t-RNK kodon-antikodon o‘zaro ta’sirlanish jarayoni mavjudligi tufayli “tanish” jarayoni uzluksiz ravishda amalga oshadi. Kodon-antikodon juftligining hosil bo‘lishi to‘g‘ri bo‘lgan taqdirda t-RNK ning konformatsiyasi o‘zgaradi. Uning yuza qismiga TYS ketma-ketligi chiqadi, u esa 16 S r-RNKda joylashgan SGAA ketma-ketligi bilan vodorod bog‘lari yordamida bog‘langan bo‘ladi. Shunday qilib, aminoatsil t-RNK ribosomaning A-joyiga joylashadi. Bundan keyin peptid bog‘ning hosil bo‘lishi yuz beradi. Ribosomaning 50S-subbirligida joylashgan peptidiltransferaza markazida formilmetionil qoldiqni A-joyida joylashgan aminokislotaning aminoguruhiga ko‘chirilishi yuz beradi (40-rasm).



40-rasm. Polipeptid zanjirning o‘shib borish bosqichlari.

Ribosomaga kirgan yangi aminokislotaning aminoguruhini oldingi aminokislotani karboksil guruhi bilan o‘zaro ta’sirlanishi natijasida peptid bog‘lanish hosil bo‘ladi. Bu reaksiya nukleofil o‘rnini olish (oldingi aminokislotaning t-RNK si tomonidan siljitib ajratish) mexanizmi orqali boradi va u ribosomaning 50 S-subbirligidagi oqsillardan biri bo‘lgan peptidiltransferaza fermenti ta’sirida katalizlanadi. Peptid bog‘lanishning shakllanishi shu yo‘sinda sodir bo‘ladi. Keyin m-RNK ribosomasida bitta kodon orqali translatsiyalanish (siljish) sodir bo‘ladi. Bu jarayon juda murakkab bo‘lib, uning sodir bo‘lishi uchun GTF elongatsiyaning ikkinchi omili EF-G (yoki eukariotlarda EF-2), shuningdek, GTFning gidrolizi tufayli ajraladigan energiya talab qilinadi. Bundan keyin translatsiya natijasida bir triplet masofaga siljish yuz beradi. Bunda dipeptidil-RNK P joyga o‘tib, siljitib ajratilgan initsiator t-RNK ribosomaga o‘tadi. Keyingi aminoatsil t-RNK kirib kelishi tufayli butun sikl yana takrorlanadi. Bundan keyin m-RNK molekulasi joyidan siljiydi, uning kodonlaridagi ma’lumot oqsil “tiliga o‘tkaziladi”. m-RNK dagi ma’lumotlarning “o‘qilishi” 5'---->3' yo‘nalishida yuz beradi. Elongatsiya sikli ko‘p karra takrorlanadi, ya’ni u polipeptid zanjirda nechta aminokislota qoldig‘i bo‘lsa, shuncha karra takrorlanadi. Elongatsiyaning tugashi m-RNK dagi oqsil sintezi tugashiga oid signalning ribosomaga o‘tishi orqali amalga oshadi.

#### 14.9.1.4. Oqsil sintezining terminatsiyasi.

Oqsil sintezining tugashi terminatsiya tripletlari UAA, UAG, UGA lar ishtirokida yuz beradi. Shu sababli ularni **terminatorlar** deb nomlanadi. Ular m-RNK ning qaysi qismida uchrashidan qati’y nazar oqsil sintezini tugashiga olib keladi. Terminatsiya jarayonida oqsil omillari ishtirok etadi. E.coli da bu RF-1 va RF-2 oqsil omillari bo‘lib, ularning birinchisi UAA va UAG kodonlarini, ikkinchisi esa, UAA va UGA kodonlarini “taniydi”. Oqsillarning terminatsiya omillari terminatsiya kodonlari bilan bog‘lanib, zanjirning uzayib davom etishiga chek qo‘yadi. Keyin RF-3 omili RF-1 va RF-2 omillari bilan ta’sirlanib polipeptid zanjirni eng oxirida joylashgan t-RNK dan xalos qiladi. Terminatsiya kodonlari va oqsil omillari ribosomalarning 50 S-subbirligidagi peptidilesteraza faolligiga ega bo‘lgan oqsillarini initsiraydi, bunda peptid ham, RNK ham ribosomani tark etadi. Terminatsiya paytida yana bir molekula GTF parchalanib GDF va ortofosfat kislotani hosil qiladi. Eukariotlarda ham oqsil sintezi terminatsiyasini prokariotlardagiga o‘xshash kodonlar kodlaydi, bu jarayonda-oqsil tabiatli terminatsiya omili eRF ishtirok etadi. Bundan keyin ribosoma subbirliklarga dissotsiatsiyalanadi.

Oqsillarni sintezlovchi tizimning barcha bo‘shagan tarkibiy komponentlari (ribosomal subbirliklar, t-RNK, translatsiyaning oqsil omillari) keyingi sintez sikllarida qaytadan yana ishlatiladi. Oqsil sintezi reaksiyalari konveyer lentasi singari davom etadi, ular sinxronlashgan, bu esa maksimal tezlik va samaradorlikni ta’minlaydi. Deyarli har doim bir nechta ribosomalar bir m-RNK molekulasida translatsiyani amalga oshiradi, ya’ni bunda poliribosomalar yoki polisomalarni hosil qiladi. Hujayra darajasida sodir

bo‘ladigan oqsil biosintezi jarayonini umumlashtirilganda, aytish mumkinki, bu jarayon uchun juda ko‘p miqdorda energiya kerak bo‘ladi. Bir molekula ATF har bir aminokislotalarni faollashtirilishi va aminoatsil-t-RNK ni hosil bo‘lishi uchun sarflanadi. Yuqori energiyali birikmaning ikkinchi molekulasi GTF bo‘lib, u aminoatsil-t-RNK ning ribosomaga bog‘lanishi uchun sarflanadi. Uchinchi makroerg, GTF elongatsiya bosqichida translokatsiya uchun sarflanadi. To‘liq sintezlangan oqsil molekulasini initsiatsiyasi va terminatsiyasi uchun qo‘shimcha makroerg birikmalar talab qilinadi. Shunday qilib, bitta bog‘lanishni sintezi uchun ATF ning bir nechta ekvivalenti sarflanadi. Oqsillarni biosintezi jarayonida hammasi bo‘lib 200 ga yaqin makromolekulalar qatnashadi. Ular orasidan 100 ga yaqini aminokislotalarning faollashuvi va ularning ribosomaga ko‘chirilishida qatnashadi, 60 dan ziyodrog‘i ribosoma tarkibiga kiradi, 10 ga yaqini ribosomada bo‘lib o‘tadigan jarayonlarda ishtirok etadi. Quyida oqsillar sintezi bosqichlari va bu jarayonni amalga oshishi uchun kerakli komponentlar keltirilgan:

<b>Bosqichlar</b>	<b>Kerakli komponentlar</b>
Aminokislotalarning faollashuvi	Aminokislotalar Transport RNK lar Aminoatsil-t-RNK–sintetazalar ATF, magniy <sup>2+</sup>
Polipeptid zanjir sintezining initsiatsiyasi	<p style="text-align: center;"><i>Prokariotlarda</i></p> Initsirlovchi kodon AUG yoki GUG Formil-metionil-t-RNK m-RNK, GTF, magniy <sup>2+</sup> Ribosomani 30S- va 50S-subbirliklari Initsiatsiya omillari ( <i>IF-1, IF-2, IF-3</i> ) <p style="text-align: center;"><i>Eukariotlarda</i></p> Inisirlovchi kodon AUG Metionil-t-RNK. m-RNK, GTF, magniy <sup>2+</sup> Ribosomani 40S- va 60S-subbirliklari Initsiatsiya omillari ( <i>eIF-2, eIF3, eIF-5</i> )
Elongatsiya	Har xil aminoatsil-t-RNK lar GTF, magniy <sup>2+</sup> <p style="text-align: center;"><i>Elongatsiya omillari</i></p> Prokariotlarda <i>EF-T, EF-G</i> Eukariotlarda <i>EF-1, EF-2</i>

Terminatsiya

m-RNK dagi terminatsiya kodoni

(UAA, UAG, UGA tripletlaridan biri).

*Terminatsiya* omillari

Prokariotlarda *PF-1*, *PF-2*, *PF-3*

Eukariotlarda *ePF*.

Sitoplazmatik, mitoxondrial va plastidli oqsillarni sintez qiluvchi tizimlar mavjud va ularning ba'zi modifikatsiyalari mavjud bo'lgan holda, ularning barchasini strukturaviy-tashkiliy jihatlari o'xshashdir.

#### 14.10. Biologik kod va uning tavsifi

Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, kodlovchi DNKdagi ketma-ketlik bilan oqsil molekulasidagi aminokislotalarning ketma-ketligi o'zaro muvofiqlashgan (kollinear) bo'ladi, ya'ni nuklein kislotalarining nukleotidlarini ketma-ketligi polipeptid zanjirdagi aminokislota qoldiqlarini joylashuv tartibi aniq belgilangan. Binobarin, monomerlar (nukleotidlar va aminokislotalar)ning kimyoviy tabiati bir-biridan tamoman farq qiladi, demak, ular bir-biri bilan bevosita ta'sirlana olmaydi. Buni ustiga nuklein kislotalar tarkibida bor-yo'g'i 4 ta nukleotid, oqsillar tarkibida esa 20 ta aminokislota bo'ladi. Oqsillarni "alfaviti"da 20 ta "harf" bo'lgan ipsimon tuzilishga ega matn sifatida tasavvur qilish mumkin. Bu matn esa boshqa DNK ning 4 ta "harfli" matni yordamida yozilgan desa bo'ladi. Demak, har bir aminokislota uchun DNK molekulasida alohida kodon mavjud. Bunda, har bir molekula aminokislota bitta yoki undan ortiq nukleotid tomonidan kodlanadi. Agar har bir aminokislota uchun ikkita nukleotiddan iborat deb faraz qilinsa, unda jami  $4^2=16$  xil nukleotid bo'lish imkoniyati bo'lib, bu miqdordagi nukleotidlar 20 ta aminokislota uchun kamlik qilgan bo'lardi. Uch nukleotidli kombinatsiyani hisobga olinsa,  $4^3=64$  ta kodonning bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi. Shunday qilib, aytish mumkinki, tripletli kod tabiiy oqsillar tarkibida uchrovchi aminokislotalarni kodlash uchun yetarli ekan. Bu yo'nalishda M.Nirenberg va I.Mattenlarning olib borgan tadqiqotlari (1961) alohida e'tiborga molikdir. Bu olimlar kodonlarning kimyoviy tarkibini aniqlash imkonini beruvchi uslublarni ishlab chiqdilar. Ular birinchi bo'lib ikkita kodonni aniqlab berdilar. Bu olimlarning probirkalarga *E.coli* ribosomalari, 18 xil aminokislotalar va oqsillar biosintezini uchun zarur bo'lgan komponentlarni kiritish yo'li bilan poliuridin kislotasi (RNK-simon polimer) yordamida olib borgan tajribalari oqsillar biosintezini o'rganishda muhim ixtiro sifatida tan olinadi. Tajribadan ma'lum bo'ldiki, har bir probirkada 18 ta aminokislotalardan faqat bittasi "nishonlangan" edi. Bu tizimda kislotada erimaydigan faqat fenilalaninidan tashkil topgan mahsulot (polipeptid) hosil bo'ladi. Shunday qilib, aytish mumkinki, fenilalaninidan tashkil topgan polifenilalanin polipeptidini hosil bo'lganligi, UUU tripleti fenilalanin aminokislotasini kodi ekanligini isbotlaydi. Biroz keyinroq M.Nirenberg va I.Mattenlar tajriba asosida SSS tripleti prolinning kodi

ekanligini isbotladilar. Keyinchalik M.Nirenberg, S.Ochoa va hammualliflar kodlarni aniqlash bo'yicha poliribonukleotid-fosforilaza fermenti yordamida sintezlangan tarkibi aniq bo'lgan poliribonukleotidlardan foydalanib noyob tadqiqotlarni amalga oshirdilar. Shunday qilib, 70 yillarda genetik "lug'at"ni to'liq aniqlashga erishildi (19-jadval).

Genetik kod bir ma'noli bo'ladi, ya'ni har bir kod faqat bitta aminokislalani kodlaydi. Bu qonuniyatdan initsiatsiya kodonlari AUG va GUG lar mustasno. AUG translatsiyani boshlanishida kelsa, u peptidimetioninni, zanjirning o'rtasida kelganda metioninni kodlaydi, GUG esa valinni kodlaydi. Shu bilan birgalikda genetik kod cheklanish alomatlariga ega, ya'ni bitta aminokislota bir necha kodonlar mos kelishi mumkin. Masalan, **serin** uchun oltita, **glitsin va alanin** uchun 4 tadan, boshqa ko'p aminokislotalar uchun ikkitadan kodonlar mos keladi. Bu qonuniyatdan triptofan va metionin mustasno bo'lib, ular fakat bittadan kodonga ega.

19-jadval. RNK-aminokislota kodi

5'-ON-uchida joylashgan nukleotid	O'rtada joylashgan nukleotid				3'-ON- uchida joylashgan nukleotid
	U	S	A	G	
U	UU } Fen UUS } UUA } Ley UUG }	USU } Ser USS } USA } USG }	UAU } Tir UAS } UAA } Term <sup>1</sup> UAG }	UGU } Sis UGS } UGA } Term <sup>1</sup> UGG } Trp	U S A G
S	SUU } SUS } Ile SUA } SUG }	SSU } Pro SSS } SSA } SSG }	SAU } Gis SAS } SAA } Gln SAG }	SGU } SGS } Arg SGA } SGG }	U S A G
A	AUU } AUS } Ile AUA } AUG Met+Inis <sup>2</sup>	ASU } Tre ASS } ASA } ASG }	AAU } AAS } Asn AAA } AAG } Liz	AGU } AGS } Ser AGA } AGG } Arg	U S A G
G	GUU } GUS } Val GUA } GUG } +Inis <sup>2</sup>	GSU } Ala GSS } GSA } GSG }	GAU } Asp GAS } GAA } Glu GAG }	GGU } GGS } Gli GGA } GGG }	U S A G

<sup>1</sup>Term – terminatsiya omili.

<sup>2</sup>Inits – initsiatsiya omili.

Ko'p holatlarda koddagi cheklanish alomatlari faqat uchinchi nukleotidga tegishli bo'ladi, masalan, oldingi ikkita nukleotid bir xil bo'lib, faqat uchinchi nukleotid farq

qiladi. Bitta aminokislota tegishli m-RNK dagi bir necha tripletlarga mos holda antikodoni bilan farqlanadigan t-RNK ning bir necha xil antikodonlari bo'ladi.

Boshqa holatlarda bitta t-RNK bir emas, bir necha kodlarni translatsiya qilishi mumkin. Masalan, t-RNK<sup>g<sup>liiii</sup></sup> GGU va GGSni translatsiya qilib, glitsinning boshqa ikkita kodonini translatsiya qila olmaydi. Boshqa tomondan t-RNK<sup>g<sup>liiii</sup></sup> faqat GGA va GGG kodonlarini, t-RNK<sup>g<sup>liii</sup></sup> esa fakat GGG kodonini translatsiya qiladi. Bitta t-RNK bittadan ziyod kodonni "taniydigan" bo'lsa, bu kodonlar bir-biridan 3'-uchida joylashgan bittadan nukleotidi bilan farq qiladi. Bu hodisani "tebranish gipotezasi" deb nomlanib, unga ko'ra kodonning uchinchi nukleotidi odatdagidan boshqacha andozaviy juftlikka taxminan yaqinroq bo'lgan juftlik hosil qilishi mumkin. Masalan, U bilan A yoki G juftlansa, G esa U yoki S bilan juftlashuvi mumkin. Shunday qilib, uchinchi nukleotid kamroq ahamiyatga ega va u tebranuvchi tavsifga ega bo'ladi. Genetik kodning muhim xususiyati to'siqsizligi va uning alohida tripletlarini daxlsizligi hisoblanadi. Kodning o'ziga xos muhim xossalardan biri, uning universalligidir. Kod evolyutsion rivojlanishning har xil bosqichlarida bo'lgan organizmlar: odam, hayvonlar, o'simliklar, bakteriyalar, viruslarda, asosan bir xil bo'ladi. Shu sababli E.colining ribosomalari va t-RNK si, masalan, gemoglobin sintezini kodlovchi m-RNK zanjiri translatsiyasini amalga oshirishi va natijada to'la qimmatli gemoglobinni sintezlashi mumkin. Kodning universalligi tufayli gen muhandisligiga oid imkoyatlarning mavjudligi ma'lum bo'ldi. Kodning universalligi uni kelib chiqishini qay darajada qadimligini, shuningdek, uning konservativligini ko'rsatadi va unga muvofiq ravishda uzoq muddatli evolyutsiya jarayonida ham metabolizmning muhim xususiyatlarini saqlanib kelayotganidan dalolat beradi. Xilma-xil organizmlarda kechadigan genetik jarayonlarning o'xshashliklari barcha tirik mavjudotlarning paydo bo'lishida umumiylik borligidan darak beradi.

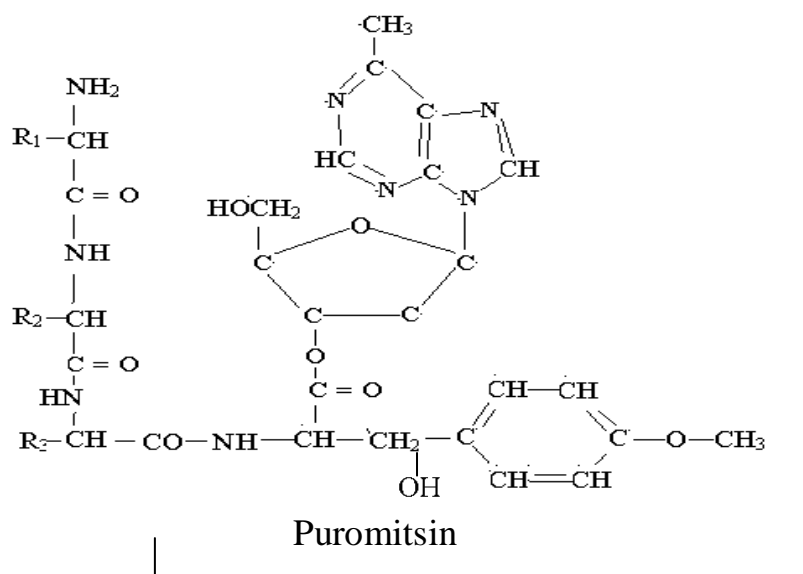
#### 14.11. Prokariot va eukariotlarning genomining tuzilishi

Organizmning genlarini yig'indi majmuyiga **genom** deb yuritiladi. Har xil organizmlarda DNK ning miqdori va genlarning miqdori bir-biridan farq qiladi, lekin bir organizmning barcha hujayralarida bir xil miqdorni tashkil qiladi. Prokariotlarning genomi ikkita zanjirdan tashkil topgan yagona yopiq halqasimon DNK hisoblanadi. Uning uzunligi 1,36 mm, tarkibi taxminan  $4 \cdot 10^6$  juft asoslardan tashkil topgan, qalinligi 20 angstrom, molekular og'irligi  $2,8 \cdot 10^9$  Da. Har xil tipdagi eukariot-hujayralarning DNK miqdorlari bir-biridan farq qiladi. Organizm qay darajada murakkab tuzilishga ega bo'lsa, unda genetik axborot shunchalik ko'p bo'ladi. Odamning yagona hujayrasi genomini uzunligi 2 m bo'ladi, u taxminan  $5,5 \cdot 10^9$  juft azotli asoslardan tashkil topgan va molekular og'irligi  $4 \cdot 10^{12}$  Da. Odam hujayrasida 46 ta xromosoma bo'lib, ularning har birining uzunligi 4 sm bo'ladi. DNK da 1 mln "harf" (nukleotid) bo'lib, ularning har birining uzunligi 0,034 sm va  $10^3$  nm<sup>3</sup> maydonni egallaydi. Boshqacha qilib aytganda, o'zida yarim

axborotni (jinsiy hujayradagi kabi) saqlaydigan genomda  $3 \cdot 10^9$  nukleotidlar bo'ldi va bu axborot  $3 \cdot 10^9$  harfdan tashkil topib, 1 mln sahifani egallashi mumkin bo'lar edi.

#### 14.12. Oqsil sintezi ingibitorlari

Ba'zi preparatlar nuklein kislotalar va oqsillar sinteziga tormozlovchi ta'sir ko'rsatadi. Hozirgi kunda tibbiyotda ko'p antibiotiklardan keng foydalaniladi, ulardan bir qismi oqsil va nuklein kislotalarini sintezlanish reaksiyalariga ta'sir ko'rsatadi. Ulardan biri puromisin hisoblanadi. U aminoatsil-t-RNK ning AMF qoldig'ining A-uchida joylashganligi uchun peptidil-t-RNK bilan ta'sirlanib peptidil-puromisin hosil qiladi. Peptidil-puromisin antikodon tavsifli triplet bo'lmaganligi sababli u peptid zanjirning elongatsiyasini tormozlab qo'yadi. Bu preparat prokariotlarda ham, eukariotlarda ham oqsil sintezini tormozlaydi. Shish hosil bo'lishiga qarshilik ko'rsatadigan ancha zaharli tavsifga ega bo'lgan aktinomisin, ham oqsil sinteziga tormozlovchi ta'sir ko'rsatadi. U DNK ni dezoksiguanozin qoldig'i bilan birikib uning matritsalik funksiyasini ishdan chiqaradi. Sil (tuberkulyoz)ga qarshi qo'llaniladigan refamisin ham RNK ning sinteziga tormozlovchi ta'sir ko'rsatadi. Xloramfenikol bakteriyalarning 70 S ribosomasida oqsil sintezining peptidiltransferaza reaksiyasini ingibirlaydi. Eukariotlardagi 80 S li sharoitda bu jarayon ro'yobga oshmaydi. 80 S li sharoitda **siklogeksamid** oqsil sinteziga tormozlovchi ta'sir ko'rsatadi, u translokazani ingibitori hisoblanadi. Tetratsiklinlar ham ribosomaning 50 S-subbirligini aminoatsil markazini kimyoviy bog'lab qo'yish orqali translatsiya jarayonini to'xtatib qo'yadi.



#### 14.13. Biokimyoning zamonaviy yutuqlari. Biotexnologiya va gen muhandisligining rivojlanishi.

Yuqorida qayd etilganidek, hozirgi kunda insoniyat uchun biokimyoning fan sifatidagi ahamiyati uning tibbiyot, dehqonchilik, chorvachilik, biotexnologiya, gen muhandisligi va qator sanoat tarmoqlari, o'rmon xo'jaligi va boshqalarning nazariy

asoslaridan biri ekanligidadir. Ayniqsa, biologik kimyoning so‘nggi yillarda erishgan yutuqlari jahon sivilizatsiyasini gurkirab rivojlanish imkoniyatlarini yanada oshirib yubordi. Xususan, biokimyo va biologiyaning boshqa tarmoqlari negizida alohida fan sifatida shakllangan biotexnologiya va gen muhandisligi bu xil imkoniyatlarni yanada kuchaytirib yubordi.

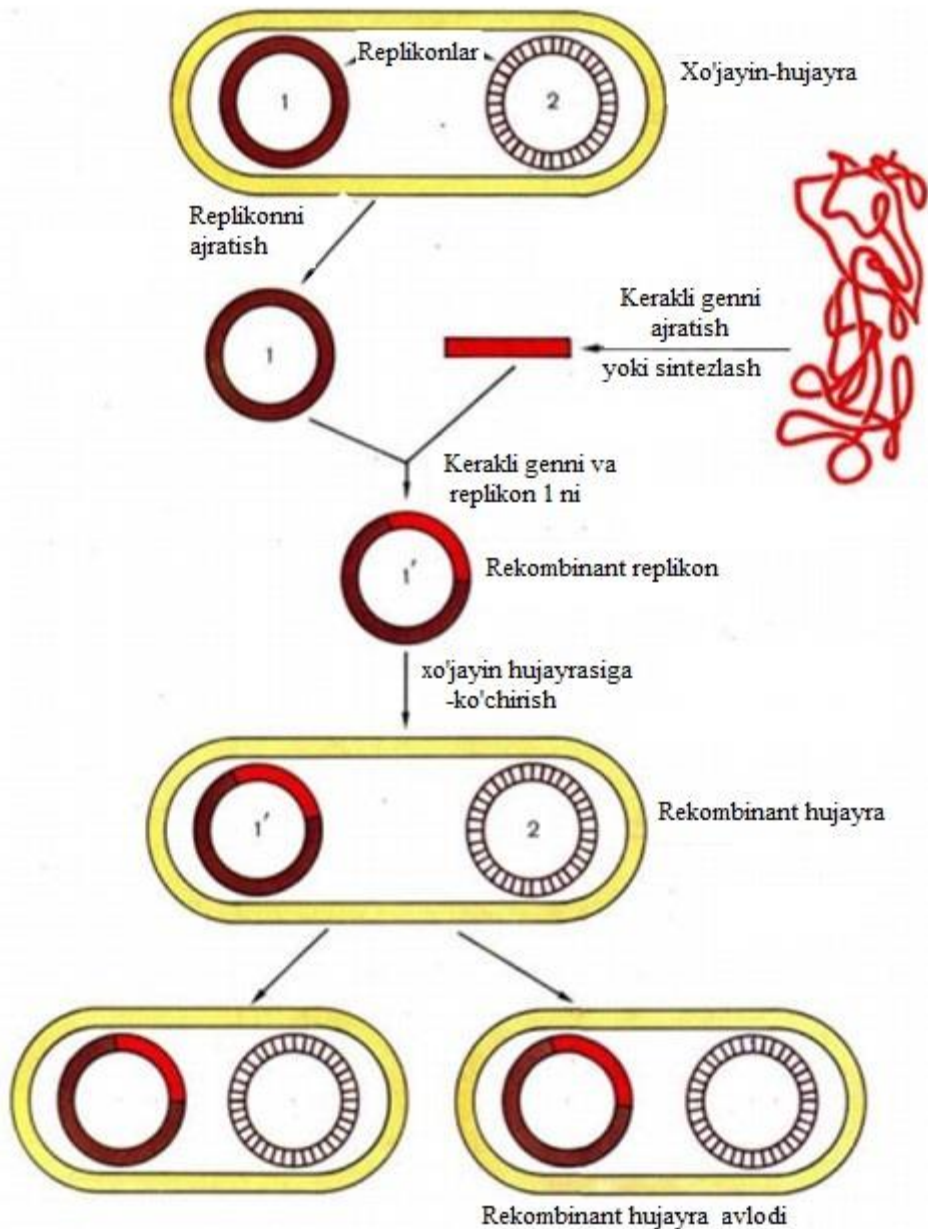
**Biotexnologiya** tirik organizmlardan va biologik jarayonlardan ishlab chiqarish jarayonlarida foydalanish yo‘nalishlarini o‘rganuvchi fandır. Oqova suvlarini tozalash, o‘simliklarni biologik uslub yordamida muhofaza qilish, shuningdek, omixta oqsillarni sanoat miqyosida ishlab chiqarish, ilgari ma‘lum bo‘lmagan tibbiyot va veterinariyada foydalaniladigan preparatlarni ajratib olish, o‘simliklarning yangi navlari, hayvonlarning zotlari, mikroorganizmlarning shtammlarini yaratish va h.k.lar fanning muhim yo‘nalishlari jumlasiga kiradi. Genetiklar va biokimyogarlarning azal-azaldan qilib kelayotgan orzulari oldindan moddalar almashinuvini irsiy jihatdan boshqariluvini amalga oshirish imkoniyatiga ega bo‘lgan tirik organizmlarni yaratishdan iborat bo‘lib kelgan. Bu vazifani bajarishni o‘z oldiga maqsad qilib qo‘ygan fanning nomi gen muhandisligi deyiladi. Uning asosiy maqsadi in vitro sharoitida DNK ning rekombinant molekulalarini olishga erishish, ularni ko‘paytirish va yangi irsiy xususiyatlarga ega bo‘lgan begona organizmga kiritishdan iborat. Gen muhandisligining asosida genetik materiallar xususiyatlarining universalligi yotadi, u har xil organizmlar, xususan, bakterial va eukariot hujayralari DNK molekulalaridan rekombinant DNK tuzish va bu rekombinant molekulalarni tirik hujayralarga kiritish imkonini beradi. Genetik muhandislikka oid ishlarni olib borish uchun, eng avvalo, DNK ning, ya‘ni genlarning ma‘lum fragmentlari bo‘lishini talab qilinadi. Dastlab olingan genlar kimyoviy yo‘l bilan sintezlangan edi. Bu davrda zamburug‘larning 77 ta nukleotiddan tashkil topgan alanin-t-RNK sini ketma-ketligi aniqlangan edi. X.Koran rahbarligidagi tadqiqotchilar bu genni kimyoviy yo‘l bilan sintezlashga muvaffaq bo‘ldilar (1969). Ular 4 dan 13 tagacha juft nukleotidlarni kimyoviy yo‘l bilan sintez kilib, keyin ligaza fermenti yordamida zaruriy tartibda ularni bir-biriga biriktirishga erishdilar. 1976-yilda xuddi shu laboratoriyada E.coli tirozinazasining repressor t-RNK sini kodlovchi DNK bo‘lagi sintezlangan edi. t-RNK geni 126 juft nukleotiddan iborat ekanligi, uning bir uchini promotor joyiga 52 juftli nukleotid, boshqa uchini terminatsiya joyiga 21 juftli nukleotid, bo‘lakning oxirgi uchlariga AATT va TTAA tetronukleotidlari birikkanligi ma‘lum bo‘ldi. Kimyoviy yo‘l bilan sintezlangan bu gen faol bo‘lib chiqdi. Bu genni genga ega bo‘lmagan bakteriofagning T4 mutant shtammiga kiritilganda bakteriofag E.coli hujayrasida ko‘payish qobiliyatiga ega bo‘lib qoldi, ya‘ni to‘la qimmatli hayotiy tusga ega bo‘ldi. G.Bayer rahbarligidagi olimlar samotostatin gormoni genini kimyoviy yo‘l bilan sintezlashga muvaffaq bo‘ldilar. Sintezni polipeptiddagi aminokislotalarning ketma-ketligini hisobga olgan holda amalga oshirildi. Bu tadqiqotchilar aminokislotalarga mos keladigan tripletlarni sintezlashga, ularni kimyoviy yo‘l bilan bir-biriga biriktirishga muvaffaq bo‘ldilar. Hosil bo‘lgan ikki spiralli

DNK genini E.colining  $\beta$ -galaktozidaza geni yoniga kiritishdi. Natijada bakteriya oqsil sintezini amalga oshira boshladi, bunda sintezlangan oqsilning bir qismi  $\beta$ -galaktozidaza bo'lsa, boshqa qismi samatostatin bo'lib chiqdi. Bu yorqin natijalar kelajakda tabiiy genlardan farqlanuvchi genlarni sun'iy ravishda sintezlash imkoniyatlari borligini isbotladi. Keyingi yillarda genlarni sintezlash maqsadida qiyinchilik jihati kam bo'lgan va tezkorroq bo'lgan teskari transkriptazadan foydalanish uslubi yo'lga qo'yildi. Bu fermentni tadqiq qilish shuni ko'rsatdiki, bunda DNK ni hosil qilish uchun har qanday RNK, hattoki, sun'iy sintezlangan RNK xizmat qilishi mumkin ekan. Bu ishni amalga oshirishda oldin RNKni tozalanadi, keyin shu RNK da teskari transkriptaza yordamida DNK ni nusxasi sintezlanadi. Har xil sabablarga ko'ra, bu uslubning imkoniyatlari ham cheklangan bo'ladi. Shuning uchun amaliyotda genomlardan ajratib olingan tabiiy genlardan ko'proq foydalaniladi. Shu maqsadda DNKni parchalashda ahamiyat kasb etadigan DNK fragmenti ajratilib vektor tarkibiga kiritiladi, uning yordamida DNK ning kerakli fragmentlarini ko'p sonli bo'lishiga erishiladi va keyin retsepiyent hujayraga kiritiladi.

**Vektor**-bu har qanday tabiatli begona DNKni hujayraga ko'chirish va uning ko'payishini ta'minlash qobiliyatiga ega bo'lgan DNK molekulasidir. Vektorlarning avtonom replikatsiyalanadigan xillari ko'p qo'llaniladi. Bu xildagi vektorlar sifatida mo'tadil bakteriofaglar yoki plazmidalar xizmat qiladi. Ular begona genlarning ko'p miqdordagi nusxalarini ajratib olish imkonini beradi. Ulardan klonlash, ya'ni DNK molekulasini gomogen populyatsiyasini olish maqsadida foydalaniladi. Gomogenlik namunasidagi hamma nusxalar muayyan DNK molekulasining to'g'ridan-to'g'ri avlodi ekanligini ifodalaydi. Odatda, yuksak organizmlarning DNKlari restriktaza fermenti yordamida fragmentatsiyalanadi. Ba'zi restriktazalar ta'sirida DNK "yopishqoq" uchli fragmentlarni hosil qiladi. "Yopishqoq" uchli asoslarning komplementarligi DNK ning har qanday fragmentlarini bir-biri bilan bog'lash imkonini beradi. Bu narsa DNK fragmentini vektor bilan biriktirish imkonini beradi. Agar DNK fragmenti "o'tmas" uchli bo'lsa, unda polipeptidtransferaza yordamida ularni adenil va timidil nukleotidlari ketma-ketligiga biriktirish mumkin. "Yopishqoq" poli (A) va poli (T)larning uzunligi 50-100 nukleotidga teng bo'lib, bu ikkita har xil DNK ning duragay tuzilmalarini hosil bo'lishi uchun yetarli bo'ladi. Vektorni, odatda, DNK fragmentini olishda qo'llanilgan o'sha restriktaza yordamida "ochiladi". Shartli ravishda maxsus vektorni faqat ma'lum bir "ochiladigan" joyi tanlab olinadi. Odatda, DNK fragmenti va vektorni birikishi qo'shni fosfoefirli bog'laridagi "yopishqoq" uchlarni DNK-ligazalar tomonidan bog'lanishi orqali amalga oshiriladi. Rossiya FA sining bioorganik kimyo institutida shu xildagi bakteriyalarning turi yaratildiki, ular yordamida qator gormonal preparatlar, xususan, tibbiyot uchun muhim ahamiyatga ega bo'lgan insulin va interferonlarni olish imkoniyati paydo bo'ldi. Interferonning m-RNK yig'indisi odamlarning leykotsitlaridan ajratib olingan. Bu m-RNKni teskari transkripsiyasi uchun matritsa sifatida foydalanildi, bunda bir zanjirli 650-900 nukleotidli uzunlikka ega bo'lgan DNK olindi. DNK ning ikkinchi zanjir juftini DNK-

polimeraza 1 yordamida sintezlandi va juft zanjirli odam leykotsitlari interferonini genini olishga erishildi. Shunday qilib, yuqorida keltirilgan fikrlarga asoslangan holda gen muhandisligi va biotexnologiyaga ta'rif berish va ularga oid zamonaviy fikr-mulohazalarni umumlashtirish mumkin bo'ladi.

**Gen muhandisligi** -bu DNK molekulasini yordamida genlarning yangi kombinatsiyalarini yaratish haqidagi fandır. Yuqorida keltirilganidek, DNK molekulasini “uzish” va “o‘stirish” imkoniyati bakteriyalarning odam geni bilan birgalikdagi insulin va interferon gormonlari sintezini amalga oshira oladigan duragay hujayralarini yaratish imkonini berdi. Genlarni ko‘chirib o‘tkazish bilan kasalliklarga, muhitning noqulay sharoitlariga chidamli, samarali ravishda fotosintezni va atmosfera azotini o‘zlashtirishni amalga oshirish qobiliyatiga ega bo‘lgan o‘simlik navlarini yaratish yo‘lga qo‘yilmoqda. Gen muhandisligi yo‘li bilan turlararo to‘siqni chegirish va alohida irsiy belgilarni bir organizmdan (masalan, odam va hayvonlardan bakteriyalar va h.k.larga) ko‘chirib o‘tkazish imkonini beradi. Gen muhandisligida biokimyoviy va bioorganik kimyoning uslublari keng qo‘llanilmoqda. Umumiy tarzda gen muhandisligi tamoyillariga oid mexanizmlar 41-rasmda keltirilgan.



41-rasm. Gen muhandisligining umumiy tamoyili

Xo'jayin organizmining oldindan ajratib olingan u yoki bu replikonlaridan birining o'rniga in vitro sharoitida boshqa manbadan olingan kerakli gen kiritiladi. Shu yo'sinda replikon xossasini o'zida saqlagan rekombinant molekulani yana xo'jayin hujayrasiga kiritiladi, unda u replikatsiyalanadi va bo'lingan hujayralarga o'tadi. Bu g'oyani tadbig'i uchun oson ajratib olinadigan, o'z xossalarini saqlab qoladigan va begona DNKni kiritgandan keyin hujayraga kirish va nihoyat barqaror irsiylanish qobiliyatiga ega bo'lishi talab qilinadi. Yuqorida e'tirof etilganidek, begona DNK larni kiritish uchun mo'ljallangan replikonlar vektorlar deb nomlanadi. Tadqiqotchi ixtiyorida dastlabki genlarni vektor bilan birikishi va xo'jayin hujayrasiga rekombinant replikonlarni kiritish uslubi bo'lishi lozim.

Shuningdek, u rekombinant replikonli hujayrani, hujayraning dastlabki retsepiyentidan farqlash ko'nikmasiga ega bo'lishi kerak. Retsepiyent hujayraga kerakli gen kiritilgandan so'ng, oldinga qo'yilgan maqsadga qarab vazifalar har xil bo'lishi mumkin. Ba'zan begona genetik materialni oddiy tarzda kiritish kifoya, ancha murakkab holatlarda esa uni yangi xo'jayinda ekspressiyalash talab qilinadi.

**Restriksiya va restriktazalar.** Yuqorida ta'kidlab o'tilganidek, genetik muhandislik bo'yicha tadqiqotlar DNK fragmentlarini olish uchun kerakli bo'lgan restriksion endonukleazalar va DNK ga birikishini ta'minlash uchun ligazalardan foydalanish mumkin bo'lganidan keyingina mumkin bo'lib qoldi.

G.Boyer, S.Koen, D.Xelinskiylar tomonidan har xil hujayralarga begona DNK larni kiritish tizimi ishlab chiqildi, ular bu hujayralar bilan birgalikda mavjud bo'lish va ko'payish qobiliyatiga ega bo'lgan DNK dan manba sifatida foydalanishni yo'lga qo'ydilar. Bunda begona DNK ni vektorlar bilan bog'lanishi oldin ularni restriksion endonukleazalar yordamida "kesish" orqali va keyinchalik ligazalar yordamida ularni "tikish" yo'li bilan amalga oshirildi. m-RNK nusxalari sifatida DNK dan va gen muhandisligi uslublaridan birgalikda foydalanishning uch xil imkoniyatlari mavjudligini ko'rsatib berdi:

- ilgari erishilishi qiyin bo'lgan eukariot genlarni individual shaklda ajratish;
- ularni strukturaviy tahlil qilish uchun zarur bo'lgan katta hajmlarda ishlab chiqarish;
- begona organizmlarda, masalan, bakteriyalar hujayralarida ularni ekspressiyalanish tizimini yaratish.

Qayd qilingan holatlardan oxirgisi zaruriy xususiyatlarga ega bo'lgan tirik organizmlarni yaratish imkoniyatini beradi. Tez orada bu imkoniyat biotexnologiyada keng foydalana boshlandi. Shunday mikroblarni olishga erishildiki, ular odatda, eukariot organizmlarda (jumladan, odamlarda ham) sintezlanadigan xilma-xil oqsillarni produsirlash qobiliyatiga ega bo'ldi.

Nukleotid polipeptid zanjirining parchalanishi nukleazalar deb ataladigan fermentlar yordamida amalga oshiriladi. Ba'zi fermentlar polinukleotid zanjiri (endodeoksiribonukleaza) ichidagi fosfofir bog'lanishini uzadi, boshqalari zanjirni 5' yoki 3'-uchidan boshlab gidrolizlaydi – ularni 5'- yoki 3'- ekzodeoksiribonukleazalar deb nomlanadi. Endonukleazalar o'ziga xosligi bilan farq qiladi - ular ma'lum ketma-ketlikni uzishda ishtirok etadi yoki ketma-ketlikka nisbatan hech qanday talab bo'lmaydi. Faqat bitta zanjirli DNK ni yoki ikki zanjirli DNK ni yoki har ikkalasini ham gidrolizlaydigan fermentlar mavjud.

Endodezoksiribonukleazalarning eng muhim sinfi restriksion endonukleazalar hisoblanadi. Nukleotidlar ketma-ketlikni "taniydigan" joy (sayt), ajratish joyi va reaksiya sharoitlariga qarab restriktazalar uch sinfga bo'linadi.

**Birinchi sinfning** restriksion endonukleazalari DNK ketma-ketligini ma'lum bir joyini "taniydi", ammo nuklein kislotasini "tanigan joydan" ma'lum masofada joylashgan har xil joylaridan uzib parchalaydi. Ular bir ferment kompleksini o'zida ham

restriksiyalash, ham modifikatsiyalash faolligini namoyon qiladi va muhitda S - adenozilmetionin, ATF va  $Mg^{2+}$  larning ishtirokini talab qiladi.

**Ikkinchi sinf** fermentlari DNKni ikkilamchi tartibli simmetriya o'qiga ega bo'lgan joyidan parchalaydi. Shuningdek, bu sinfga nosimmetrik ketma-ketlikni "taniydigan" va DNK ni "taniydigan joy"idan nariroqdagi masofadan parchalaydigan bir necha xil fermentlar ham kiradi.

**Uchinchi restriktaza sinfi** fermentlarining uchun "taniydigan joy" simmetrik bo'lishi shart emas va parchalanish "taniydigan joy"dan 24-27 nukleotid naridagi masofada sodir bo'ladi. Birinchi sinf restriktazalari kabi, ular bir kompleksni o'zida ham restriksiyalash, ham modifikatsiyalash faolligiga ega va restriksiya uchun ATF ishtirokini talab qiladi.

#### **14.14. Molekular kasalliklar: fermentopatiyalar**

Molekular kasalliklar moddalar almashinuvining izdan chiqishi natijasida kelib chiqadigan irsiy kasalliklar hisoblanadi. XX asrning boshlarida ingliz shifokori A.E.Garrod bir qator irsiy kasalliklarni o'rganib, ular moddalar almashinuvini ma'lum bir bosqichini boshqaruvchi ferment faolligini pasayishi yoki to'liq ravishda yo'qolishi natijasida paydo bo'lishi to'g'risidagi fikrni bildirdi.

Oqsilning birlamchi strukturasi o'zgarishlar (fermentativ, strukturaviy, qon plazmasi), aftidan, uning xossalariga ta'sir qilmaydi ("mutatsiyaning jimligi"). Shu bilan birgalikda, qator holatlarda (masalan, fermentning faol markazi o'zgarganda), oqsilning xossalari va natijada funksiyalari o'zgaradi. Shunday qilib, barcha molekular kasalliklarning paydo bo'lishi biron-bir me'yoriy oqsilning yo'qolishi yoki uning fermentativ yoki fizik-kimyoviy xossalarining o'zgarishi bilan bog'liq bo'ladi. Ushbu kasalliklarni **fermentopatiyalar** deb atash mumkin.

**Nofermentopatiya** deb nomlangan kasalliklar to'g'risida fikr yuritilsa, ularning kelib chiqishi ferment tabiatiga ega bo'lmagan oqsillarning sintezi yoki funksional faolligini yo'qotishi tufayli yuz berishi aniqlangan. Masalan, alkaptonuriya bilan og'rikan bemorlarning siydigida gomogentizin kislotaning paydo bo'lishi, uni oksidlovchi fermentning yo'qligi bilan bog'liq (aniqlanishicha, bu holatda fermentning faolsizlangan shakli hosil bo'ladi); albinizm esa kerakli fermentlardan biri – tirozinaza va boshqalarning yetishmasligi tufayli melanin pigmentlari hosil bo'lishining blokadasidan kelib chiqadi. Bu kasalliklarni boshqachasiga nomlaganda, ular fermentopatiyalar (yoki enzimopatiyalar) deb yuritiladi. Har bir normal gen, odatda, qat'iy belgilangan fermentni, ya'ni ma'lum bir oqsilni sintezini belgilaydi (kodlaydi).

Biokimyoviy mutantlarni o'rganish shuni ko'rsatdiki, gen mutatsiyasi ferment yo'qolishiga yoki uning faolligining o'zgarishiga olib keladi, ya'ni oqsil yo umuman sintez qilinmaydi yoki birlamchi strukturasi o'zgargan tarzda sintezlanadi. Shunday qilib,

fermentopatiyalarning kelib chiqishi har qanday normal oqsilning yo'qolishi yoki uning fermentativ yoki fizik-kimyoviy xossalarining o'zgarishi bilan bog'liq.

Har bir ferment ma'lum bir metabolitik reaksiyani boshqarganligi sababli, uning yo'qligi yoki o'z vazifasini bajara olmasligi, bu fermentning substrati bo'lgan moddaning biosintezi bosqichida normal metabolik yo'lning to'xtashiga olib keladi.

Fermentopatiyalarga aminokislotalar (aminoatsiduriya), uglevodlar (glukozuriya), lipidlar (lipidoz va leykodistrofiya), purinlar, pirimidinlarning almashinuvini izdan chiqishi tufayli kelib chiqadigan kasalliklar kiradi. Hozirgi kungacha bu xildagi kasalliklarning 1000 dan ortig'i uchrashi ma'lum. Bu kasalliklarga chalinish darajasi nisbatan past: eng keng tarqalgan molekular kasalliklardan biri **fenolketonuriya** bo'lib, uni o'rtacha uchrash jadalligi 1:10000 gacha ko'rsatkichga teng.

### **Materialni mustahkamlash uchun savollar:**

1. DNK strukturasiidagi genetik axborot qanday yo'l bilan organizmning fenotipik va funksional xossalariga aylanadi?
2. Oqsil biosintezi mexanizmlarini o'rganishda qaysi olimlar qatnashgan?
3. Oqsil sintezi bosqichlarini tushuntiring.
4. DNK ning replikatsiyasi nima?
5. Transkripsiya jarayonida nima sodir bo'ladi?
6. Aminokislotalar faollashuvi qanday bo'lib o'tadi?
7. Haqiqiy translatsiya necha bosqichda bo'lib o'tadi?
8. Initsiatsiya, elongatsiya va terminatsiya nima?
9. Genetik kod va uning xususiyatlari.
10. Ribosomalar, polisomalar va ularning qisqacha xususiyatlari.
11. Prokariotlar va eukariotlar genomlarining tuzilishi.
12. Oqsil sintezi jarayonining ingibitorlari.
13. Genetik muhandislik va uning imkoniyatlari.
14. Biotexnologiya va uning rivojlanish istiqbollari.
15. Oqsillar turning va individuallikning o'ziga xosligining asosi sifatida.
16. DNK ning siklik va superspiral molekulasi.
17. Xromatinning tuzilishi.
18. Replikatsiyaning molekular asoslari.
19. Transkripsiyaning molekular asoslari.
20. Translatsiyaning molekular asoslari.
21. Oqsil biosintezini asosiy bosqichlari.
22. Genetik kod. Kodon va antikodon.
23. Molekular kasalliklar. Fermentopatiya.

**BIOKIMYO VA BIOLOGIYA FANIDAN  
TEST SAVOLLARI VA JAVOBLARI**

1. Karbonsuvlar qanday funksiyalarni bajaradi?
  - A) Energetik, plastik, zaxira, himoya, boshqaruv, tayanch
  - B) Himoya, plastik, energetik, qurilma
  - C) Plastik, energetik, transport, boshqaruv
  - D) Energetik, plastik, transport
2. Polisaxaridlar mavjud qatorni toping.
  - A) Saxaroza, glikogen, selluloza, rafinoza
  - B) Laktoza, inulin, selluloza, glyukoza
  - C) Kraxmal, glikogen, selluloza, inulin
  - D) Glikogen, inulin, selluloza, glyukoza
3. Karbonsuvlar qaysi fermentlar yordamida parchalanadi?
  - A) Lipaza, fosforilaza
  - B) Amilaza, maltaza
  - C) Amilaza, ureaza
  - D) Tripsin, katalaza
4. Oshqozonosti bezi gormoni insulin qon tarkibidagi glyukoza konsentratsiyasiga qanday ta'sir ko'rsatadi?
  - A) Qon tarkibidagi glyukoza miqdorini stabillashtiradi
  - B) Qon tarkibidagi glyukoza miqdorini keskin oshirib yuboradi
  - C) Qon tarkibidagi glyukoza miqdorini keskin kamaytirib yuboradi
  - D) Hech qanday ta'sirga ega emas
5. Karbonsuvlar qaysi organda monosaxaridlargacha parchalanadi?
  - A) Ko'richakda
  - B) Oshqozonda
  - C) Ingichka ichakda
  - D) To'qimalarda
6. Fermentlar necha sinfga bo'linadi?
  - A) 2
  - B) 6
  - C) 3
  - D) 9
7. Fermentlar ishtirokida kechadigan kimyoviy reaksiyalar nima deyiladi?
  - A) Faollanish energiyasi
  - B) Kataliz
  - C) Energetik bar'ber
  - D) Reaksiya tezligini oshishi
8. Ureaza fermentini birinchi bor kim ajratib olgan?

A) *Samner*

B) *Fisher*

C) *Libix*

D) *Orexovich*

9. Fermentlar boshqa katalizatorlardan qaysi jihatlari bilan farqlanadi?

A) *Kimyoviy tabiati bilan*

B) *Faollashuv energiyasi bilan*

C) *Reaksiya tezligi bilan*

D) *Energetik to'rtligi bilan*

10. Energiyani asosiy ko'chiruvchisi nima?

A) *Ovqat mahsuloti*

B) *Neytron*

C) *Atom*

D) *Elektron*

11. Metabolizm qanday reaksiya jarayonlari oqimidan iborat?

A) *Katabolitik va oksidlovchi-qaytaruvchi*

B) *Oksidlovchi va katabolitik*

C) *Oksidlovchi va qaytaruvchi*

D) *Anabolitik va katabolitik*

12. Amilaza ta'sirida kraxmaldan hosil bo'ladigan so'nggi mahsulot nima?

A) *Fruktoza*

B) *Maltoza*

C) *Glyukoza*

D) *Dektrinlar*

13. Pepsin uchun optimal pH ko'rsatkichi qancha?

A) *pH=4,5-5,5*

B) *pH=6,5-7,5*

C) *pH=7,5-8,5*

D) *pH=1,5-2,5*

14. Tiramin dekarboksillanish asosida qaysi moddadan hosil bo'ladi?

A) *Gistidindan*

B) *Fenilalanindan*

C) *Tirozindan*

D) *Lizindan*

15. Sovunlanuvchi lipidlarga nimalar kiradi?

A) *Yog'lar, mumlar, o't kislotalari, xolesterin*

B) *Sfingozin, letsetin, sterinlar, fosfoglitsidlar*

C) *Yog'lar, mumlar, fosfoglitsidlar, fosfolipidlar*

D) *Sterinlar, steridlar, fosfoglitsidlar, mumlar*

16. Oddiy yog‘lar qatorini toping.
- A) *Oleinopalmitostearinoglitserid, dipalmitostearinoglitserid*
  - B) *Palmitodioleinoglitserid, dipalmitostearinoglitserid*
  - C) *Tripalmitoglitserid, trioleinoglitserid*
  - D) *Oddiy yog‘lar mavjud emas*
17. Spermatsetni qaysi biomaterialdan olinadi?
- A) *Asalaridan*
  - B) *Kashalotdan*
  - C) *Qo‘yning terisidan*
  - D) *Akuladan*
18. Riboflavin qaysi fermentlarning tarkibiga kiradi?
- A) *Gidrolazalar*
  - B) *Oksireduktazlar*
  - C) *Liazalar*
  - D) *Lipazalar*
19. A vitamini avitaminozi nimaga olib keladi?
- A) *Falajlik*
  - B) *Ko‘rlik*
  - C) *Singa*
  - D) *Sochlarning to‘kilishi*
20. Peptid bog‘lanishlar qaysi funksional guruhlar evaziga hosil bo‘ladi?
- A) *Alfa- amino- va alfa-karboksil guruhlar*
  - B) *Alfa-amino- va beta-gidroksil guruhlar*
  - C) *Karboksi va gidroksil guruhlar*
  - D) *Karbonil va disulfid guruhlar*
21. Monosaxaridlar qatorini toping.
- A) *Glyukoza, riboza, fruktoza*
  - B) *Fruktoza, saxaroza, kraxmal*
  - C) *Saxaroza, glyukoza, maltoza*
  - D) *Kraxmal, saxaroza, maltoza*
22. Oltinugurt tutuvchi aminokislotalarni toping.
- A) *Sistein, sistin va metionin*
  - B) *Sistein, sistin va serin*
  - C) *Alanin, metionin va fenilalanin*
  - D) *Metionin, lizin va serin*
23. Nukleozid qanday komponentlardan tashkil topgan?
- A) *Azotli asos, uglevod va fosfat kislotalardan*
  - B) *Azotli asos va fosfat kislota qoldig‘idan*
  - C) *Uglevod va fosfat kislotalardan*

D) Azotli asos va uglevoddan

24. Oqsillarni "tuzlash" bu...

A) Oqsillarni elektroforez yordamida ajratish

B) Oqsillarni qaynatish asosida cho'ktirish

C) A, V va D javoblar hammasi to'g'ri

D) Neytral tuzlar ta'sirida cho'ktirish

25. Laktatdehidrogenazaning necha xildagi izofermentlari mavjud?

A) 6

B) 3

C) 2

D) 5

26. Ko'payish (urchish) vitamini qaysi?

A) D

B) C

C) E

D) K

27. D vitamini yetishmasa qaysi kasallik paydo bo'ladi?

A) Oq dog'lar paydo bo'lishi

B) Sochlarning to'kilishi

C) Raxit

D) Singa

28. Raxit qaysi vitamin tanqisligida paydo bo'ladi?

A) E

B) C

C) D

D) A

29. Qaysi qatorda nordon aminokislotalar keltirilgan?

A) Serin va asparagin kislota

B) Asparagin va glutamin kislotalar

C) Alanin, glutamin kislota

D) Tirozin, asparagin

30. Moylar (suyuq yog'lar) qaysi sinfga mansub?

A) Ko'p atomli spirtlarga

B) Murakkab efirlarga

C) Karbon kislotalarga

D) Aldegidlarga

31. Murakkab efirlar qanday komponentlardan tashkil?

A) Etilenglikol va to'yinmagan karbon kislotalaridan

B) Glitserin va karbon kislota qoldiqlaridan

- C) *Glitserin va aldegidlar qoldig‘idan*  
 D) *Biratomli spirtlar va karbon kislotalardan*
32. “Kumush ko‘zgu” reaksiyasi beradigan qatorni toping.  
 A) *Glyukoza, glitseraldegid*  
 B) *Glitserin, glyukoza*  
 C) *Kraxmal, fruktoza*  
 D) *Ribuloza, fruktoza*
33. Peptidazalar qatorini toping.  
 A) *Pepsin, tripsin, papain*  
 B) *Amilaza, ureaza, xemotripsin*  
 C) *Ureaza, papain, amilaza*  
 D) *Pepsin, ureaza, amilaza*
34. Yog‘larni kislotali gidrolizlaganda qanday mahsulotlar hosil bo‘ladi?  
 A) *Glitserin va yog‘ kislotalar*  
 B) *CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>O*  
 C) *Glitserin va aldegidlar*  
 D) *Yog‘ kislotalar va ketonlar*
35. Suyuq yog‘ (moy)larni qattiq yog‘larga aylanishi reaksiyasini toping.  
 A) *Parchalanish*  
 B) *Aminlanish*  
 C) *Oksidlanish*  
 D) *Gidrogenlanish*
36. Glyukoza molekulasida qanday funksional guruhlar mavjud?  
 A) *Gidroksil va disulfid*  
 B) *Gidroksil va keto guruh*  
 C) *Gidroksil va karboksil*  
 D) *Gidroksil va aldegid*
37. Nukleotid qanday komponentlardan tashkil topadi?  
 A) *Uglevoddan, fosfat kislotalardan va aminokislotalardan*  
 B) *Azotli asosdan, uglevod qismidan va vitamindan*  
 C) *Azotli asosdan, uglevoddan va fosfat kislotalardan*  
 D) *Azotli asosdan, fosfat kislotalardan va aminokislotalardan*
38. Amfoter xossaga ega bo‘lgan moddalar qatorini toping.  
 A) *Karbon kislotalar*  
 B) *Uglevodlar*  
 C) *Aminokislotalar*  
 D) *Aldegidlar*
39. Gidrolizlanadigan moddalar qatorini toping.  
 A) *Yog‘lar, bir atomli spirtlar, aldegidlar*

- B) *Yogʻlar, oqsillar, uglevodlar*  
 C) *Oqsillar, karbon kislotalar, mochevina*  
 D) *Koʻp atomli spirtlar, nuklein kislotalar*
40. Purin asosli azot asoslari qatorini toping.  
 A) *Adenin, sitozin*  
 B) *Adenin, guanin*  
 C) *Timin, sitozin*  
 D) *Adenin, timin*
41. Ikkita asimmetrik uglerod atomi boʻlgan uglevodlarning optik izomerlari soni nechta?  
 A) 4  
 B) 3  
 C) 5  
 D) 2
42. Qaysi formula yordamida monosaxaridlarning izomerlari soni aniqlanadi?  
 A)  $N = 2^n$   
 B)  $p^2$   
 C)  $N - 2 - p^2$   
 D)  $2 \cdot p^2$
43. Feling reaksiyasini beruvchi moddalar joylashgan qatorni aniqlang.  
 A) *Riboza, glyukoza, galaktoza*  
 B) *Kraxmal, glyukoza, fruktoza*  
 C) *Maltoza, fruktoza, glyukoza*  
 D) *Saxaroza, glyukoza, selluloza*
44. Nukleoproteinlarni parchalanishi natijasida hosil boʻladigan moddalar qatorini toping.  
 A) *Peptidlar, nukleozidlar va fosfat kislota*  
 B) *Oqsillar, nuklein kislotalar va uglevodlar*  
 C) *Azotli asoslar va uglevodlar va glyukoza*  
 D) *Aminokislotalar, purin, pirimidin asoslari va fosfat kislota*
45. DNK tarkibida qaysi azotli asoslar boʻladi?  
 A) *Sitozin, timin, guanin va uratsil*  
 B) *Adenin, guanin, sitozin va uratsil*  
 C) *Adenin, sitozin, timin va uratsil*  
 D) *Adenin, guanin, sitozin va timin*
46. RNK tarkibida qaysi azotli asoslar boʻladi?  
 A) *Sitozin, timin, guanin va uratsil*  
 B) *Adenin, guanin, sitozin va timin*  
 C) *Adenin, sitozin, timin va uratsil*  
 D) *Adenin, guanin, sitozin va uratsil*
47. Glyukozani izomerlari joylashgan qatorni toping.

- A) *Maltoza, mannoza va galaktoza*  
 B) *Galaktoza, kraxmal va fruktoza*  
 C) *Fruktoza, galaktoza va mannoza*  
 D) *Saxaroza, fruktoza va mannoza*
48. Suvda eruvchi vitaminlar qatorini toping  
 A) *C, B6, Bc, P, H, E, PP, B6*  
 B) *Bc, D, PP, H, B3, P, K, B2*  
 C) *B1, B2, PP, Bc, B6, B12, H, C*  
 D) *B1B6, B12, D, A, B3, C*
49. Molekulasida to'rtta asimmetrik uglerod atomi bo'lgan monosaxarid nechta izomerga ega?  
 A) *10*  
 B) *8*  
 C) *16*  
 D) *4*
50. Musbat zaryadlangan aminokislotalar qatorini toping.  
 A) *Lizin, triptofan va glutamin kislota*  
 B) *Lizin, arginin va gistidin*  
 C) *Serin, arginin va gistidin*  
 D) *Gistidin, sistein va lizin*
51. Oqsil denaturatsiyasi nima?  
 A) *Eruvchanligini o'zgarishi*  
 B) *Fizik-kimyoviy ta'sir tufayli tabiiy xossalarini o'zgarishi*  
 C) *Fizik-kimyoviy ta'sir tufayli rangini o'zgarishi*  
 D) *Fizik-kimyoviy ta'sir tufayli qaytarilishi*
52. Kraxmalning monomerini toping.  
 A) *Beta-glyukoza*  
 B) *Alfa-glyukoza*  
 C) *Alfa-galaktoza*  
 D) *Beta-fruktoza*
53. Buyrakusti bezini po'sloq qismida kaysi gormonlar ishlab chiqariladi?  
 A) *Glukokortikoidlar va mineralokortikoidlar*  
 B) *Tiroksin va mineralokortikoidlar*  
 C) *Insulin va glukokortikoidlar*  
 D) *Testosteron va kortikoidlar*
54. Gistidin uchun sifatli reaksiya qaysi?  
 A) *Pauli reaksiyasi*  
 B) *Millon reaksiyasi*  
 C) *Ningidrin reaksiyasi*

D) *Fol reaksiyasi*

55. Tirozinga xos Millon reaksiyasi natijasida aralashma qanday ranga bo'yaladi?

A) *Qizil*

B) *Sariq*

C) *Qora*

D) *Yashil*

56. Oksikislotalar joylashgan qatorni toning.

A) *Leysin, serin*

B) *Treonin, asparagin*

C) *Serin, glutamin*

D) *Serin, treonin*

57. Qaysi gormon qondagi shakar miqdorini muvofiqlashtiradi?

A) *Gistamin*

B) *Tiroksin*

C) *Vazopressin*

D) *Insulin*

58. Qaysi ichki sekretiya bezlari testosteron ishlab chiqaradi?

A) *Gipofiz*

B) *Qalqonsimon bez*

C) *Oshqozonosti bezi*

D) *Jinsiy bez*

59. Alfa-glyukoza qanday tabiiy polimer hosil qiladi?

A) *Inulin*

B) *Selluloza*

S) *Kraxmal*

D) *Gemitselluloza*

60. Jinsiy gormonlar joylashgan qatorni toping?

A) *Gidrokortizon, estradiol*

B) *Insulin, progesteron*

S) *Testosteron, progesteron*

D) *Glukagon, testosteron*

61. Qalqonsimon bez gormoni qaysi?

A) *Gidrokortizon*

B) *Vazopressin*

C) *Tiroksin*

D) *Progesteron*

62. Makroelementlar joylashgan qatorni toping.

A) *B, Al, Br, Cs, Ag, O*

B) *N, C, H, O, P, S*

- C) *Sn, Mo, J, Cu, S, N*  
 D) *F, Si, Cr, Zu, H, O*
63. Yogʻlar qaysi ferment taʼsirida parchalanadi?  
 A) *Katalaza*  
 B) *Lipaza*  
 C) *Amilaza*  
 D) *Ureaza*
64. Mikroelementlar qaysi qatorda keltirilgan?  
 A) *N, C, P, O, S*  
 B) *F, Si, V, Cr, Mn*  
 C) *Fe, P, C, O, B*  
 D) *Ba, Au, K, Mg, Ca*
65. Pirouzum kislotaning dekarboksillanishi natijasida qanday modda hosil boʻladi?  
 A) *Sirka aldegid*  
 B) *Etandiol*  
 C) *Sirka kislota*  
 D) *Etanol*
66. Oshqozonosti bezi gormoni qaysi?  
 A) *Insulin va glukagon*  
 B) *Testosteron va insulin*  
 C) *Kortikosteron va glukagon*  
 D) *Tiroksin va insulin*
67. Oddiy oqsillar joylashgan qatorni toping.  
 A) *Protaminlar va gistonlar, prolaminlar va glutelinlar, albuminlar va globulinlar tabiiy peptidlar*  
 B) *Prolaminlar va glutelinlar, albuminlar va globulinlar, xromoproteinlar, nukleoproteinlar*  
 C) *Protaminlar va gistonlar, prolaminlar va glutelinlar, nukleoproteinlar, metalloproteinlar*  
 D) *Xromoproteinlar, metalloproteinlar, albuminlar va globulinlar, tabiiy peptidlar*
68. Mikroelementlar tirik organizmning necha % ni tashkil qiladi?  
 A)  $10^{-8} - 10^{-12}\%$   
 B)  $10^{-4} - 10^{-6}\%$   
 C)  $10^{-2} - 10^{-3}\%$   
 D)  $10^{-3} - 10^{-5}\%$
69. Aromatik aminokislotalarning mavjudligi qaysi reaktiv yordamida aniqlanadi?  
 A) *Nilander reaktivi*  
 B) *Nessler reaktivi*  
 C) *Lugol reaktivi*

D) Millon reaktivi

70. Peptid bog' borligini qaysi reaksiya yordamida aniqlash mumkin?

A) Fol reaksiyasi

B) Millon reaksiyasi

C) Ningidrin reaksiyasi

D) Biuret reaksiyasi

71. Xolesterin qaysi sinfga kiradi?

A) Aldegidlarga

B) Yuqori molekular ko'p atomli spirt

C) Yuqori molekular siklik spirt

D) Yuqori molekular karbon kislota

72. PP vitamini (niatsin) avitaminozida qanday kasallik kelib chiqadi?

A) Sochlar to'kiladi

B) Singa

C) Dermatit

D) Saraton

73. So'lak tarkibida qanday ferment bo'ladi?

A) Katalaza

B) Ureaza

C) Amilaza

D) Kinaza

74. Gemoglobin tarkibida qanday metall bo'ladi?

A) Natriy

B) Temir

C) Kalsiy

D) Magniy

75. DNK ni qo'sh zanjirli tuzilishini fanga ma'lum qilgan olimlar kimlar?

A) Uotson va Krik

B) Zinin, Oparin

C) Zelinskiy, Temiryazov

D) Butlerov, Danilevskiy

76. Hidrokortizonni qaysi ichki sekretiya bezi ishlab chiqaradi?

A) Buyrakusti bezi

B) Qalqonsimon bez

C) Jinsiy bezlar

D) Oshqozonosti bezi

77. Tirozin va gistidinni dekarboksillanishidan qanday biofaol moddalar hosil bo'ladi?

A) Tiramin va gistamin

B) Tirozin va fenilalanin

- C) *Fenilalanin va gistamin*  
 D) *Triptofan va tiramin*
78. Ksantoprotein reaksiyasi yordamida qanday aminokislotalarni aniqlanadi?  
 A) *Oltinugurt tutuvchi aminokislotalarni*  
 B) *Diaminokarbon kislotalarni*  
 C) *Monoaminodikarbon kislotalarni*  
 D) *Aromatik aminokislotalarni*
79. Yogʻlarni emulsiyalanishi qayerda yuz beradi?  
 A) *Oshqozonda*  
 B) *Koʻrichakda*  
 S) *Toʻqimalarda*  
 D) *Ingichka ichakda*
80. Yogʻlarni lipaza taʼsirida parchalanishidan qanday moddalar hosil boʻladi?  
 A)  $N_2O$  va  $SO_2$   
 B) *Glitserin va aldegidlar*  
 C) *Yogʻ kislotalari va etanol*  
 D) *Glitserin va yogʻ kislotalari*
81. Qaytaruvchi disaxaridlar qatorini toping.  
 A) *Laktoza, saxaroza va glyukoza*  
 B) *Maltoza, laktoza va saxaroza*  
 C) *Maltoza, laktoza va sellobioza*  
 D) *Sellobioza, saxaroza va tregaloza*
82. Qaytarmovchi disaxaridlar qatorini toping.  
 A) *Maltoza va tregaloza*  
 B) *Saxaroza va maltoza*  
 C) *Saxaroza va tregaloza*  
 D) *Sellobioza va saxaroza*
83. Qanday reaksiya yordamida biomaterial tarkibida ketozalar borligini aniqlash mumkin?  
 A) *Nilander reaksiyasi yordamida*  
 B) *Trommer reaksiyasi yordamida*  
 C) *Selivanov reaksiyasi yordamida*  
 D) *Biuret reaksiyasi yordamida*
84.  $C_5H_{10}O_5$  formulaga ega boʻlgan aldozalarda nechta izomer boʻlishi mumkin?  
 A) 4  
 B) 8  
 C) 6  
 D) 16
85. Sellobioza qanday geksozalardan tashkil topgan?

- A) Ikki molekula alfa-glyukozalardan  
 B) Ikki molekul beta-glyukozalardan  
 C) Ikki molekula alfa-mannozalardan  
 D) Alfa-glyukoza va alfa-galaktozadan
86. Ultrabinafsha nur ta'sirida qaysi moddadan D vitamini hosil bo'ladi?  
 A) Siklopentan va fenantrendan  
 B) Xolesterindan  
 C) Fitosterindan  
 D) Stigmosterindan
87.  $C_5H_{10}O_5$  formulaga ega bo'lgan ketoza nechta izomerga ega?  
 A) 4  
 B) 6  
 C) 8  
 D) 2
88. Laktoza qaysi geksozalardan tashkil topgan?  
 A) Glyukoza va galaktozadan  
 B) Fruktoza va galaktozadan  
 C) Galaktoza va mannozadan  
 D) Dezoksiriboza va galaktozadan
89. Maltoza qaysi geksozalardan tashkil topgan?  
 A) Ikki molekula alfa-glyukozadan  
 B) Fruktoza va galaktozadan  
 C) Ikki molekula beta-glyukozadan  
 D) Mannoza va galaktozadan
90. Qaysi disaxaridlar Feling reaksiyasini beradi?  
 A) Maltoza, saxaroza va sellobioza  
 B) Maltoza, saxaroza va tregaloza  
 C) Maltoza, laktoza va tregaloza  
 D) Maltoza, laktoza va sellobioza
91. Qaysi disaxaridlar Feling reaksiyasini bermaydi?  
 A) Maltoza, laktoza  
 B) Saxaroza, laktoza  
 C) Tregaloza, sellobioza  
 D) Saxaroza, tregaloza
92. Fosfatidilxolinning tarkibi qanday moddalardan tashkil topgan?  
 A) Xolin, yog' kislota, sirka kislota va etanoldan  
 B) Xolin, yog' kislota, sulfat kislota va etanolamindan  
 C) Xolin, yog' kislota, xlorid kislota va glitserindan  
 D) Glitserin, yog' kislota, fosfat kislota va xolindan

93. Kardiolipinni gidrolizlaganda nimalar hosil bo‘ladi?
- A) 1 molekula glitserin, 2 molekula yog‘ kislota va 2 molekula fosfat kislota  
 B) 2 molekula glitserin, 3 molekula yog‘ kislota va 4 molekula fosfat kislota  
 C) 3 molekula glitserin, 4 molekula yog‘ kislota va 2 molekula fosfat kislota  
 D) 4 molekula glitserin, 6 molekula yog‘ kislota va 2 molekula fosfat kislota
94. Fosfatidiletanolaminni gidrolizlaganda hosil bo‘ladi.
- A) Etanolamin, glitserin, 2 molekula yog‘ kislota, fosfat kislota  
 B) Etanolamin, 2 molekula yog‘ kislota, fosfat kislota  
 C) Glitserin, 2 molekula yog‘ kislota, fosfat kislota, etanolamin  
 D) Etanolamin, glitserin, yog‘ kislota, fosfat kislota
95. Sfingomiyelinni gidrolizlaganda hosil bo‘ladi.
- A) Sfingozin, yog‘ kislota, fosfat kislota, glyukoza  
 B) Sfingozin, amino kislota, sirka kislota,  
 C) Sfingozin, yog‘ kislota, fosfat kislota, xolin  
 D) Sfingozin, yog‘ kislota, fosfat kislota
96. Molekulasida 4 asimmetrik uglerod atomi bo‘lgan monosaxaridning nechta optik izomeri bo‘lishi mumkin?
- A) 8  
 B) 16  
 C) 10  
 D) 4
97. Nukleozidlar joylashgan qatorni toping.
- A) Adenozin, guanin, sitidin, timin  
 B) Adenozin, guanozin, sitidin, timidin  
 C) Adenin, guanozin, sitidin, uridii  
 D) Adenozin, guanozin, sitozin, uratsil
98. Nukleotidlar joylashgan qatorni toping.
- A) Adenozin, guanozin, timidin  
 B) Adenozin monofosfat, guanozin difosfat, timidin monofosfat  
 C) Adenozin monofosfat, timidin, guanozin monofosfat  
 D) Guanozin difosfat, dimetil adenozin, uridin monofosfat
99. Quyida keltirilgan murakkab moddalarning qaysilarini gidrolizlaganda faqat aminokislotalarni hosil qiladi?
- A) Oddiy oqsillar  
 B) Nukleoproteinlar  
 C) Murakkab oqsillar  
 D) Gemoglobin.
100. Quyida keltirilgan oqsillarning qaysilari faqat o‘simliklardagina uchraydi?
- A) Prolaminlar va glutelenlar

B) *Gistonlar*

C) *Proteinoidlar*

D) *Protaminlar va gistonlar*

101. Oqsillarni kislotali gidrolizlash uchun qanday harorat chegarasi optimal hisoblanadi?

A)  $100-110^{\circ} C$

B)  $120-140^{\circ} C$

C)  $18-20^{\circ} C$

D)  $60-70^{\circ} C$

102. Quyida keltirilgan reaksiyalardan qaysi biri peptid (-CO-NH-) bog'lar borligini ko'rsatadi?

A) *Ksantoprotein reaksiyasi*

B) *Fol reaksiya*

C) *Ningidrin reaksiyasi*

D) *Biuret reaksiyasi*

103. Asparagin va glutamin kislotalar qanday kislotalar jumlasiga kiradi?

A) *Asosli kislotalar*

B) *Siklik kislotalar*

C) *Diaminodikarbon kislotalar*

D) *Monoaminodikarbon kislotalar*

104. Qaysi aminokislotada indol halqasi uchraydi?

A) *Arginin*

B) *Treonin*

C) *Fenilalanin*

D) *Triptofan*

105. Moddalar almashinuvini qaysi reaksiya xili bo'yicha gistamin va dofamin hosil bo'ladi?

A) *Peraminlanish*

B) *Dezaminlanish*

C) *Dekarboksillanish*

D) *Metillanish*

106. Quyidagilardan qaysi biri  $\alpha$ -aminopropion kislota hisoblanadi?

A)  $NH_2-CH_2-CH_2-COOH$

B)  $CH_3-CH(NH_2)-CH_2COOH$

C)  $CH_3-CH(NH_2)-COOH$

D)  $CH_3-CH_2-CH(NH_2)-COOH$

107. Qaysi qatorda almashinuvchi aminokislotalar joylashgan?

A) *Lizin, glitsin*

B) *Glutamin, metionin*

C) *Alanin, asparagin*

D) *Sistein, treonin*

108. Qaysi qatorda almashinmovchi aminokislotalar joylashgan?

A) *Sistein, alanin*

B) *Valin, leysin*

C) *Leysin, alanin*

D) *Arginin, serin*

109. Quyidagi moddalarning qaysisi xromoproteinlarga kiradi?

A) *Fosfoproteinlar*

B) *Flavlproteinlar*

C) *Lipoproteinlar*

D) *Nukleoproteinlar*

110. Gem tutuvchi  $Fe^{2+}$  ioni qaysi murakkab oqsillarga kiradi?

A) *Fosfoproteinlar*

B) *Xromoproteinlar*

C) *Glikoproteinlar*

D) *Flavoproteinlar*

111. Quyida keltirilgan fermentlardan qaysi biri muhitning pH -7,0-7,2 ga teng bo'lganda maksimal faollikni namoyon qiladi?

A) *Tripsin*

B) *Pepsin*

C) *Lipaza*

D) *Arginaza*

112. Qaysi qatorda DNK ni qo'sh zanjirini shakllanishida komplementarlikka rioya qilingan?

A) *T - A, A - T; G - S, S - G*

B) *A - T, T - U; S - T, A - G*

C) *T - A, G - U; A - T, S - A*

D) *A - G, T - U; G - A, U - T.*

113. Qaysi qatorda hujayra RNK sini eng ko'p foizi uchraydi?

A) *r-RNK*

B) *i-RNK*

C) *m-RNK*

D) *t-RNK*

114. Qaysi qatorda RNK tarkibida uchraydigan mononukleotidlar keltirilgan?

A) *Hamma mononukleotidlar uchraydi*

B) *ADF, SDF, TMF, UMF uchraydi*

C) *AMF, TMF, GMF, UMF uchraydi*

D) *UMF, SMF, AMF, GMF uchraydi*

115. Ammiak aminokislotalarning dezaminlanishidan hosil bo‘lib, toksik xususiyatga ega va shu sababli zararsizlantiriladi. Bunda u qaysi moddani tarkibiga kiradi?

A) *Glutamin*

B) *Asparagin*

C)  $NH_4^+$

D) *Mochevina (siydikchil)*

116. Uglevodlarning umumiy fomulasini toping.

A)  $C_nH_{2n}O$

B)  $C_nH_{2n+2}O$

C)  $C_nH_{2n}O_n$

D)  $C_nH_{2n+OH}$

117.  $C_{12}H_{22}O_{11}$  formula qaysi karbonsuvlarning umumiy formulasi hisoblanadi?

A) *Triozalarniki*

B) *Polisaxaridlarniki*

C) *Disaxaridlarniki*

D) *Geksozalarniki*

118. Glyukoza va fruktozalar qaysi monosaxaridlarga kiradi?

A) *Triozalarga*

B) *Geksozalarga.*

C) *Tetrozalarga*

D) *Pentozalarga*

119. Qaysi ovqat mahsulotlari tarkibida ko‘p miqdorda kraxmal ko‘p uchraydi?

A) *Hayvon mahsulotlari*

B) *Non, kartoshka, yorma*

C) *Mevalar, sabzavotlar*

D) *Barcha o‘simliklar barglari*

120. Peroksid nazariyasi biologik oksidlanishni tushuntirishda muhim ahamiyatga ega.

Uning muallifi kim?

A) *A.Bax*

B) *M.Lomonosov*

C) *V.Palladin.*

D) *A.Lavuazye*

121.  $CH_3-(CH_2)_{14}-COOH$  formula qanday nomlanadi?

A) *Palmitin kislota*

B) *Stearin kislota*

C) *Moy kislota*

D) *Olein kislota*

122. Qaysi vitaminning biosintezi quyoshning ultrabinafsha nurlari ta’sirida yuz beradi?

A) *PP vitamini*

B)  $B_2$  vitamini

C) A vitamini

D) D vitamini

123. C vitamini avitaminozida qanday kasallik paydo bo'ladi?

A) Semirish yuz beradi

B) Asab kasalligi bilan kasallanadi

C) Raxit kasalligi bilan kasallanadi

D) Singa kasalligi bilan kasallanadi

124. Qonning ivishida qaysi vitamin ishtirok etadi?

A)  $B_1$  vitamini (tiamin)

B) C vitamini (askorbin kislota)

C) K vitamini (filloxinon)

D)  $B_6$  vitamini (piridoksin)

125. O'sish gormoni qaysi?

A) Tireotropin

B) Vazopressin

C) Somatotropin

D) Oksitotsin

126. Karlik (pakana)likning sababi nima?

A) Oqsil almashinuvini izdan chiqishi

B) Somatotropinning etishmasligi

C) Adrenalinning oshiqchaligi

D) Karbonsuv almashinuvini izdan chiqishi

127. Ichki sekretiya bezlari boshqa bezlardan nima bilan farqlanadi?

A) Ichki organlarda joylashganligi bilan

B) Shirasi qonga chiqarilishi bilan

C) Maxsuslik xossalari mavjudligi bilan

D) Boshqa bezlardan farqi yo'q

128. Ko'krak bezlari funksiyasini boshqarilishida qaysi gormon qatnashadi?

A) Oksitotsin

B) Tiroksin

C) Insulin

D) Somatotropin

129. Siydikchil qaysi organda sintezlanadi?

A) Jigarda

B) Buyraklarda

C) Taloqda

D) Mushaklarda

130. Aminokislotalar dekarboksillanganda qanday moddalar hosil bo'ladi?

A) Ketokislotalar

B) Aldegidlar

C) Oksikislotalar

D) Aminlar

131. Monosaxaridlarni qaytarilishi natijasida qanday moddalar hosil bo‘ladi?

A) Spirtlarning gidratlari

B) Aldegidlar

C) Kislotalar

D) Spirtlar

132. Glyukozani to‘liq oksidlanishidan necha molekula ATF hosil bo‘ladi?

A) 25

B) 131

C) 35

D) 45

133. Palmetin kislotani to‘liq oksidlanishidan necha molekula ATF hosil bo‘ladi?

A) 101

B) 35

C) 130

D) 96

134. Qondagi shakar miqdorini boshqarilishida insulinning antogonisti sifatida qaysi gormonlar qatnashadi?

A) Somatotropin, glukagon

B) Adrenalin, glukagon

C) Oksitotsin, adrenalin

D) Tiroksin, kortikosteron

135. Putressin qaysi aminokislotaning dekarboksillanishidan hosil bo‘ladi?

A) Arginin

B) Lizin

C) Asparagin

D) Leysin

136.  $C_5H_{10}O_5$  ning izomerlari qaysi qatorda keltirilgan?

A) Riboza, arabinoza va ksiloza

B) Riboza, dezoksiriboza va glyukoza

C) Arabinoza, fruktoza va riboza

D) Ksiloza, mannoza va eritroza

137. Biologik oksidlanish zanjiri mexanizmi to‘g‘ri keltirilgan qator qaysi?

A)  $H_2-NAD-FAD-Ko-Q-Sv-Sc_1-Sc-Sa-Sa_3-H_2O$

B)  $H_2-FAD-Q-NAD-Sa-Sa_3-Sc-Sc_1-Sv-H_2O$

C)  $H_2-Sc-Sc_1-Sc-Sa-Sa_3-Ko-Q-FAD-NAD-H_2O$

D)  $H_2-Q-FAD-NAD-Sc-Sc_1-Sc-Sa-Sa_3-H_2$

138. Bu  $CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$  modda nima?

- A) *Linolen kislota*
- B) *Araxidon kislota*
- C) *Palmitin kislota*
- D) *Olein kislota*

139. Ksantoprotein reaksiyasi aralashmada qaysi aminokislotalar borligini isbotlaydi?

- A) *Sistein, sistein, metionin*
- B) *Triptofan, leysin, izoleysin*
- C) *Alanin, fenilalanin, valin*
- D) *Fenilalanin, tirozin, triptofan*

140. Tarkibida oltingugurt tutuvchi aminokislotalar turgan qatorni toping.

- A) *Fenilalanin, valin*
- B) *Leysin, izoleysin*
- C) *Gistidin, prolin*
- D) *Sistein, metionin*

141. Qaytaruvchi disaxaridlar joylashgan qatorni toping.

- A) *Tregaloza, saxaroza, laktoza*
- B) *Glyukoza, tregaloza, saxaroza*
- C) *Maltoza, sellobioza, laktoza*
- D) *Saxaroza, glyukoza, sellobioza.*

142. Geksoza-aldozalar joylashgan qatorni toping.

- A) *Fruktoza, glyukoza*
- B) *Mannoza, fruktoza*
- C) *Glyukoza, galaktoza*
- D) *Fruktoza, riboza*

143. Fruktoza borligini qaysi reaksiya bilan aniqlash mumkin?

- A) *Trommer reaksiyasi*
- B) *Fol reaksiyasi*
- C) *Selivanov reaksiyasi*
- D) *Adamkevich reaksiyasi*

144. Qaysi aminokislotalar asosli xossaga ega?

- A) *Prolin, serin, fenilalanin*
- B) *Arginin, lizin, gistidin*
- C) *Arginin, valin, asparagin*
- D) *Lizin, glutamin, asparagin*

145. Energiyaga eng boy bo'lgan birikmani toping.

- A) *ADF*
- B) *ATF*

C) *AMF*

D) *TMF*

146. Fermentlar qanday tabiatga ega?

A) *karbonsuv*

B) *oqsil*

C) *Lipud*

D) *vitamin*

147. Nuklezidlar tarkibiga nimalar kiradi?

A) *Purin yoki pirimidin asoslari, riboza va dezoksiriboza*

B) *Purin yoki pirimidin asoslari va lipidlar*

C) *Purin yoki pirimidin asoslari va aminokislotalar*

D) *Purin yoki pirimidin asoslari va pentozalar*

148. Pirimidin asoslaridan hosil bo'lgan nukletid qatorini toping.

A) *SMF, UMF, TMF*

B) *AMF, GMF, UMF*

C) *GMF, UMF, SMF*

D) *UMF, GMF, SMF*

149. Qaysi qatordagi karbonsuvlar disaxaridlarga kiradi?

A) *Saxaroza, maltoza, tregaloza, sellobioza, laktoza*

B) *Fruktoza, saxaroza, tregaloza, selluloza, gemitselluloza*

C) *Laktoza, glyukoza, maltoza, sellobioza, saxaroza*

D) *Saxaroza, amiloza, selluloza, sellobioza, laktoza*

150. Feling reaksiyasini bermovchi disaxarid qaysi?

A) *Maltoza*

B) *Laktoza*

C) *Sellobioza*

D) *Saxaroza*

151. Trommer reaksiyasiga kirishadigan monosaxaridlarni toping.

A) *Fruktoza, dezoksiriboza, riboza, glyukoza*

B) *Ribuloza, fruktoza, glyukoza, mannoza*

C) *Glyukoza, galaktoza, fruktoza, dezoksiriboza*

D) *Glyukoza, galaktoza, mannoza, riboza*

152. Vazopressin va oksitotsin gormonlari nechta aminokislota qoldiqlaridan tashkil topgan?

A) *5 va 9*

B) *6dan*

C) *8 dan*

D) *9 dan*

153. Yog'da eruvchi vitaminlar qatorini toping.

- A)  $B_1$ , A, K,  $B_{12}$
- B)  $B_2$ ,  $B_6$ , D,  $B_{12}$
- C) A, E, K, D
- D) A,  $B_1$ , K,  $B_6$

154. Uridinfosfat tarkibiga qaysi pentoza kiradi?

- A) *Dezoksiriboza*
- B) *Glyukoza*
- C) *Riboza*
- D) *Ribuloza*

155. Kraxmalni qaysi ferment gidrolizlaydi?

- A) *Proteinaza*
- B) *Lipaza*
- C) *Amiloza*
- D) *Fosfataza*

156. Kraxmalning gidrolitik parchalanishi qanday ketma-ketlikda yuz beradi?

- A) *Eritrodekstrin, axrodekstrin, glikogen, maltoza, glyukoza, riboza*
- B) *Amilodekstrin, eritrodekstrin, axrodekstrin, maltodekstrin, maltoza, glyukoza*
- C) *Axrodekstrin, maltodekstrin, glikogen, maltoza, glyukoza*
- D) *Amilodekstrin, maltodekstrin, maltoza, glyukoza, riboza, dezoksiriboza*

157. Haqiqiy polisaxaridlar joylashgan qatorni toping.

- A) *Glikogen, kraxmal, kletchatka, laktoza, raffinoza*
- B) *Kraxmal, glikogen, kletchatka, inulin, gemitselluloza*
- C) *Kraxmal, raffinoza, kletchatka, inulin, saxaroza*
- D) *Inulin, gemitselluloza, saxaroza, fruktoza glikogen*

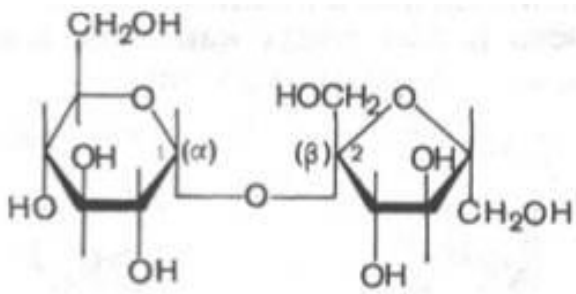
158. “Bo‘qoq kasali” qaysi ichki sekretiya bezi faoliyatining gipofunksiyasi tufayli yuzaga chiqadi?

- A) *Buyrakusti bezini po‘stloq qismi*
- B) *Qalqonsimon bez*
- C) *Gipofiz*
- D) *Buyrakusti bezini miya qismi*

159. Ayrisimon bez (timuc) qanday gormon ishlab chiqaradi?

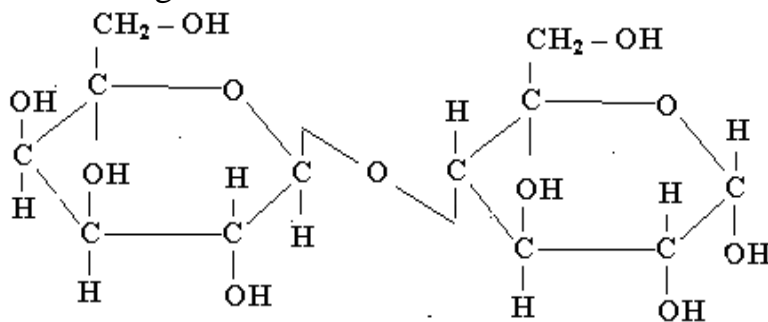
- A) *Timopoetin, timozin*
- B) *Tiroksin, timopoetin*
- C) *Timozin, insulin*
- D) *Glukagon, adrenalın*

160. Bu moddaning nomi nima?



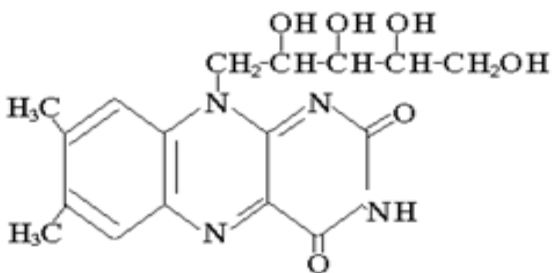
- A) Saxaroza
- B) Maltoza
- C) Rafinoza
- D) Sellobioza

161. Bu moddaning nomi nima?



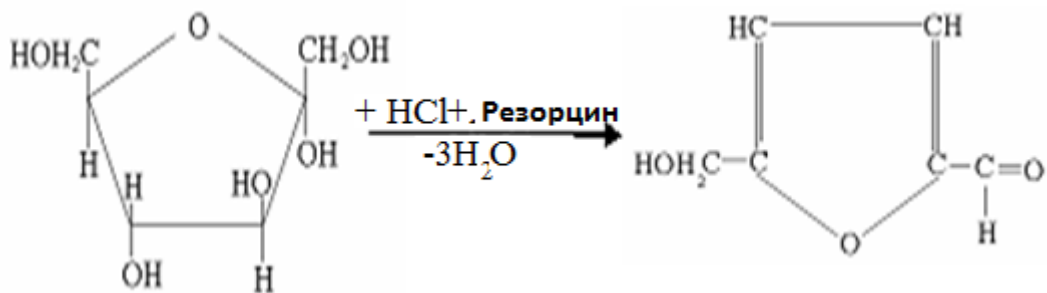
- A) Maltoza
- B) Sellobioza
- C) Saxaroza
- D) Laktoza

162. Bu vitamin qanday nomlanadi?



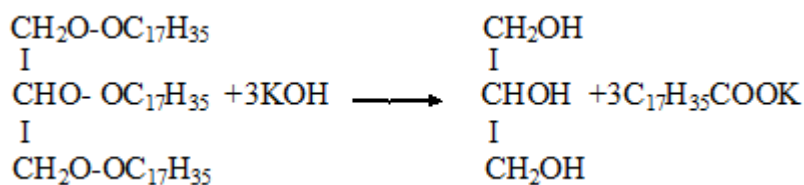
- A) Piridoksin (Vitamin B<sub>6</sub>)
- B) Tiamin (Vitamin B<sub>1</sub>)
- C) Askorbin kislota (Vitamin C)
- D) Riboflavin (Vitamin B<sub>2</sub>)

163. Bu reaksiya qanday nomlanadi?



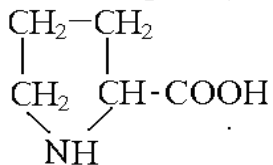
- A) Barfed reaksiyasi  
 B) Feling reaksiyasi  
 C) Selivanov reaksiyasi  
 D) Trommer reaksiyasi

164. Bu reaksiya qanday nomlanadi?



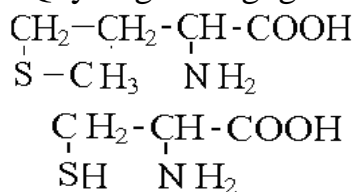
- A) Oksidlanish reaksiyasi  
 B) Hidrogenizatsiya reaksiyasi  
 C) Sovunlanish reaksiyasi  
 D) Qaytarilish reaksiyasi

165. Bu qanday amino (imino) kislota?



- A) Glitsin  
 B) Prolin  
 C) Valin  
 D) Gistidin

166. Quyidagi oltingugurt tutuvchi aminokislotalarni nomlang.



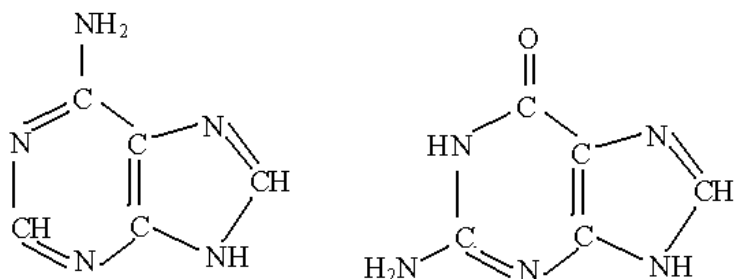
- A) Metionin va sistin  
 B) Metionin va sistein  
 C) Sistein va glitsin  
 D) Metionin va serin

167. Bu moddalarni nomlang.



D) Sitozin, uratsil va guanin

171. Quyidagi azotli asoslar qanday nomlanadi?



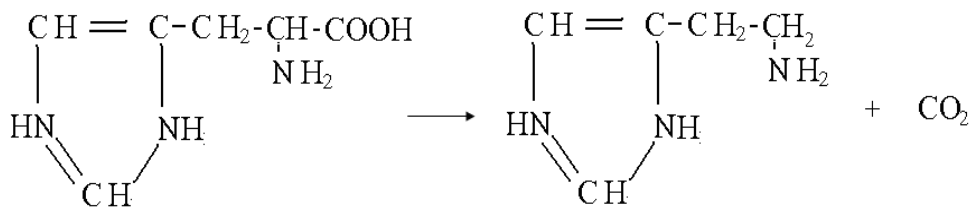
A) Adenin, guanin

B) Guanin, timin

C) Adenin, uratsil

D) Guanin, sitozin

172. Dekarboksillanish natijasida amid hosil bo‘ladi. Reaksiyani chap va o‘ng tomonidagi moddalarni nomlang.



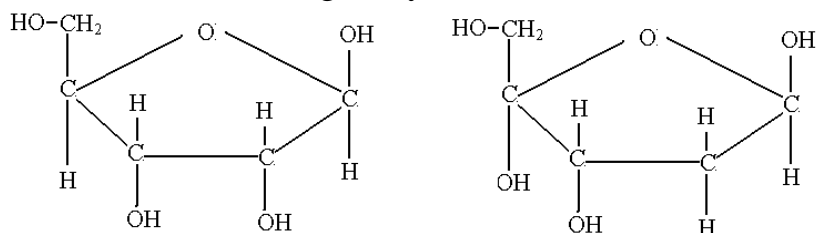
A) Ornitin va putressin, karbonat anhidrid

B) Triptofan va triptamin, karbonat anhidrid

C) Argini va kadavarin, karbonat anhidrid

D) Gistidin va gistamin, karbonat anhidrid

173. Bu moddalarning ilmiy nomi...



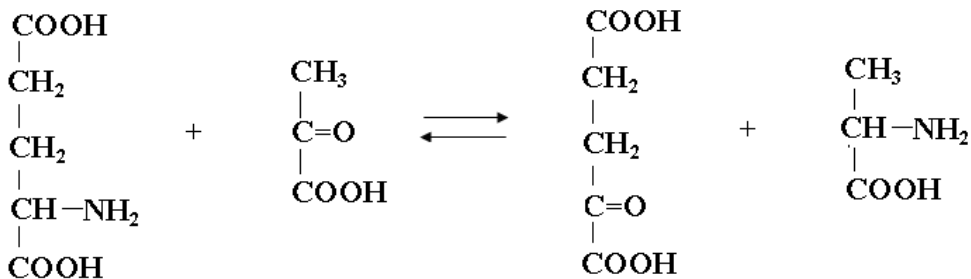
A) Beta-D-ribofuranoza va alfa-D-dezoksiribofuranoza

B) Alfa-D-ribofuranoza va alfa-D-dezoksiribofuranoza

C) Beta-D-ribopiranoza va beta-D-dezoksiribopiranoza

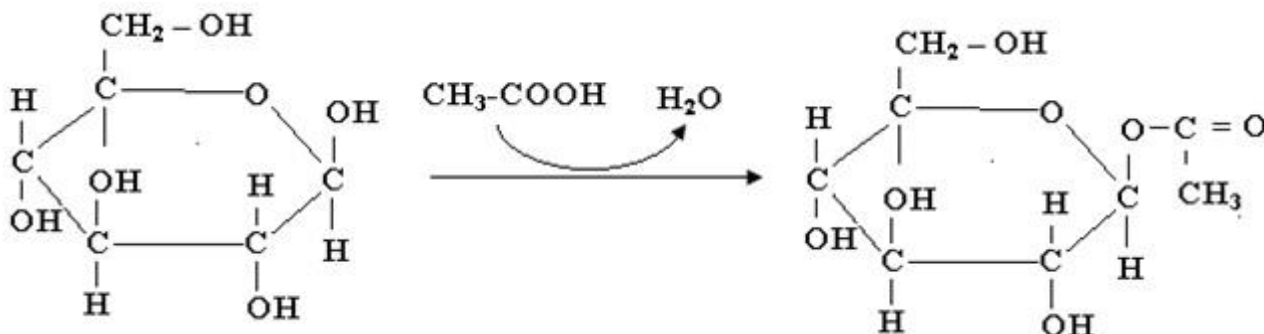
D) Beta-D-ribofuranoza va beta-D-dezoksiribofuranoza

174. Reaksiyaning chap va o'ng tomonida joylashgan moddalarni nomlang.



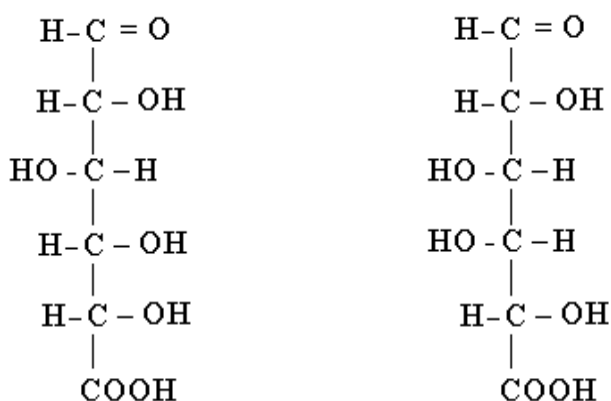
- A) *Glutamat, piruvat, beta-ketoglutarat va serin*
- B) *Glutamat, alanin, piruvat va beta-ketoglutarat*
- C) *Glutamat, piruvat, beta-ketoglutarat va alanin*
- D) *Glutamat, piruvat, aspartat va alanin*

175. Reaksiya natijasida beta-D-glukopiranoza qanday moddaga aylanadi?



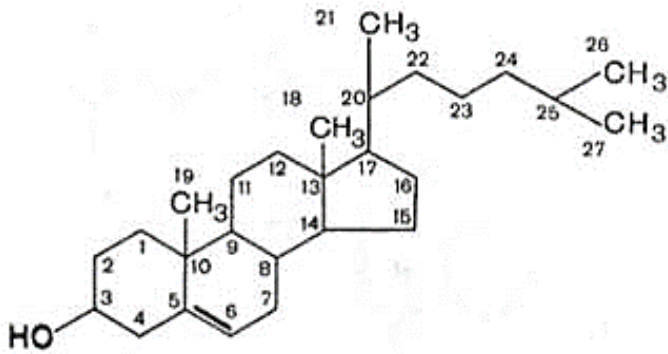
- A) *Beta-D-glukopiranoza-----> Metil-β-D-glukopiranoza*
- B) *Alfa-D-glukopiranoza-----> Atsetil-α-D-glukopiranoza*
- C) *Beta-D-glukopiranoza-----> Atsetil-β-D-glukopiranoza*
- D) *Beta-D-glukopiranoza-----> Atsetil-β-D-fruktofuranoza*

176. Bu moddalarni nomlang.



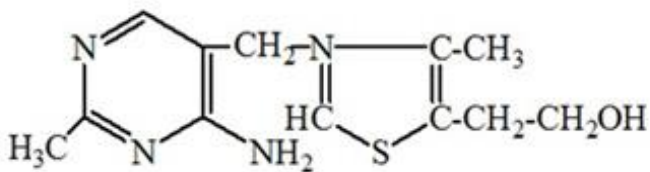
- A) *D-glukuron kislota va D-mannuron kislota*
- B) *D-glukuron kislota va D-galakturon kislota*
- C) *D-mannuron kislota va D-galakturon kislota*
- D) *D-riburon kislota va D-galakturon kislota*

177. Bu moddaning nomi ...



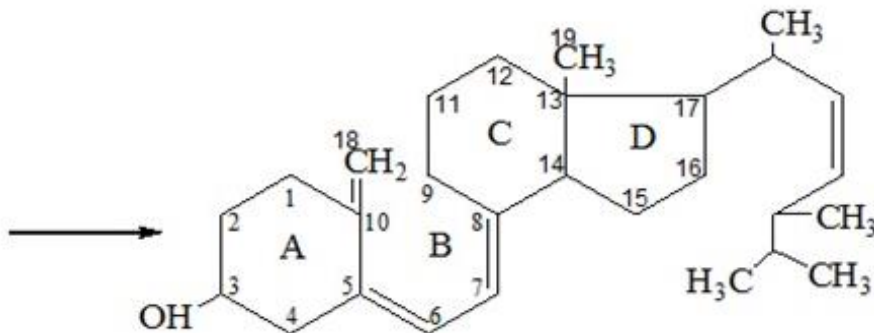
- A) Siklopentanopergidrofenantren
- B) Xolesterin
- C) Vitamin D
- D) Fitosterin

178. Quyidagi moddani nomlang.



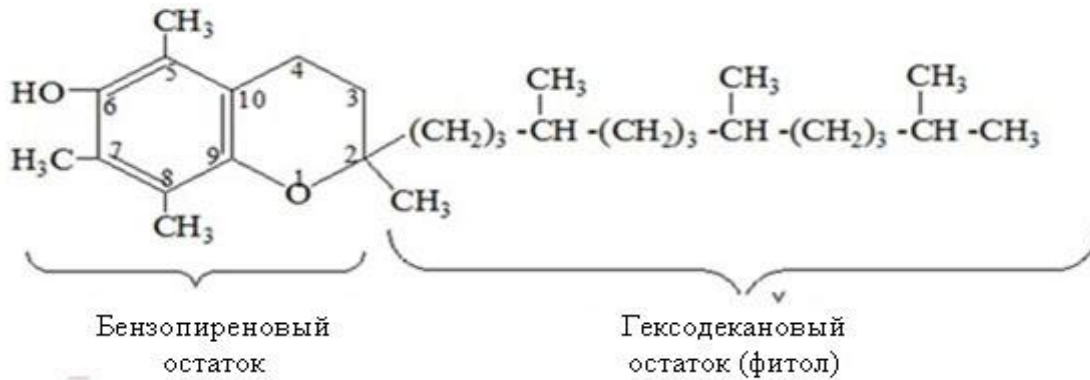
- A) Vitamin B<sub>1</sub> (antinevrit vitamin, tiamin)
- B) Siklopentanopergidrofenantren
- C) Vitamin D (antiraxitik vitamin, ergokalsiferol)
- D) Vitamin K (antigemorragik vitamin, naftoxinon)

179. Quyidagi birikmani nomlang.



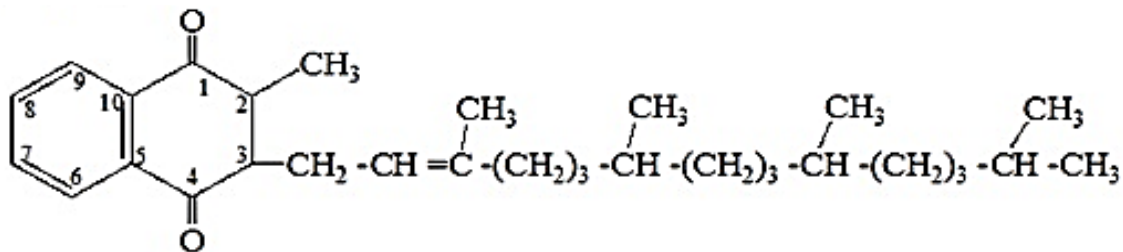
- A) Vitamin D (antiraxitik vitamin, ergokalsiferol)
- B) Xolesterin
- C) Vitamin B<sub>1</sub> (antinevrit vitamin, tiamin)
- D) Vitamin K (antigemorragik vitamin, naftoxinon)

180. Quyidagi birikmani nomlang.



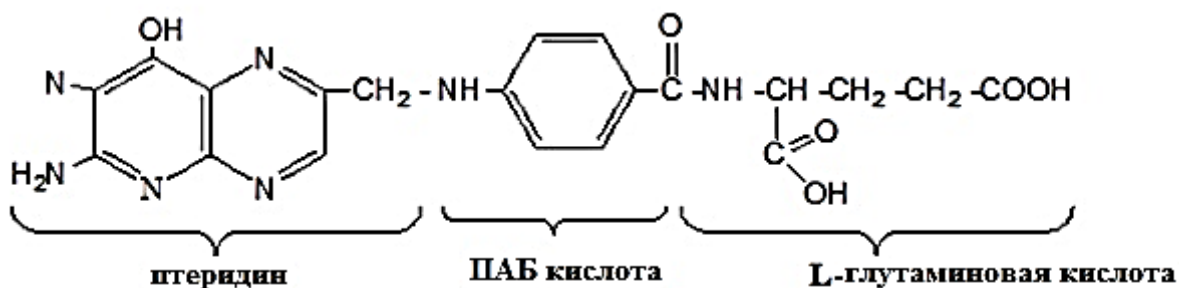
- A) Vitamin K (antigemorrhagik vitamin, naftoxinon)
- B) Vitamin D (antiraxitik vitamin, ergokalsiferol)
- C) Vitamin PP (antipellagrik vitamin, nikotinamid)
- D) Vitamin E (antisteril vitamin, tokoferol)

181. Bu birikmani nomi nima?



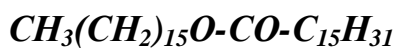
- A) Vitamin E (antisteril vitamin, tokoferol)
- B) Vitamin D (antiraxitik vitamin, ergokalsiferol)
- C) Vitamin PP (antipellagrik vitamin, nikotinamid)
- D) Vitamin K (antigemorrhagik vitamin, naftoxinon)

182. Bu vitaminning nomi...



- A) Vitamin D (antiraxitik vitamin, ergokalsiferol)
- B) Vitamin PP (antipellagrik vitamin, nikotinamid)
- C) Vitamin B<sub>9</sub> (antianemik omil, fol kislota)
- D) Vitamin E (antisteril vitamin, tokoferol)

183. Bu moddani nomlang:



- A) Diglitserid (dipalmitoglitserid)
- B) Asalari mumi (mirisilpalmitat)

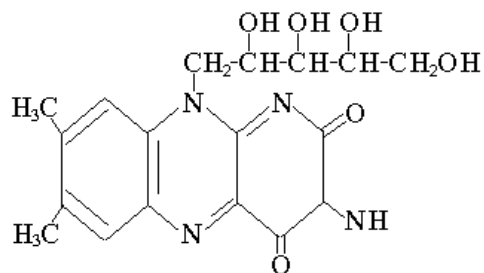
- C) Spermatset (setilpalmitat)  
 D) Monoglitserid (palmitoglitserid)

184. Bu moddani nomlang:



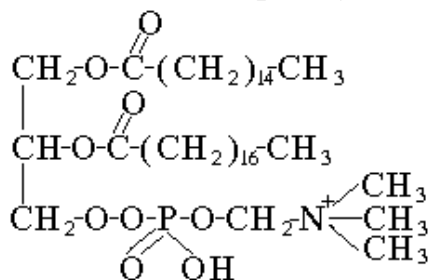
- A) Triglitserid (tripalmitoglitserid)  
 B) Asal ari mumi (mirisilpalmitat)  
 C) Diglitserid (dipalmitoglitserid)  
 D) Spermatset (setilpalmitat)

185. Bu qanday vitamin?



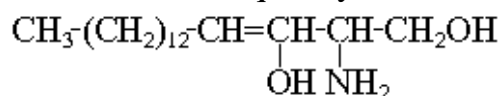
- A) Vitamin B<sub>1</sub> (antinevritik vitamin, tiamin)  
 B) Vitamin B<sub>2</sub> (o'sish vitamini, riboflavin)  
 C) Vitamin PP (antipellagrikvitamin, nikotinamid)  
 D) Vitamin E (antisteril vitamin, tokoferol)

186. Bu modda qanday nomlanadi?



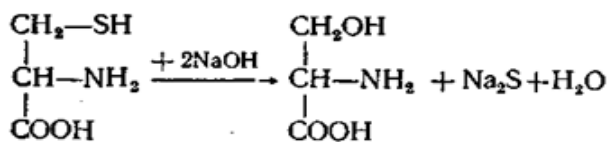
- A) Fosfatidilxolin  
 B) Fosfatidiletanolamin  
 C) Fosfatidilserin  
 D) Fosfatidilinozitol

187. Bu modda qanday nomlanadi?



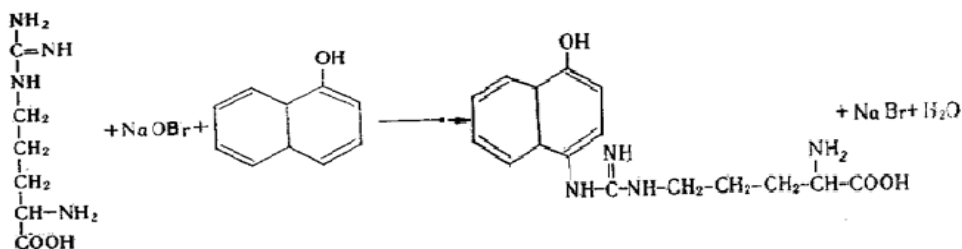
- A) Sfingozin spirti  
 B) Sitil spirt  
 C) Mirisil spirt  
 D) Aminogeksil spirt

188. Bu qanday reaksiya?



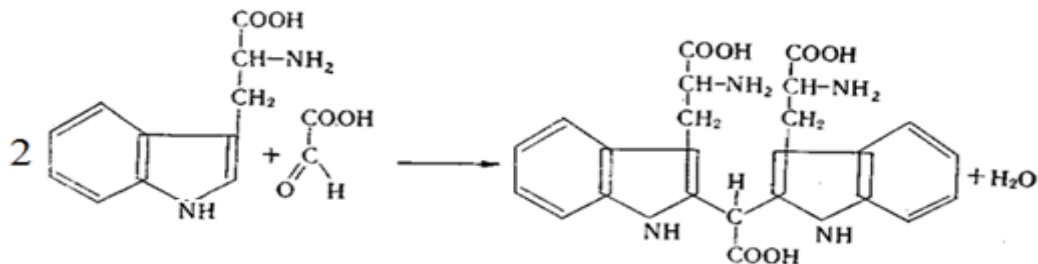
- A) Sakaguchi reaksiyasi
- B) Ksantoprotein reaksiyasi
- C) Biuret reaksiyasi
- D) Fol reaksiyasi

189. Bu qanday reaksiya?



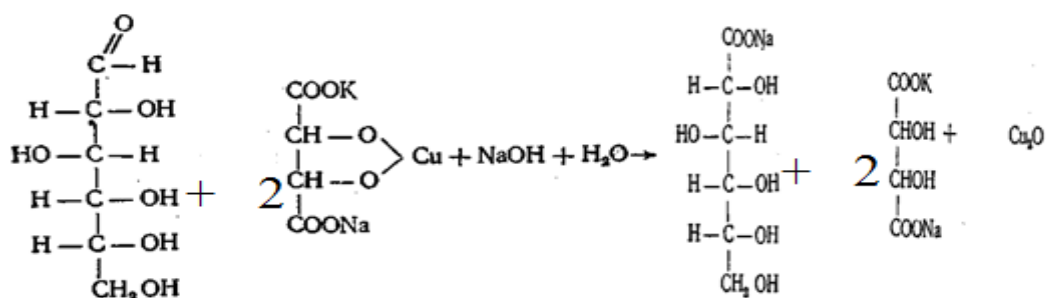
- A) Fol reaksiyasi
- B) Biuret reaksiyasi
- C) Ksantoprotein reaksiyasi
- D) Sakaguchi reaksiyasi

190. Bu qanday reaksiya?



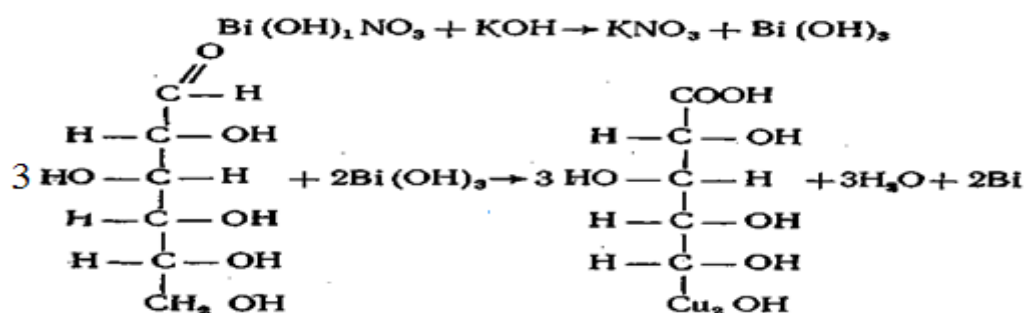
- A) Sakaguchi reaksiyasi
- B) Fol reaksiyasi
- C) Adamkevich va Gopkins-Kol reaksiyasi
- D) Ksantoprotein reaksiyasi

191. Bu qanday reaksiya?



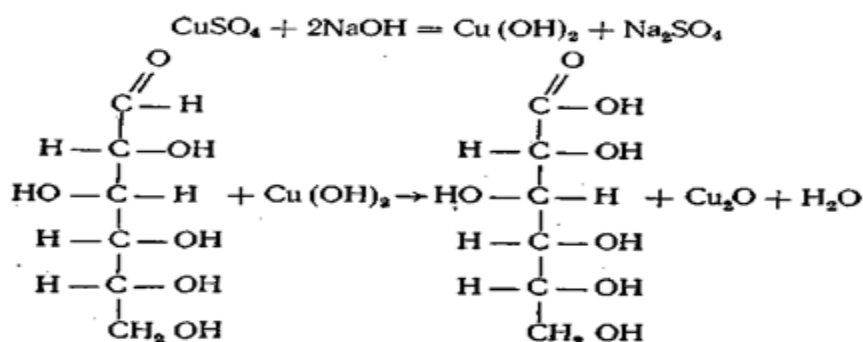
- A) Sakaguchi reaksiyasi  
 B) Adamkevi va Gopkins-Kol reaksiyasi  
 C) Feling reaksiyasi  
 D) Fol reaksiyasi

192. Bu qanday reaksiya?



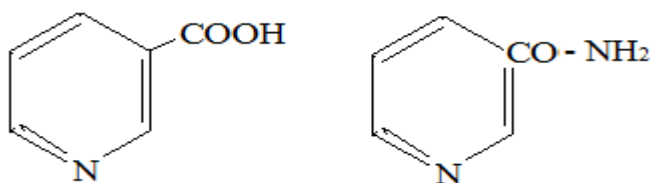
- A) Fol reaksiyasi  
 B) Nilander reaksiyasi  
 C) Adamkevich va Gopkins-Kol reaksiyasi  
 D) Ksantoprotein reaksiyasi

193. Bu qanday reaksiya?



- A) Nilander reaksiyasi  
 B) Trommer reaksiyasi  
 C) Ksantoprotein reaksiyasi  
 D) Adamkevich va Gopkins-Kol reaksiyasi

194. Bu qanday vitamin?



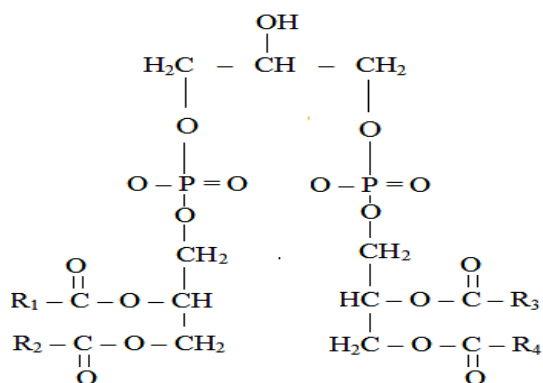
A) PP vitamini (antipellagrik vitamin, nikotinamid)

B) B<sub>1</sub> vitamin (antinevrit vitamin, tiamin)

C) B<sub>1</sub> vitamini (antinevritik vitamin, tiamin)

D) E vitamini (antisteril vitamin, tokoferol)

195. Quyidagi birikmani nomlang.



A) Kardiolipin

B) Fosfatidilxolin

C) Fosfatidilserin

D) Sfingomielin

196. Kraxmal qanday monosaxarid qoldiqlardan tashkil topgan?

A) Beta-D- galaktozid qoldiqlardan

B) Beta-D-glukozid qoldiqlardan

C) Alfa-D-galaktozid qoldiqlardan

D) Alfa-D-glukozid qoldiqlardan

197. Inulin qanday monosaxarid qoldiqlardan tashkil topgan?

A) Alfa-D-galaktozid qoldiqlardan

B) Alfa-D-glukozid qoldiqlardan

C) Beta-D-glukozid qoldiqlardan

D) Beta-D-fruktozid qoldiqlardan

198. Selluloza qanday monosaxarid qoldiqlardan tashkil topgan?

A) Alfa-D-galaktozid qoldiqlardan

B) Alfa-D-glukozid qoldiqlardan

C) Beta-D-glukozid qoldiqlardan

D) Beta-D-galaktozid qoldiqlardan

199. Glikogen qanday monosaxarid qoldiqlardan tashkil topgan?

A) Alfa-D-galaktozid qoldiqlardan

B) *Beta -D-galaktozid qoldiqlardan*

C) *Alfa-D-glukozid qoldiqlardan*

D) *Beta-D-glukozid qoldiqlardan*

200. Kraxmal tarkibidagi amiloza va amilopektinning o‘zaro nisbat ko‘rsatkichi qanday?

A) *5-10 % va 90-95 %*

B) *10-30 % va 70-90 %*

C) *25-30 % va 70-75 %*

D) *35-40 % va 60-65 %*

201. 1926 yilda kim tomonidan ureaza fermenti kristal holatda ajratib olingan edi?

A) *D.Nortrop tomonidan*

B) *D.Samner tomonidan*

C) *E.Fisher tomonidan*

D) *N.Ovchinnikov tomonidan*

202. 1946 yilda kim tomonidan pepsin toza holatda ajratib olingan edi?

A) *D.Nortrop tomonidan*

B) *K.Temiryazov tomonidan*

C) *D.Samner tomonidan*

D) *A.Braunshteyn tomonidan*

203. 1978 yilda DNK-polimeraza qaysi olim tomonidan toza holatda ajratib olindi?

A) *N.Ovchinnikov tomonidan*

B) *D.Samner tomonidan*

C) *M.Nirenberg tomonidan*

D) *D.Nortrop tomonidan*

204. Oqsil biosintezi tizimida triplet kodning ishtiroki kim tomonidan va qachon aniqlab berilgan edi?

A) *N.Ovchinnikov tomonidan va 1978 yilda*

B) *D.Samner tomonidan va 1926 yilda*

C) *D.Nortrop tomonidan va 1946 yilda*

D) *M.Nirenberg tomonidan va 1961 yilda*

205. Insulin gormonini kim va qachon toza holda ajratib olgan?

A) *M.Nirenberg tomonidan 1961 yilda*

B) *D.Samner tomonidan 1926 yilda*

C) *D.Nortrop tomonidan 1946 yilda*

D) *F.Senger tomonidan 1953 yilda*

206. To‘la qimmatli oqsillar qanday oqsillar?

A) *Gidroksil va oltingugurt guruhlari tutuvchi oqsillar*

B) *Aromatik aminokislotalar tutuvchi oqsillar*

C) *Tarkibida barcha almashinmovchi aminokislotalarni tutuvchi oqsillar*

D) *O‘simlik va hayvon mahsulotlari tarkibidagi oddiy oqsillar*

207. Qaysi holatlarda organizmning azot balansi musbat bo‘ladi?  
A) Bolalarda ko‘p ovqat iste‘mol qilganda va jismoniy mashq qilganda  
B) Voyaga yetgan odamlarda va oshiqcha ovqat iste‘mol qilgan paytda  
C) Yosh organizmda va homilador ayollarda  
D) Infeksion va invazion kasalliklarda
208. Qaysi holatlarda organizmning azot balansi manfiy bo‘ladi?  
A) Och qolganda va oshiqcha ovqat iste‘mol qilganda  
B) Ovqatlanish to‘la qimmatli bo‘lmaganda va kasallanganda  
C) Jismoniy mehnat tufayli charchaganda  
D) Ovqat tarkibidagi makroelementlar va vitaminlarning oshiqchaligi
209. Voyaga yetgan odam bir kecha-kunduzda qancha oqsil iste‘mol qilishi lozim?  
A) 150-250 g  
B) 100-150 g  
C) 80-100 g  
D) 200-350 g
210. Jismoniy mehnat bilan mashg‘ul bo‘lgan odamlar bir kecha-kunduzda qancha oqsil iste‘mol qilishi lozim?  
A) 150-250 g  
B) 100-150 g  
C) 250-360 g  
D) 80-100 g
211. Yosh bolalar uchun bir kecha-kunduzda qancha oqsil talab qilinadi?  
A) 55-106 g  
B) 110-130 g  
C) 150-230 g  
D) 30-45 g
212. Lizinning dekarboksillanishi natijasida nima hosil bo‘ladi?  
A) Dofamin  
B) Putressin  
C) Kadaverin  
D) Gistamin
213. Ornitinning dekarboksillanishi natijasida qanday birikma hosil bo‘ladi?  
A) Dofamin  
B) Kadaverin  
C) Putressin  
D) Krezol
214. Argininning dekarboksillanishi natijasida qanday birikma hosil bo‘ladi?  
A) Putressin  
B) Agmatin

C) *Gistamin*

D) *Kadaverin*

215. Qanday eritma gipertonik eritma deyiladi?

A) *Osmotik bosimi 7,8-8,1 atmdan yuqori bo'lgan eritma*

B) *Osmotik bosimi 6,6-9,0 atmgga teng bo'lgan eritma*

C) *Osmotik 5,5-7,0 atmgga teng bo'lgan eritma*

D) *Osmotik bosimi 6,9-7,7 atmgga teng bo'lgan eritma*

216. Qanday eritma izotonik eritma deyiladi?

A) *Osmotik bosimi 6,6-9,0 atmgga teng bo'lgan eritma*

B) *Osmotik bosimi 6,7-7,5 atmgga teng bo'lgan eritma*

C) *Osmotik bosimi 8,5-9,0 atmgga teng bo'lgan eritma*

D) *Osmotik bosimi 7,8-8,1 atmgga teng bo'lgan eritma*

217. Qon plazmasida qancha albumin uchraydi?

A) *2,0-3,5 g*

B) *4,0-4,5 g.*

C) *5,0-5,5 g.*

D) *6,0-8,5 g.*

218. Qon plazmasida qancha globulin uchraydi?

A) *1,0-2,5 g.*

B) *4,0-4,5 g.*

C) *2,0-3,0 g.*

D) *5,0-5,5 g.*

219. Qon plazmasida qancha fibrinogen uchraydi?

A) *0,2-0,4 g.*

B) *2,0-3,0 g.*

C) *1,0-2,5 g.*

D) *0,10-0,22 g.*

220. Sog'lom organizm qon zardobida albuminning globulina bo'lgan nisbati qanday bo'ladi?

A) *1,5 dan 2,3 gacha*

B) *1,0 dan 1,3 gacha*

C) *2,3 dan 3,3 gacha*

D) *1,0 dan 1,3 gacha*

221. Qon plazmasida oqsil miqdori qaysi chegaradagi miqdorda bo'ladi?

A) *2,5-3,5 %*

B) *6,5-8,5 %*

C) *8,6-9,5 %*

D) *5,5-6,5 %*

222. Qon quruq massasining ulushi qancha?

A) 12%

B) 8%

C) 10%

D) 15%

223. Qon tarkibini qancha foizi suvga to'g'ri keladi?

A) 68 %

B) 75 %

C) 85 %

D) 90 %

224. Qon shaklli elementlarining qancha foizi eritrotsitlarga to'g'ri keladi?

A) 94 %

B) 89 %

C) 97 %

D) 65%

225. Qon shaklli elementlarining qancha foizi trombositlarga to'g'ri keladi?

A) 12,6 %

B) 5,6 %

C) 30,6 %

D) 2,6 %

226. Qon shaklli elementlarining qancha foizi leykotsitlarga to'g'ri keladi?

A) 10 %

B) 1,0 %

C) 0,1 %

D) 0,05 %

227. Issiq qonlilarning fiziologik eritmasi NaCl ning qaysi konsentratsiyasiga to'g'ri keladi?

A) 0,65%

B) 0.1 M

C) 0.85-0.90 %

D) 1,2%

228. Sovuq qonlilarning fiziologik eritmasi NaClning qaysi konsentratsiyasiga to'g'ri keladi?

A) 0.1 M

B) 0.85-0.90 %

C) 0,65 %

D) 0,55 %

229. Qonning solishtirma og'irligi qancha?

A) 0,9-0,95

B) 1,01-1,02

C) 1,3-1,4

D) 1,05-1,06

230. Sogʻlom odam qonining pH koʻrsatkichi qanchaga teng?

A) 7,00-7,02

B) 7,35-7,36

C) 6,8-7,2

D) 8,1-8,

231. 1 mm<sup>3</sup> qonda qancha eritrotsit boʻladi?

A) 2,5-3,0 mln

B) 4,5-5,0 mln

C) 500-600 ming

D) 6,5-7,0 mln

232. 1 mm<sup>3</sup> qonda qancha leykotsit boʻladi?

A) 5000-9000

B) 12000-15000

C) 1,0-1,2 mln

D) 50000-90000

233. 1 mm<sup>3</sup> qonda qancha trombosit boʻladi?

A) 250-300 ming

B) 2,3-3,0 mln

C) 25000-30000

D) 50000-75000

234. Sogʻlom odamda oʻrtacha bir kecha-kunduzda qancha miqdorda siydik ajraladi?

A) 1,8-2,0 litr

B) 0,8-0,9 litr

C) 0,6-0,7 litr

D) 1,2-1,5 litr

235. Siydik bilan quyidagi organik moddalardan qaysisi eng koʻp miqdorda ajralib chiqadi?

A) Gippur kislota

B) Siydik kislota

C) Kreatin

D) Siydikchil

236. Tirik hujayraning quruq massasini necha % oqsildan iborat?

A) 60 %

B) 15 %

C) 70 %

D) 10 %

237. Hujayraning quruq massasini necha % nuklein kislotalar tashkil qiladi?

A) 15 %

B) 10 %

C) 70 %

D) 5 %

238. Hujayraning quruq massasini necha % lipidlar tashkil qiladi?

A) 70 %

B) 5 %

C) 10 %

D) 15%

239. Hujayraning quruq massasini necha % karbonsuvlar tashkil qiladi?

A) 70 %

B) 10 %

C) 15 %

D) 5 %

240. Siydik, nafas yoʻllari, ter va axlatlar orqali bir kecha-kunduzda qancha suv ajratiladi?

A) 1,5-1,8 l

B) 2,2-2,5 l

C) 0,9-1,2 l

D) 2,8-3,2 l

241. Bir kecha-kunduzda sogʻlom odamda siydik bilan oʻrtacha qancha miqdorda suv ajratiladi?

A) 1,6-1,8 l

B) 0,9-1,1 l

C) 1,2 -1,4 l

D) 0,6-0,9 l

242. Oʻrtacha sogʻlom odam bir kecha-kunduzda jami qancha suv istʻemol qilishi lozim?

A) 2,2-2,5 l

B) 1,6-1,8 l

C) 2,6-3,5 l

D) 4,0-4,5 l

243. Qanday moddalar yogʻlarning emulgatorlari hisoblanadi?

A) Oʻt kislotalari, qon zardobi albumini

B) Asoslar, qon zardobi globulini

C) Xlorid kislota, azotli asoslar

D) Neytral tuzlar, xolesterin

244. Karbonsuvlar ichakda qanday holatda soʻriladi?

A) Disaxaridlar holatida

B) Monosaxaridlar holatida

C) Mono- va disaxaridlar holatida

D) Polisaxaridlar holatida

245. Qaysi gormon 51 ta aminokislota qoldig'idan tashkil topgan?

A) Oksitotsin

B) Insulin

C) Glukagon

D) Tiroksin

246. Gipofizning keyingi qismi qaysi gormon ajratib chiqaradi?

A) Bradikinin va vazopressin

B) Oksitotsin va glukagon

C) Insulin va vazopressin

D) Oksitotsin va vazopressin

247. Kimyoviy tuzilishi jihatidan jinsiy gormonlar qaysi xil moddalarga mansub?

A) Uchala xil tuzilishga ham ega bo'ladi

B) Oqsil va peptid tabiatli bo'ladi

C) Aminokislotalarning hosilalari tabiatli bo'ladi

D) Steroid tabiatli bo'ladi

248. Buyrakusti bezining po'stloq qismida qanday gormonlar ishlab chiqariladi?

A) Mineralkortikoidlar, oksitotsin

B) Vazopressin, glukokortikoidlar

C) Mineralokortikoidlar, glukokortikoidlar

D) Mineralokortikoidlar, follikulostimullovchi gormon

249. Buyrakusti bezining miya qismida qanday gormonlar ishlab chiqariladi?

A) Noradrenalin, glukokortikoidlar

B) Adrenalin, oksitotsin

C) Adrenalin, noradrenalin

D) Mineralkortikoidlar, adrenalin

250. Tuxumdonlarda qanday gormonlar ishlab chiqariladi?

A) Testosteron

B) Progesteron

C) Androsteron

D) Estrodiol

251. Sariq tanada qanday gormon sintezlanadi?

A) Adrenalin

B) Testosteron

C) Estrodiol

D) Progesteron

252. Miksidema qaysi ichki sekretiya bezini gipofunksiyasi tufayli kelib chiqadi?

A) Buyrakusti bezini miya qismi

B) Qalqonsimon bez

C) *Buyrakusti bezini po 'stloq qismi*

D) *Gipofiz*

253. Kretinizm (pakanalik)ning sababi nimada?

A) *Qalqonsimon bezning giperfunksiyasi*

B) *Qalqonsimon bezning gipofunksiyasi*

C) *Sut bezining gipo funksiyasi*

D) *Gipofiz bezining gipofunksiyasi*

254. Bazedov kasalligining sababi nimada?

A) *Buyrakusti bezi po 'stloq qismining giperfunksiyasi*

B) *Qalqonsimon bezning gipofunksiyasi*

C) *Qalqonsimon bezning giperfunksiya*

D) *Gipofizning gipofunksiyasi*

255. Addison kasalligini sababi nimada?

A) *Gipofizning gipofunksiyasi*

B) *Buyrakusti bezini miya qismi gipofunksiyasi*

C) *Buyrakusti bezini po 'stloq qismini gipofunksiyasi*

D) *Qalqonsimon bezning giperfunksiyasi*

256. Ko'p o'simliklarning tabiiy oqsillarini izoelektrik nuqtalari pH 4,8 ga teng bo'ladi.

Bu qaysi aminokislotalar hisobiga bo'ladi?

A) *Monoaminodikarbon kislotalar*

B) *Diaminomonokarbon kislotalar*

C) *Gidrofob kislotalar*

D) *Gidrofil kislotalar*

257. Oqsillar tarkibida uglerod miqdori qancha % ni tashkil qiladi?

A) *50,0-54,4 %*

B) *6,5-7,3 %*

C) *21,5-23,5 %*

D) *15,0-17,0 %*

258. Oqsillar tarkibida vodorod miqdori qancha % ni tashkil qiladi?

A) *21,5-23,5 %*

B) *50,0-54,4 %*

C) *15,0-17,0 %*

D) *6,5-7,3 %*

259. Oqsillar tarkibida kislorod miqdori qancha % ni tashkil qiladi?

A) *15,0-17,0 %*

B) *50,0-54,4 %*

C) *6,5-7,3 %*

D) *21,5-23,5 %*

260. Oqsillar tarkibida azot miqdori qancha % ni tashkil qiladi?

A) 50,0-54,4 %

B) 21,5-23,5 %

C) 15,0-17,0 %

D) 6,5-7,3 %

261. Oqsillar tarkibida oltingugurt taxminan qancha % miqdorda uchraydi?

A) 2,9-5,6 %

B) 3,0-5,8 %

C) 0,3-2,5 %

D) 0,1-0,2 %

262. Bir kecha-kunduzda jigarda qancha o‘t hosil bo‘ladi?

A) 600-1000 ml

B) 300-450 ml

C) 1,2-1,9 l

D) 90-120 ml

263. Qaysi qatorda faqat ketozalar keltirilgan?

A) *Glyukoza, galaktoza, riboza*

B) *Fruktoza, eritruloza, dioksiatseton*

C) *Fruktoza, mannoza, dioksiatseton*

D) *Glyukoza, galaktoza, riboza*

264. Aminokislotalarni qaytariluvchi dezaminlanishi natijasida qanday modda hosil bo‘ladi?

A) *Yog‘ kislota*

B) *Oksikislota*

C) *To‘yinmagan yog‘ kislota*

D) *Ketokislota*

265. Aminokislotalarni gidrolitik dezaminlanishi natijasida qanday moddalar hosil bo‘ladi?

A) *Oksikislota*

B) *Yog‘ kislota*

C) *Ketokislota*

D) *To‘yinmagan yog‘ kislota*

266. Aminokislotalarni molekula oralig‘idagi dezaminlanishi natijasida qanday moddalar hosil bo‘ladi?

A) *Oksikislota*

B) *Ketokislota*

C) *Yog‘ kislota*

D) *To‘yinmagan yog‘ kislota*

267. Aminokislotalarni oksidlanishli dezaminlanishi natijasida qanday moddalar hosil bo‘ladi?

A) *Yog ' kislotalari*

B) *To 'yinmagan yog ' kislotalari*

C) *Oksikislotalar*

D) *Ketokislotalar*

268. Aminokislotalarni transaminlanishi natijasida qanday moddalar hosil bo'ladi?

A) *Yangi aminokislotalar va to 'yinmagan yog ' kislotalari*

B) *Yangi aminokislotalar va yangi ketokislotalar*

C) *To 'yingan yog ' kislotalar va yangi aminokislotalar*

D) *Oksikislotalar va iminokislotalar*

269. Glutamin va pirouzum kislotalar o'rtasida bo'ladigan transaminlanish reaksiyasi natijasida qanday moddalar hosil bo'ladi?

A) *Alfa-keto-yantar kislotalar va sistein*

B) *Alfa-keto-yantar kislotalar va serin*

C) *Alfa-keto-yantar kislotalar va alanin*

D) *Alfa-ketoglutar kislotalar va alanin*

270. Alfa-keto-qahramon kislotalar va alanin o'rtasida bo'ladigan transaminlanish reaksiyasi natijasida qanday moddalar hosil bo'ladi?

A) *Alfa-keto-yantar kislotalar va serin*

B) *Pirouzum va asparagin kislotalari*

C) *Glutamin va pirouzum kislotalari*

D) *Asparagin va glutamin kislotalari*

271. Aminokislotalarning alfa-dekarboksillanishi natijasida qanday moddalar hosil bo'ladi?

A) *Ketokislotalar*

B) *Aminlar*

C) *Neytral aminokislotalar*

D) *Oksikislotalar*

272. Aminokislotalarning omego-dekarboksillanishi natijasida qanday moddalar hosil bo'ladi?

A) *Diamino dikarbon aminokislotalari*

B) *Diamino monokarbon aminokislotalari*

C) *Monoamino monokarbon aminokislotalari*

D) *Keto- va aminokislotalari*

273. Kislotalar soni nima?

A) *5 g yog 'ni neytrallashtirish uchun kerakli bo 'lgan KOH ning mg miqdori*

B) *10 g yog 'ni neytrallashtirish uchun kerakli bo 'lgan KOH ning mg miqdori*

C) *100 g yog 'ni neytrallashtirish uchun kerakli bo 'lgan KOH ning mg miqdori*

D) *1 g yog 'ni neytrallashtirish uchun kerakli bo 'lgan KOH ning mg miqdori*

274. Sovunlanish soni nima?

- A) Bu 1 g yog'ni sovunlantirish uchun sarflanadigan KOH ning mg miqdori
- B) Bu 100 g yog'ni sovunlantirish uchun sarflanadigan KOH ning mg miqdori
- C) Bu 10 g yog'ni sovunlantirish uchun sarflanadigan KOH ning mg miqdori
- D) Bu 5 g yog'ni sovunlantirish uchun sarflanadigan KOH ning mg miqdori

275. Yod soni nima?

- A) Bu 10 g yog' bilan birikadigan iod miqdori
- B) Bu 1 g yog' bilan birikadigan iod miqdori
- C) Bu 100 g yog' bilan birikadigan iod miqdori
- D) Bu 1000 g yog' bilan birikadigan iod miqdori

276. Podagra kasalligi qanday birikmalar almashinuvining izdan chiqishi tufayli kelib chiqadi?

- A) Aromatik aminokislotalaogt
- B) Purin asoslarini
- C) Nordon aminokislotalarni
- D) Nukleozidlar va aminokislotalarni

277. Podagrada qanday kislotalarning tuzlari organ va to'qimalarda to'planadi?

- A) Siydik kislotasini
- B) Nikotin kislotasini
- C) O't kislotasini
- D) Diaminomonokarbon kislotalarini

278. Sog'lom odamda eritrotsitlarning cho'kish tezligi (EChT) qanday ko'rsatkichga ega?

- A) 2-4 mm/soat
- B) 15-20 mm/soat
- C) 25-30 mm/soat
- D) 5-10 mm/soat

279. Sog'lom odamda eritrotsitlarning miqdoriy ko'rsatkichi qanday?

- A) 1,5-2,0 mln  $mm^3$
- B) 4,5-5,0 mln  $mm^3$
- C) 6,5-7,0 mln  $mm^3$
- D) 45-50 ming  $mm^3$

280. Qonning pH ko'rsatkichini qaysi chegarada o'zgarishi o'limga olib keladi?

- A) 0,3-0,4
- B) 0,6-0,7
- C) 1,3-1,4
- D) 0,09-0,2

**TEST SAVOLLARINING TO'G'RI JAVOBLARI.**

1. A	31.B	61.C	91. D	121.A	151. D	181. D	211. A	241.C	261. C
2. C	32.A	62.B	92. D	122.D	152. D	182. C	212. C	242. A	262. A
3. B	33.A	63.B	93. C	123. D	153. C	183. C	213. C	243. A	263. B
4. A	34.A	64. B	94. C	124. C	154. C	184. B	214. B	244. B	264. A
5. C	35.D	65. A	95. C	125. C	155. C	185.B	215. A	245. B	265. A
6. B	36.D	66. A	96. B	126. B	156. B	186. A	216. D	246. D	266. D
7. B	37.C	67. A	97. B	127. B	157. B	187. A	217. B	247. D	267. D
8. A	38.C	68.D	98. B	128. A	158. B	188. D	218. C	248. C	268. B
9. A	39.B	69.D	99.A	129. A	159. A	189. D	219. A	249. C	269. D
10. D	40. B	70.D	100. A	130. D	160. A	190. C	220. A	250. D	270. C
11. D	41. A	71.C	101. A	131. D	161. D	191. C	221. B	251. D	271. B
12. C	42. A	72.C	102. D	132. C	162. D	192. B	222. C	252. B	272. C
13. D	43. A	73.C	103. D	133. C	163. C	193. B	223.D	253. B	273. D
14.C	44. D	74.B	104. D	134. B	164. C	194. A	224.A	254. C	274. B
15.C	45. D	75.A	105. C	135. B	165. B	195. A	225. B	255. C	275. C
16.C	46.D	76. A	106. C	136. A	166. B	196. D	226.C	256. A	276. B
17.B	47. C	77. A	107. C	137. A	167. A	197. D	227. C	257. A	277. A
18.B	48. C	78.D	108. B	138. D	168. A	198. C	228. C	258. D	278. D
19.B	49. C	79. D	109. B	139. D	169. D	199. C	229. D	259. D	279. B
20.A	50. B	80.D	110. B	140. D	170. A	200. B	230. B	260. C	280. A
21.A	51. B	81.C	111. A	141. C	171. A	201. B	231. B	261. C	
22.A	52. B	82.C	112. A	142. C	172. D	202.A	232. A	262. A	
23.D	53. A	83.C	113. A	143. C	173. D	203. A	233. A	263. B	
24. D	54. A	84. B	114.D	144. B	174. C	204. D	234. D	264. A	
25. D	55. A	85. B	115. D	145. B	175. C	205. D	235. C	265. A	
26. C	56.D	86. B	116. C	146. B	176. B	206. C	236. C	266. D	
27. C	57.D	87. A	117. C	147. A	177. B	207.C	237. A	267. D	
28. C	58. D	88. A	118. B	148. A	178. A	208. B	238. C	268. B	
29. B	59. C	89. A	119. B	149. A	179. A	209. B	239. D	269. D	
30. B	60. C	90. D	120. A	150. D	180. D	210. A	240 B	270. C	

## MUNDARIJA:

Kirish.....	3-5
<b>1. BOKIMYONING PREDMETI, VAZIFALARI, RIVOJLANISH TARIXI VA ISTIQBOLLARI</b>	<b>5</b>
1.1. Biologik kimyo fan sifatida	5-7
1.2. Biokimyo fani rivojlanishining qisqacha tarixi	7-9
1.3. Tabiiy fanlar tizimida biokimyoning tutgan o‘rni	9-10
1.4. Biokimyoning zamonaviy yo‘nalishlari va rivojlanish istiqbollari	10-12
<b>2. TIRIK ORGANIZMLARNING KIMYOVIY TARKIBI</b>	<b>13</b>
2.1. Biokimyo hujayra va butun organizmdagi hayotiy hodisalar kimyosi haqidagi fan sifatida	13-14
2.2. Hujayraning kimyoviy tarkibi. Hujayra organellari va ularning biokimyoviy tavsifi	14-18
2.3. Hayotiy jarayonlarni o‘rganishda qo‘llaniladigan usullar	18-19
2.4. Moddalar almashinuvi tirik materiyaning eng muhim xususiyati sifatida. Makromolekulalar va ularning qisqacha tavsifi.	19-21
<b>3. OQSILLAR, ULARNING TARKIBI, XOSSALARI VA FUNKSIYALARI</b>	<b>22</b>
3.1. Oqsillarning qisqacha tavsifi	22-23
3.2. Oqsillar kimyosida qo‘llaniladigan uslublar	23-24
3.3. Oqsillarning xossalari. Peptidlar va polipeptidlar. Almashinuvchi va almashinmovchi aminokislotalar.	24-28
3.4. Oqsillarning funksiyalari	28-29
3.5. Aminokislotalar, ularning tasnifi. Oqsillar tarkibida aminokislotalarning birikishi.	30-34
3.6. Oqsillarning polipeptid tuzilishi	34-35
3.7. Oqsillarning birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi va to‘rtlamchi tuzilmalari (strukturalari).	35-42
3.8. Oqsillarning nomlanishi va tasniflanishi	42
3.8.1. Oddiy oqsillarning tuzilishi, xossalari va ahamiyati	43-47
3.8.2. Murakkab oqsillar	48
3.8.2.1. Xromoproteinlar	48-55
3.8.2.2. Nukleoproteinlar	55-56
3.8.2.3. Lipoproteinlar	56-57
3.8.2.4. Glikoproteinlar	57-58
3.8.2.5 Fosfoproteinlar	58-59
3.8.2.6. Metalloproteinlar	59-60
<b>4. FERMENTLAR</b>	<b>61</b>
4.1. Fermentlarning ahamiyati	61
4.2. Fermentlarning kimyoviy tuzilishi. Kofermentlar.	62-68
4.3. Fermentlarning faollik markazi	68-70
4.4. Fermentlarning nobiologik katalizatorlarga o‘xshashligi va farqli jihatlari	70-71
4.5. Fermentativ reaksiyalar kinetikasi. Fermentlarning tasniflanishi va nomenklaturasi. Izofermentlar.	71
4.5.1. Fermentativ reaksiyalarning termodinamik va kinetik tavsiflari	71-74
4.5.2. Fermentlarning tasnifi va nomenklaturasi	74-75
4.5.3. Fermentlarning asosiy xossalari	75
4.5.3.1. Fermentlarning termolyabilligi	76

4.5.3.2. Fermentdar faolligining muhit pH ga bog'liqligi	76-77
4.5.3.3. Fermentlarning maxsusligi	77-78
4.5.3.4. Fermentlarning boshqa xossalari	78-79
4.5.4. Izofermentlar	79-82
<b>5. NUKLEIN KISLOTALAR, ULARNING TUZILISHI, XOSSALARI, BIOLOGIK AHAMIYATI</b>	82
5.1. Nuklein kislotalar haqida umumiy tushunchalar va ularni biomateriallardan ajratish usublari.	82-83
5. 2. Nuklein kislotalarning kimyoviy tarkibi	83-86
5.3. Nuklein kislotalarning strukturasi	86-93
<b>6. OQSILLARNING ALMASHINUVI</b>	94
6.1. Oqsillar almashinuvi to'g'risida umumiy mulohazalar	94-95
6.2. Oqsillarning fermentlar ta'sirida parchalanishi	95-99
6.3. Aminokislotalarning umumiy almashinuv yo'llari	99-101
6.4. Aminokislotalar almashinuvida hosil bo'ladigan faol moddalar va ularning ahamiyati	101-102
6.5. Siydikchil sintezi. Oqsillar almashinuvining izdan chiqishi. Genetik kasalliklar	102-107
<b>7. KARBONSUVLAR. ULARNING AHAMIYATI, FUNKSIYALARI, TUZILISHI, XOSSALARI, TASNIFLANISHI, VAKILLARI. KARBONSUVLARNING ALMASHINUVI</b>	107
7.1. Karbonsuvlar. Ularning ahamiyati va funksiyalari	107-109
7.2. Karbonsuvlarning klassifikatsiyasi va nomenklaturasi	109
7.3. Monosaxaridlar. Tuzilishi va xossalari. Vakillari	110
7.3.1. Monosaxaridlaning tuzilishi	110-112
7.3.2. Monosaxaridlarning fizik va kimyoviy xossalari	112-115
7.3.3. Monosaxaridlarning alohida vakillari	115-117
7.4. Oligo- va polisaxaridlar, xossalari va ularning ahamiyati	117
7.4.1. Oligosaxaridlar. Disaxaridlar	117-119
7.4.2. Polisaxaridlar	119-123
7.4.3. Glikoproteinlar va glikopeptidlar	123-124
7.5. Karbonsuvlar almashinuvi	124
7.5.1. Karbonsuvlar almashinuvi bo'yicha umumiy mulohazalar	124
7.5.2. Karbonsuvlarning oshqozon-ichak yo'lida parchalanishi	124-125
7.5.3. To'qimalarda glikogenning sintezi va parchalanishi	125-126
7.5.4. Karbonsuvlarning oraliq almashinuvi	126
7.5.5. Glyukozani anaerob parchalanishi	126-133
7.5.6. Glyukozaning aerob oksidlanishi	133
7.5.6.1. Pirouzum kislotani oksidlanuvchi dekarboksillanishi	133-134
7.5.6.2. Uch karbon kislotalar (Krebs sikli)	134-137
7.5.6.3. Karbonsuvlarning pentozafosfat sikli	137-140
7.5.7. Mikroorganizmlar ishtirokida karbonsuvlarni achishi	140-141
7.5.8. Karbonsuvlar almashinuvining boshqarilishi	142
7.5.9. Karbonsuvlar almashinuvining izdan chiqishi	143-146
<b>8. MODDA VA ENERGIYA ALMASHINUVI. BIOENERGETIKA</b>	146
8.1. Moddalar almashinuvi haqida umumiy tushuncha	146-147
8.2. Biologik oksidlanish haqidagi ta'limot	147-149

<b>8.3. Makroenergik birikmalar</b>	<b>149-154</b>
<b>8.4. Nukleozid fosfatlar ATF. Kreatinfosfat. Argininfosfat</b>	<b>155-156</b>
<b>8.5. Organizmning energiya balansi</b>	<b>156-160</b>
<b>8.6. Nafas olish zanjiri. Makroergik birikmalarning sintezi</b>	<b>160-162</b>
<b>9. LIPIDLAR. ULARNING TUZILISHI, TARKIBI, XOSSALARI VA ALMASHINUVI</b>	<b>163</b>
<b>9.1. Lipidlarning umumiy tavsifi</b>	<b>163</b>
<b>9.2. Lipidlarning biologik roli</b>	<b>163-164</b>
<b>9.3. Lipidlarning nomlanishi va tasniflanishi</b>	<b>164-165</b>
<b>9.4. Lipidlarning asosiy sinflari va ularning tavsifi</b>	<b>165</b>
<b>9.4.1. Neytral yog‘lar</b>	<b>165-169</b>
<b>9.4.2. Mumlar</b>	<b>169-170</b>
<b>9.4.3. Fosfolitseridlar</b>	<b>170-172</b>
<b>9.4.4. Sfingolipidlar</b>	<b>172-174</b>
<b>9.4.5. Sterin va steridlar</b>	<b>174-175</b>
<b>9.5. Lipidlarning almashinuvi va biosintezi</b>	<b>176</b>
<b>9.5.1. Lipidlarning ovqatlanishdagi roli</b>	<b>176</b>
<b>9.5.2. Lipidlarning hazmlanishi va so‘rilishi</b>	<b>176-177</b>
<b>9.5.3. Lipidlarning oraliq almashinuvi, hujayrachi lipolizi, yog‘ kislotalarini oksidlanishi, keton tanachalari metabolizmi</b>	<b>178-182</b>
<b>9.5.4. Lipidlar biosintezi</b>	<b>182-183</b>
<b>9.5.5. Lipidlar almashinuvini boshqarilishi va uni izdan chiqishi</b>	<b>183-185</b>
<b>10. VITAMINLAR. ULARNING TUZILISHI, XOSSALARI, FUNKSIYALARI</b>	<b>186</b>
<b>10.1. Vitaminlarning umumiy tavsifi</b>	<b>186-188</b>
<b>10.2. Vitaminlarning tasnifi va nomenklaturasi</b>	<b>188</b>
<b>10.3. Yog‘da eruvchi vitaminlar</b>	<b>188-189</b>
<b>10.3.1. A vitamini (retinol, antikseroftalmik vitamin)</b>	<b>189-191</b>
<b>10.3.2. D vitamini (kalsiferol, antiraxitik vitamin)</b>	<b>191-193</b>
<b>10.3.3. E vitamini (tokoferol, bepushtlikka qarshi vitamin)</b>	<b>193-194</b>
<b>10.3.4. K vitamini (filloxinon, menaxinon, antigemorragik vitamin)</b>	<b>194-195</b>
<b>10.4. Suvda eruvchi vitaminlar, ularning tuzilishi, xossalari va biologik roli</b>	<b>195</b>
<b>10.4.1. Suvda eruvchi vitaminlarning umumiy xossalari</b>	<b>195-196</b>
<b>10.4.2. Vitamin B<sub>1</sub> (tiamin, antinevritik vitamin, anevrin)</b>	<b>196</b>
<b>10.4.3. Vitamin B<sub>2</sub> (riboflavin, o‘shish vitamini)</b>	<b>197-198</b>
<b>10.4.4. B<sub>6</sub> vitamini (piridoksin, antidermatit vitamin)</b>	<b>198</b>
<b>10.4.5. Vitamin B<sub>12</sub> (siankobolamin, antianemik vitamin)</b>	<b>199-200</b>
<b>10.4.6. Vitamin PP (nikotin kislota, nikotinamid, niatsin, antipellagra vitamini)</b>	<b>200-201</b>
<b>10.4.7. C vitamini (askorbin kislota, antiskorbut yoki antisinga vitamini)</b>	<b>201-203</b>
<b>10.4.8. Vitamin P (o‘tkazuvchanlik vitamini, sitrin, rutin)</b>	<b>203</b>
<b>10.4.9. Biotin (H vitamini)</b>	<b>203-204</b>
<b>10.4.10. Fol kislota (Bc vitamini yoki M vitamini)</b>	<b>204-205</b>
<b>10.4.11. Pantoten kislota (B<sub>3</sub> vitamini)</b>	<b>205</b>
<b>10.4.12. Vitaminsimon moddalar, antivitaminlar va antibiotiklar</b>	<b>205-208</b>
<b>11. GORMONLAR</b>	<b>208</b>
<b>11.1. Gormonlar haqida umumiy tushunchalar</b>	<b>208-209</b>
<b>11.2. Ichki sekretiya bezlari va ularning arxitektonikasi</b>	<b>209-210</b>
<b>11.3. Gormonlarning tuzilishi, xossalari va tasnifi</b>	<b>210-212</b>
<b>1.4. Gipotalamus gormonlari</b>	<b>212-214</b>

<b>11.5. Gipofiz gormonlari</b>	214-216
<b>11.6. Qalqonsimon bez gormonlari</b>	216-217
<b>11.7. Qalqonsimon bez oldi bezi gormonlari</b>	217
<b>11.8. Buyrakusti bezi gormonlari</b>	217-219
<b>11.9. Oshqozonosti bezi gormonlari</b>	219
<b>11.10. Jinsiy bez gormonlar</b>	219
<b>11.10.1. Ayol jinsiy gormonlari</b>	220
<b>11.10.2. Erkak jinsiy gormonlari</b>	220-221
<b>11.11. Ayrisimon bez (timus) gormonlari</b>	221
<b>11.12. Prostaglandinlar</b>	221-223
<b>12. MODDA VA ENERGIYA ALMASHINUVININIG BOSHQARILUVI</b>	223
<b>12.1. Modda va energiya almashinuvini neyrogumoral boshqariluv</b>	223
<b>12.1.1. Moddalar almashinuvining boshqariluvda markaziy asab tizimining roli</b>	223
<b>12.1.2. Moddalar almashinuvining gumoral boshqarilishi</b>	224-225
<b>12.2. Oqsillar, karbonsuvlar, nuklein kislotalar va yog'lar almashinuvining o'zaro bog'liqligi</b>	225
<b>12.2.1. Organik birikmalar almashinuvi o'rtasidagi bog'liqlik haqida umumiy tushunchalar</b>	225-227
<b>12.2.2. Oqsillar va karbonsuvlar almashinuvi o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik jihatlari</b>	227-228
<b>12.2.3. Karbonsuv va lipid almashinuvi o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik jihatlari</b>	228-229
<b>12.2.4. Oqsil va lipid almashinuvining o'zaro bog'liqlik jihatlari</b>	229
<b>12.2.5. Metabolizm jarayonlarning birligi va tashqi muhit</b>	229-231
<b>13. FUNKSIONAL BOKIMYO</b>	232
<b>13.1. Funktsional biokimyoning predmeti va vazifalari</b>	232
<b>13.2. Qon va uning tarkibiy qismlari</b>	232-233
<b>13.2.1. Qon – organizmning ichki muhiti</b>	234-236
<b>13.2.2. Qonning osmotik, onkotik bosimi va pH ko'rsatkichi</b>	236-238
<b>13.2.3. Qonning himoya funksiyalari va uning ivishi</b>	238-239
<b>13.2.4. Ba'zi patologik holatlarda qon tarkibidagi o'zgarishlar</b>	240-243
<b>13.3. Jigar va uning faoliyati</b>	243
<b>13.3.1. Jigarning kimyoviy tarkibi</b>	244
<b>13.3.2. Jigarning oqsillar, lipidlar, karbonsuvlar va vitaminlar almashinuvidagi ahamiyati</b>	244-245
<b>13.3.3. Jigarning boshqa funksiyalari</b>	245
<b>13.4. Suv va minerallar almashinuvi. Buyraklarning funksiyasi. Siydik</b>	245
<b>13.4.1. Suv va mineral moddalar almashinuvi</b>	245
<b>13.4.2. Buyrakning funksiyasi</b>	246-247
<b>13.4.3. Siydik hosil bo'lishi, uning tarkibi, xususiyatlari va patologik o'zgarishlari</b>	247-250
<b>14. NUKLEIN KISLOTALARINING GENETIK ROLI. OQSILLAR BIOSINTEZI.</b>	250
<b>14.1. Hayotiy hodisalarni molekular darajada o'rganish. Molekular biologiya</b>	250-251
<b>14.2. Oqsillar-tur va individual maxsusliklarning asosi</b>	251-252
<b>14.3. Siklik (halqasimon) va superspiral DNK molekularlari</b>	252-253
<b>14.4. Xromatinning tuzilishi. Nukleosomalar</b>	253-254
<b>14.5. Ribonuklein kislotalari. Tuzilishi, xususiyatlari, funksiyalari</b>	254
<b>14.5.1. RNK molekularlarining geterogenligi</b>	254
<b>14.5.2. Transport RNK</b>	254-257
<b>14.5.3. Matritsa (axborot) RNK si</b>	257-258
<b>14.5.4. Ribosomal RNK. Ribosomaning tuzilishi</b>	258-259
<b>14.6. Nuklein kislotalarning biosintezi va almashinuvi</b>	259

14.6.1. Purin va pirimidin nukleotidlarining biosintezi	259-261
14.6.2. Nuklein kislotalarining sintezi va ularning almashinuvida ishtirok etuvchi fermentlar	262
14.6.2.1. DNK polimeraza	262-263
14.6.2.2. DNK ga bog'liq bo'lgan RNK polimeraza	263-264
14.6.2.3. Teskari transkriptaza	264
14.6.2.4. DNK ligazalar	265
14.6.2.5. Replikatsiya	265-266
14.6.2.6. Polinukleotid fosforilaza	266
14.6.2.7. DNK (sitozin-5) - metiltransferaza (DNK metilaza)	266
14.6.2.8. Nukleazalar	266-268
14.6.2.9. Topoizomerazalar	268
14.7. Nuklein kislota sintezi	269
14.7.1. Replikatsiya	269-270
14.7.1.1. E.coli xromosomalarning replikasiyasi	270-273
14.7.1.2. Bakteriofaglar va plazmidalar DNK larining replikasiyasi	273-274
14.7.1.3. Eukariot hujayralardagi replikasiya	274-275
14.7.2. Transkripsiya	275
14.7.2.1. Bakterial hujayralardagi transkripsiyasi	276-277
14.7.2.2. Eukariot hujayralardagi transkripsiyasi	277-279
14.7.2.3. Teskari transkripsiya	279
14.7.2.4. RNK protsessingi	279-281
14.8. Translatsiya	281-282
14.9. Oqsillar biosintezi	283-284
14.9.1. Oqsillar sintezi haqida umumiy tushuncha	284
14.9.1.1. Aminokislotalarning faollashuvi	284-285
14.9.1.2. Polipeptid zanjiri sintezini initsiatsiyasi	285-287
14.9.1.3. Polipeptid zanjirning hosil bo'lishini elongatsiyasi	287-289
14.9.1.4. Oqsil sintezining terminatsiyasi	289-291
14.10. Biologik kod va uning tavsifi	291-293
14.11. Prokariot va eukariotlarning genomining tuzilishi	293-294
14.12. Oqsil sintezi ingibitorlari	294
14.13. Biokimyoning zamonaviy yutuqlari. Biotexnologiya va gen muhandisligining rivojlanishi	294-300
14.14. Molekular kasalliklar: fermentopatiyalar	300-301
<b>BIOKIMYO VA BIOLOGIYA FANIDAN TEST SAVOLLARI VA JAVOBLARI</b>	<b>302-345</b>