

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

MIRZO ULUG'BEK NOMIDAGI  
O'ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI

M.N. VALIXONOV

# B I O K I M Y O

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi  
Oliy o'quv yurtlari ilmiy-uslubiy birlashmalar faoliyatini  
Muvofiqlashtiruvchi Kengashi tomonidan tavsiya etiladi

TOSHKENT  
"UNIVERSITET"  
2010

Mazkur o'quv qo'llanma Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy Universiteti Ilmiy-metodik kengashi tomonidan bakalavr bosqichi davlat ta'lim standartiga kiritilgan "Biokimyo" fani yo'nalishi bo'yicha tasdiqlangan dastur asosida yozilgan bo'lib, universitetlar va pedagogik institutlarning biologiya fakultetlari talabalari uchun mo'ljallangan.

Ushbu o'quv qo'llanmani yozishda muallif o'zining ko'p yillik pedagogik tajribasiga tayangan holda, biokimyo faniga joriy qilingan uslubi asosida avval biokimyo fanining statik va dinamik bo'limi talabiga javob beradigan tartibda bayon qilingan. Shuningdek, muallif biokimyo fanining oxirgi o'n yillik ichidagi ilmiy ma'lumotlarini muxtasar ravishda bayon qilishga harakat qilgan. Qo'llanma hujayra energetikasi, gen muhandisligi, klonlash va transgen organizmlar haqidagi yangi g'oyalar bilan boyitilgan.

Mazkur o'quv qo'llanmadan nafaqat biokimyo darsida, balki fizika-kimyoviy biologiya fanlarini o'zlashtirishda ham talabalar, magistrlar, aspirantlar va o'qituvchilar foydalanishlari mumkin.

**Masul muharrir: akademik**

**A.P.Ibrohimov**

**Taqrizchilar: Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy unversiteti Biokimyo kafedrasini mudiri, biologiya fanlari doktori, professor S.N. Dolimova;**

**Nizomiy nomidagi Toshkent Davlat pedagogika unversiteti professori, biologiya fanlari doktori P.Mirhamidova.**

ISBN -978-9943-305-23-6

## So'z boshi

Ma'lumki, "biokimyo" atamasi XX asrning boshlarida, 1903 yilda Neyberg tomonidan fanga kiritilgan edi. Mazkur fan biologiya, kimyo va fizika sohalarining integratsiyasi, g'oyalari va uslubiylari asosida muvoffaqiyatli rivojlanib, XX asr oxirlariga kelib mislsiz ilmiy yutuqlarni qo'lga kiritdi. Natijada, biokimyo fanidan biofizika, molekulyar biologiya, biotexnologiya, gen muhandisligi sohalari ajralib chiqib ular mustaqil fan yo'nalishlari sifatida shakllandi.

Umuman olganda, biokimyo mikroorganizm, o'simlik va hayvonot dunyosini hujayra asosida birlashtiruvchi fandır. Biokimyo biologiya fanidagi eksperimental sohalar yo'nalishi hisoblangan mikrobiologiya, fiziologiya, biofizika va biotexnologiya fanlarining poydevorini tashkil qiladi. Maktab, litsey va kollejar uchun yozilgan biologiya darsliklarida ham biokimyo fani bo'yicha ma'lumotlar berilgan.

XXI asrga kelib insoniyat uchun atom, elektron, sun'iy yo'ldosh atamaları qanchalik oddiy so'zlarga aylangan bo'lsa, biokimyo faniga tegishli bo'lgan ATF, DNK, gen, klon va transgen atamaları ham jamoatchilik orasida shunchalik ommalashib ketdi. Biokimyo fani hozirgi kunda tabiatshunoslik fanining asosiy poydevorini tashkil qiladi. Yuqoridagi fikrlarga asosan, biokimyo fanining asoslarini o'zlashtirish bo'lajak ilmiy hodim va biologiya o'qituvchilari uchun zaruriy ehtiyoj ekanligini esda tutish lozim. Mazkur fanni yanada chuqurroq o'zlashtirish va xotirada uzoqroq saqlash maqsadida har bir bobdan so'ng sinov savollari va testlar tavsiya etiladi. Ushbu o'quv qo'llanmani nashrga tayyorlashda va sahifalashda bevosita yordam ko'rsatgan dotsent P.Nurmatovaga, kimyo fanlari nomzodi K.M.Valixonovga minnatdorchiligimni bildiraman.

O'quv qo'llanma haqidagi fikr va mulohazalar "Universitet" nashriyotiga yuborilishini so'raymiz.

Muallif

## Kirish

Biokimyo yoki biologik kimyo tirik materiya tarkibiga kiruvchi moddalarning kimyoviy tuzilishi va ularni modda almashinuvidagi o'rnining funksional ahamiyatini o'rganuvchi fandir. Biokimyo biologiya va kimyo fanlarini bir-birlariga bog'lovchi vositachi ko'prik bo'lib, mazkur soha hayot kimyosi ham deb ataladi. Jonzotlardagi hayotiy jarayonlar tashqi muhit bilan to'xtovsiz uzviy bog'liqlikda va energiya almashinuvi natijasida sodir bo'lib turadi. Mazkur fanning asosiy vazifasi-biokimyoviy jarayonlarni asosiy qonuniyatlarini, ularda ishtirok etuvchi biomolekulalar strukturasi va vazifalarini hamda ularning o'zaro bog'liq holdagi faoliyatini qamrovchi metabolizmni tadqiq qilishdan iborat.

Biokimyo fani jonli tabiatni, keng ma'noda aytganda insondan boshlab, umurtqalilar, umurtqasizlar, o'simliklar, bakteriyalar va viruslarni o'rganuvchi fandir. Ular bilan muayyan kimyoviy jarayonlar o'rtasidagi tafovutga qaramay u turlarni birlashtiruvchi biokimyoviy birlik bo'lib, bunday ilmiy qarashga umumiy biokimyo sferasi deyiladi.

An'anaga muvofiq biologik kimyo fanida biomolekulalarni kimyoviy strukturasi o'rganish sohasi statik, modda almashinuvi va energiya bo'limi dinamik, alohida to'qima va a'zoldagi kimyoviy jarayonlarni tashkil qiluvchi bo'lim esa funksional biokimyo deb ataladi. Albatta, biokimyo fanini bunday bo'limlarga bo'lish nisbiy hisoblanadi.

Fundamental biokimyo biologiya fanining sohalari bo'lmish genetik, fiziologiya, immunologiya va mikrobiologiya asoslarini tashkil etadi.

Biologik kimyoning so'nggi yillardagi yutuqlari asosida shakllangan hujayra va gen muhandisligi mazkur sohani zoologiya va botanika yo'nalishlariga yaqinlashtirdi.

Tibbiyot, farmakologiya, qishloq xo'jaligi sohalarida va sanoatda biokimyo fanining ahamiyati benihoya kattadir. XIX asrda biokimyo sohasi fiziologik kimyo va u mustaqil fan sifatida XX asrning boshlarida shakllangan. XIX asrda organik kimyo taraqqiyoti statik biokimyoning rivojlanishiga sabab bo'ldi. Jumladan, yog'lar, uglevod, oqsil, nuklein kislotalarning kimyoviy strukturasi, achish jarayonlarini o'rganish biokimyo fanining taraqqiyotiga turtki bo'ldi.

Metabolitik jarayonlarni o'rganish ham XIX asrdan boshlangan. Fransuz olimi A. Lavuaze nafas olish jarayonini tadqiq qilib, unda kislorodning rolini alohida qayd qilgan. A. Lavuazening ilmiy ishlari organizmdagi energetik metabolizmni o'rganishga asoslangan bo'lib, bir

gramm yog', oqsil va uglevodlar yondirilganda qancha energiya ajralib chiqishi aniqlangan edi.

XX asrda biokimyo sohasida qo'lg'a kiritilgan ilmiy yutuqlar mazkur sohada inqilobiy o'zgarishlar yuz berishiga sabab bo'ldi. Enzimologiya, oqsillar, lipidlar, uglevodlar sohasidagi fundamental izlanishlar, shuningdek genom strukturasi va vazifasini o'rganish biologik kimyoni biologiya fanining asosiy pog'onasiga ko'tardi. Bu sohada rus olimlarining hizmati ham benihoya kattadir. Jumladan, oqsil va aminokislotalar bo'yicha A.Danilovskiy, S.S.Salavkin; vitaminlar bo'yicha N.I.Lunin; to'qimalarning nafas olishi bo'yicha A.N.Bax, V.I.Palladin; oksidlanish bilan bog'liq bo'lgan fosforlanish, unda ATF roli bo'yicha V.A.Engelgard; nuklein kislotalar strukturasi va vazifasi oqsillar biosintezi bo'yicha A.N.Belozerskiy, A.S.Spirin; bioenergetika bo'yicha V.P.Skulachev; genom strukturasi va vazifasi bo'yicha G.P.Georgiyev va boshqa rus olimlarining ilmiy ishlari dunyo miqyosida biokimyo fani rivojiga ulkan hissa qo'shdilar.

Biokimyo fani O'zbekiston Respublikasida ham XX asrning o'rtalaridan boshlab rivojlana boshladi. Bu sohada benihoya katta ilmiy xizmat qilgan olimlardan akademik Y.X.To'raqulov (1916-2005) Oliy o'quv yurtlarida biokimyo kafedralarini tashkil qilish va Respublikada Biokimyo ilmiy-tadqiqot institutini ochilishiga (1967 yil) bevosita asos solgan. Y.X.To'raqulov biokimyo faniga bag'ishlangan o'zbek tilidagi nashr etilgan darslik va o'quv qo'llanmalarining ilk muallifidir. Olimning ilmiy ishlari qalqonsimon bez patologiyasining ba'zi turlarida tireoid garmonlar biokimyosiga bag'ishlangan. Y.X.To'raqulov biokimyo sohasida o'z maktabini yaratgan yetuk olimdir. U tibbiyot va biologiya sohasi bo'yicha tahsil oluvchi talabalarga uzoq yillar davomida biokimyo fanidan dars bergan. O'zbeklardan birinchi biokimyogar, O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan fan arbobi, professor D.N.Sohibovdir (1907-1990). Olimning ilmiy izlanishlari asosan ilon zaharidan turli biologik faol moddalar ajratib olish, ularning organizmga ta'sirini o'rganishga bag'ishlangan. Bu sohada ko'zga ko'ringan yetuk olimlardan yana akademik J.H.Hamidov (1930) ni ko'rsatish mumkin. Olim biologiyaga oid bir necha darslik o'quv qo'llanmalar muallifidir. Uning ilmiy izlanishlari endokrin tizimi organlarining nurlanishi kasalligiga bag'ishlangan. Respublikamizda biofizika fanidan maktab yaratgan olimlardan akademik B.O.Toshmuhamedovni (1935) tilga olsa arziydi. Olim biologiya, ekologiya va biofizika yo'nalishlariga bag'ishlangan darslik, risola va monografiyalar muallifidir. Respublikada birinchi bo'lib

O'zbekiston Milliy universiteti qoshida Biofizika kafedrasining asoschisi va mudiri. Olimning asosiy ilmiy ishlari biologik membranalarining hosil bo'lishi va ularning boshqaruvchanlik roli, toksinlar, garmonlar, pestitsidlar, fermentlar va boshqa biologik faol moddalarning membranaga ta'sir qilish mexanizmini o'rganishga qaratilgan. Respublikamizda g'oz o'simligining radiobiologiyasi va biokimyosi ustida ilmiy ishlar olib borgan olimlardan biri akademik A.P.Ibrohimovdir (1928-2008). Olimning ilmiy ishlari g'oz turlari va navlarida oqsil va nuklein kislotalar biosintezining molekulyar-genetik xususiyatlari, g'ozning kasalliklarga chidamliligini oshirishning nazariy masalalariga bag'ishlangan. Biokimyo faniga bag'ishlangan darslik, amaliy mashg'ulotlar muallifi akademik A.Qosimovdir (1937 - 2004). Uning ilmiy izlanishlari radioaktiv nurlanish, metallarning ultradispersli kukuni, past harorat va tuzlarning hujayra hamda organizmdagi fiziologik va biokimyoviy jarayonlarga ta'sirini tadqiq qilishga bag'ishlangan edi. Qalqonsimon bez oqsillari, membrana lipidlari biokimyosi, shuningdek liposomalar, ularning hujayra bilan o'zaro ta'sirini o'rganuvchi olim, akademik T. S.Soatov (1940) bo'lib, uzoq yillardan beri yoshlarga ustozlik qilib kelmoqda. Respublikamizda genom strukturasi va vazifasini tadqiq qilayotgan olimlardan akademik A.Abdukarimov (1942) bo'lib, u hujayralardan turli xil genlar ajratib olish, vektor molekular konstruksiyasini yaratish, yakka hujayradan sun'iy sharoitda o'simlik yetishtirishga doir ilmiy ishlar dasturiga rahbarlik qiladi.

Yuqorida e'tirof etilgan biokimyo sohasining yetuk namoyondalaridan tashqari, yana Respublika Fanlar Akademiyasi qoshidagi Biokimyo, Fiziologiya va Genetika ilmiy tadqiqot institutlari va qator Oliy o'quv yurtlarida mazkur fan sohasi bo'yicha o'z yo'nalishiga ega bo'lgan ko'plab biokimyogarlarning faoliyat ko'rsatmoqdalar. O'zbekiston Respublikasida biokimyo fani ustivor sohalardan biri bo'lib qolmoqda.

Shunday qilib, biokimyo yo'nalishi biologiya fanining asosiy, fundamental tiliga aylangan. Biologik kimyo fanining ko'plab sohalari so'nggi yillarda jadal sur'atda rivojlanib, yana yangi-yangi mustaqil fanlar shakllandi. Bular jumlasiga biotexnologiya, gen muhandisligi, biokimyoviy genetika, ekologik biokimyo, kvant va kosmik biokimyolarni kiritish mumkin.

Shuningdek, hozirgi kunda tez rivojlanib, dunyo jamoatchiligi o'rtasida shov-shuvga sababchi bo'layotgan klonlash, transgen organizmlar va daktiloskopiya yo'nalishlari ham biokimyo fani asosida paydo bo'lmoqda.

# I BOB

## Organizmning kimyoviy tarkibi

Organik va noorganik dunyo atom va molekularlardan tashkil topib, tarkibi bo'yicha bir-biridan katta farq qilmaydi. Tiriklik o'z molekularini sintezlashda atomlarni noorganik dunyodan oladi. O'simlik va hayvonlar organizmlari tarkibida D.I.Mendeleyev davriy jadvalidagi elementlarning 10 tasi aniqlangan. Jadvaldagi elementlardan kislorod, uglerod, vodorod, azot, kalsiy, fosfor, kaliy, oltingugurt, xlor, natriy, magniy, rux, temir, mis, yod, molibden, kobalt va selenlar hujayra tarkibida har doim uchrab, ular ferment, gormon, vitaminlar sintezi uchun zarur hisoblanadi. Miqdoriy jihatdan kimyoviy elementlar turli xil organizmda turlicha bo'ladi (1-jadval).

### Inson organizmida uchraydigan kimyoviy elementlarning nisbiy miqdori (A.Stroyev bo'yicha)

1-jadval

Element	Miqdori, %	Element	Miqdori, %
H	60,3	P	0,134
O	25,5	S	0,132
C	10,5	K	0,036
N	2,42	Cl	0,032
Na	0,73	Si	<0,0001
Ca	0,23	Al	<0,0001

Jonzotlarda uchraydigan kimyoviy elementlarni asosan to'rt guruhga ajratish mumkin:

1. Makrobiogenli elementlar: kislorod, uglerod, azot, vodorod; ularning miqdori organizmda 1% va undan ortiq bo'ladi.
2. Oligobiogenli elementlar; ularning miqdori 0,1 dan 1% atrofida bo'lib, ularga kalsiy, xlor, fosfor, kaliy, oltingugurt, magniy, temirlar kiradi.
3. Mikrobiogenli elementlar: ularning miqdori 0,01% dan kam bo'lib, ular sink, marganets, kobalt, mis, brom, yod, molibdenlardir.
4. Ultramikrobiogenli elementlar: ularning organizmdagi miqdori 0,000001% dan oshmaydi; ularga litiy, kremniy, kadmiy, selin, titan, vanadiy, xrom, nikel, kumush, oltinlar kiradi.

Ultramikrobiogenli elementlarning hayotiy jarayonlarda biologik ahamiyati aniqlangan, ayrimlari esa hali aniqlanmagan. Atrof-muhitning

iffoslanishi ayrim kimyoviy elementlarning organizmda akkumulyatsiyaga olib kelishi mumkin. Organizmning asosiy qismini, ya'ni 98 – 99 % ini vodorod, kislorod, azot va fosfor tashkil etadi. Ushbu elementlarning aksariyati qo'shbog' hosil qilishi, atomlar hajmining ichamligi, ulardan hosil bo'lgan molekulalarning o'ziga xostligi va atomlararo masofaning nisbatan qisqaligi bilan farq qiladi. Mazkur xossalari tufayli ular biokimyo metabolizmidagi yetakchi o'rin egallaydi. Fosfor va oltingugurt atomlari yana qo'shimcha energetik vazifani ham bajaradi.

Barcha biologik moddalarni sodda va murakkab tuzilishiga qarab joylashtirsak, ular hujayrada muayyan pog'onali strukturani tashkil qiladi. Hujayra komponentlarining birinchi pog'onasida kichik molekulyar birikmalar tashkil qilib, ularga suv, karbonat angidrid, molekulyar kislorod, azot, noorganik ionlar va qator kimyoviy elementlar kiradi. Ikkinchi o'rinda o'rta komponentli kimyoviy birikmalar tashkil qilib, ularning asosini ammiak, organik kislotalar, ularning hosilalari, karbamilfosfat, riboza va boshqalar tashkil etadi. Birinchi va ikkinchi pog'onali birikmalardan hayotiy jarayonlarda biologik monomerlar, ulardan esa biopolimerlar va bo'lak makromolekulalar hosil bo'ladi. Organizmdagi monomer makromolekulalar orasidan joy olgan birikmalarga vitaminlar va kofermentlar kirib, ularning molekulyar massasi monomerlarga yaqin bo'lib, biopolimerlar uchun qurilish materiali sifatida ishtirok etmaydilar. Biopolimerlar va yuqori massali molekulyar o'zaro bir-birlari bilan bog'lanib, murakkab makromolekulalarni (lipoprotein, nukleoprotein, glikoprotein, glikolipid va boshqalar) hosil qiladi. Sodda va murakkab makromolekulalarning o'zaro bog'lanishidan molekulyarli strukturalarni, ular esa yuqori (multienzim) bo'lgan tizimlarni tashkil qiladi. Hujayra tarkibining navbatdagi pog'onasi uning organoidlari (mitoxondriya, yadro, ribosoma, lizosomalar va hokazolar) hisoblanadi. Organoidlar tizimi esa hujayrani tashkil qiladi.

Tirik organizm tarkibidagi molekulalarning ierarxik holatini muxtasar ravishda ko'rib chiqamiz.

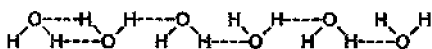
### **Suvning strukturasi, xossasi va biologik vazifasi**

Ma'lumki, bizning sayyoramizda hayot suv muhitida paydo bo'lgan. Har qanday organizm suvsiz faoliyat ko'rsata olmaydi. Suvning kimyoviy tarkibi va tuzilishi sodda bo'lishiga qaramay, u mo'jizaviy, unikal fizika-kimyoviy xossaga va biologik vazifaga ega.

Suv molekulyasi ( $H_2O$ ) - qutblangan birikma bo'lib, kislorodning elektrofil atomi qisman manfiy zaryadga ega, vodorod atomi esa musbat



zaryadli bo`lib, ular o`rtasida elektrostatik, kuchsiz ionli bog` hosil bo`ladi. Hlr xil zaryadlangan atomlar orasidagi vodorod bog`lari suv molekulasini agregat holatga keltiradi. Agregat holatdagi suv bir necha molekulalardan iborat bo`lib, uning formulasini  $(H_2O)_n$  deb  $n=2,3,4,5$ ga teng deb qabul qilink to`g`ri bo`ladi (1-rasm). Vodorod bog`lari biopolimer va umuman, makromolekulyar strukturasi shakllantirishda asosiy rol o`ynaydi. Vodorod bog`larining jonli tizimdagi ahamiyati xuddi uglerod-uglerod bog`lar tizimiga o`hshatish mumkin.



1-rasm. Suv molekulasining agregati. Nuqtalar orqali vodorod bog`lari ko`rsatilgan

Donor-aktseptor xususiyatiga ega bo`lgan vodorod bog`lari kovalent (200-400 kDj/mol), ion va van-der-vaals bog`larining o`rtasida bo`lib, uning quvvati 12-30 kDj/mol atrofida hisoblanadi. Suv molekulasining o`ziga xos strukturasi uning rang-barang fizikaviy-kimyoviy xossalarini belgilaydi. Organizmda sodir bo`ladigan kimyoviy jarayonlar suvli muhitda amalga oshadi. Suvli muhitda birikma va moddalar o`ziga xos suvli qobiq bilan o`ralgan bo`lib, qutblangan suv molekulari makromolekulalarning zaryadlangan yoki ionlangan guruhleri orqali bog`lanib shakllanadi. Qobiq qancha katta bo`lsa, uning eritish qobiliyati shuncha yuqori bo`ladi.

Suvga nisbatan molekularlar yoki ularning bir qismi gidrofil (suvda eriydigan) yoki gidrofob (suvda erimaydigan) larga bo`linadi. Gidrofil birikmalarga ionlarga dissotsiyalanadigan (OH, COOH, NH<sub>2</sub>) organik, noorganik moddalar, shuningdek tarkibida qutblangan guruhlar tutuvchi biopolimerlar kiradi. Gidrofobli birikmalarga molekularida qutblanmagan guruhlar (-CH<sub>3</sub>), zanjirlar (-CH=CH-) tutuvchi organik birikmalar (triglitserinlar, steroidlar va boshqalar) kiradi. Ayrim molekular tarkibida gidrofil va gidrofob guruhlarni tutib, ularni amfifil (amphy-yunoncha ikkilamchi) modda yoki birikmalar deyiladi. Ular yog` kislotalari, fosfolipidlar va hokazo bo`lishi mumkin.

Yuqoridagi fikrlarga asosan suvlar dipol holatida nafaqat o`zaro bog`lanadi, balki hujayralardagi qutblangan organik va noorganik moddalar molekulari bilan ham bog`lanadi. Bunday jarayon moddalar gidrotatsiyasi deyiladi. Suvning fizika-kimyoviy xususiyatlari uning biologik vazifalarini belgilaydi:

- Suv benuqson, ajoyib erituvchi.
- Suv organizmda issiqlik balansini boshqaruvchi regulyator bo`lib, uning issiqlik sig`imi har qanday biologik moddalardan yuqoridir.

- Suv hujayra ichidagi bosim (turgor) ni va uning shaklini saqlashda ishtirok etadi.
- Ayrim biokimyoviy jarayonlarda suv substrat sifatida ham xizmat qilishi mumkin.

### Noorganik ionlar, ularning xossalari va biologik vazifalari

Anorganik yoki mineral moddalar hujayrada ion holatida bo'ladi. Hujayra va hujayralararo suyuqlikda kationlardan  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Zn}^{++}$ ,  $\text{Fe}^{++}$ , anionlardan esa  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  uchraydi. Noorganik kation va anionlar hujayra va hujayraaro suyuqlik va qon plazmasida miqdori bo'yicha katta farq qilmaydi. (2-jadval).

Hujayra va hujayraaro suyuqlik tarkibidagi asosiy kation, anionlarning miqdori (A.Stroyev bo'yicha)

2-jadval

Ionlar	Hujayra tashqarisida, %		Hujayra ichida, %
	Plazma	Hujayralararo suyuqlikda	
<b>Kationlar</b>			
$\text{Na}^+$	92.7	94.0	7.5
$\text{K}^+$	3.0	2.7	75.0
$\text{Ca}^{++}$	3.0	2.01.3	2.5
$\text{Mg}^{++}$	1.3	-	15.0
<b>Anionlar</b>			
$\text{Cl}^-$	69.0	76.0	7.5
$\text{HCO}_3^-$	17.0	19.0	5.0
$\text{PO}_4^{3-}$	1.4	1.4	50.0
$\text{SO}_4^{2-}$	0.6	0.7	10.
Organik kislotalar	2.0	2.0	2.5
Oqsillar	10.0	0.6	25.0

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, hujayraaro suyuqlikda  $\text{Na}^+$  asosiy kation, hujayrada esa  $\text{K}^+$ . Anionlardan esa hujayra tashqarisida ko'proq  $\text{Cl}^-$ , hujayra ichida esa  $\text{PO}_4^{3-}$  uchraydi. Tirik organizm fizika-kimyoviy qonun bo'lmish elektroneytrallik xususiyatiga ega bo'lib, kationlarning musbat zaryadlari, anionlarning manfiy belgilariga teng bo'lib, hujayrada har doim

modda va ionlar muvozanat holatida bo`ladilar. Noorganik ionlar hujayrada har xil biologik vazifalarni bajaradilar.

### **Kationlarning biologik vazifasi**

- Transportli-elektron va kichik molekullarni tashish jarayonini bajaradi.
- Struktura shakllantirishda, jumladan, makromolekulalarning faol funksional guruhi kationlarning ishtirokida sodir bo`ladi.
- Regulyatorlik vazifasini bajaradilar. Fermentlar faolligi aktivatorlarga yoki enzimlik xususiyatining to`xtatilishi inhibitorlarga bog`liq.
- Hujayraning osmotik holati ham kationlarga bog`liq.
- Bioelektrik xususiyat esa hujayra membranasidagi ionlarning potentsiallar ayirmasi asosida sodir bo`ladi.

### **Anionlarning biologik vazifasi**

- Energetik vazifalar, jumladan, ADF dan ATF ni hosil bo`lishida noorganik fosfat ionlari ishtirok etadi.
- Fosfat anionlari tayanch vazifani o`tishda, kalsiy kationi esa suyaklarni shakllantirishda ishtirok etadi.
- Anionlar biologik moddalar sintezida qatnashadi.

Tirik organizm hujayrasi uning kimyoviy laboratoriyasi bo`lib, unda organik birikmalarning to`xtovsiz almashinuvi, ya`ni ularning parchalanishi va sintezi davom etadi. Organik birikmalardagi funksional guruhlar ularning kimyoviy tabiatini belgilaydi

Oraliq organik birikmalar o`z tarkibida bir necha funksional guruhlar tutishi mumkin. Funksional guruhlarining ortishi atomlar o`rtasida qutblangan bog`larni ko`payishiga va kimyoviy faollashishiga sababchi bo`ladi. Ma`lumki, tabiat tarkibi o`ziga xos birlamchi " g`ishtlar" dan iborat. Fizika fanining birlamchi asoslari elementar zarralar yoki kvarklar hisoblanadi. Kimyo sohasining birlamchi g`ishtlari esa yirikroq zarralar bo`lib, elementlarning atomlari va ularning majmuasi molekullar hisoblanadi. Fundamental zarra biologiya fanida tirik hujayradir. Xuddi shu tiriklikning asosiy g`ishti bo`lgan hujayra genetik axborotni saqlovchi va yangi hujayralarga tashuvchi, jonzotlarning asosiy belgilarini o`zida mujassamlantirgan mo`jizakor qurilma hisoblanadi.

## Oraliq organik birikmalar sinfi

3-jadval

Sinflar nomi	Struktura formulasi	Funksional guruhi
Uglevodlar	$R-CH_3$	H
Spirtlar	$R-CH_2-OH$	-OH
Aldegidlar	$\begin{array}{c} O \\    \\ R-C \\   \\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\    \\ -C \\   \\ H \end{array}$
Ketonlar	$\begin{array}{c} O \\    \\ R'-C-R'' \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\    \\ -C- \end{array}$
Karbon kislotalar	$\begin{array}{c} O \\    \\ R-C \\   \\ OH \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\    \\ -C \\   \\ OH \end{array}$
Oddiy efirlar	$R'-CH_2-O-CH_2-R''$	$-CH_2-O-CH_2-$
Murakkab efirlar	$\begin{array}{c} O \\    \\ R-C \\   \\ OR' \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\    \\ -C \\   \\ O' \end{array}$
amidlar	$\begin{array}{c} O \\    \\ R-C \\   \\ NH_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\    \\ -C \\   \\ NH_2 \end{array}$
aminlar	$R-NH_2$	$-NH_2$

XIX asr fanining katta yutuqlaridan biri biologiya sohasida hujayra nazariyasining yaratilishidir. Mazkur ta'limotga asosan o'simlik, hayvonot dunyosi va mikroorganizmlar bir-biriga o'xshash hujayralardan tashkil topganligi aniqlangan.

O'rta yoshdagi odam yuz trillion ( $10^{13}$ ) hujayradan tashkil topgan. Inson terisining har  $sm^2$  da ~155000 ta hujayra, miyada esa yuz milliard neyron bo'lib, ular hisob-kitoblarga qaraganda yuz trillion sinapslardan iborat. Umumiy sinapslarning tarmoqlanish tizimi, ya'ni axborotlarni qabul qilish va ularni uzatish imkoniyati chegaralanmagan astronomik raqamlarga teng bo'lib, inson aqlini lol qoldiradi.

Otalgan hujayradan boshlangan embrion, rivojlanishi davomida hujayraning 200 dan ortiq xillari yaratiladi (jinsiy, miya, buyrak, yurak, asab hujayralari va boshqalar). Lekin barcha hujayralarga xos bo'lgan umumiy belgilar (tuzilishi, moddalar almashinuvi, vazifalari) talaygina hisoblanadi. Hujayralarning o'lchami 0.001 mm dan 9 sm gacha bo'lishi aniqlangan. Hujayralar to'qimalarni (asab, mushak va hokazo), ular o'z navbatida, a'zolari (yurak, jigar va boshqalar) a'zolar esa organizm tizimini hosil qiladi. Hujayra o'ziga o'xshaganlarni yaratadi, ozuqa

oqsildalarni qabul qilib, keraksiz chiqindilarni tashqariga chiqaradi. Metabolizm, irsiy belgilarni saqlovchi, uzatuvchi va energiya manbaalari, oqsil, ionlarni tashilish jarayonlari aksariyat hamma hujayralarda bir xil bo'ladi. Ularning boshqarilishi molekulyar mexanizm asosida bajariladi.

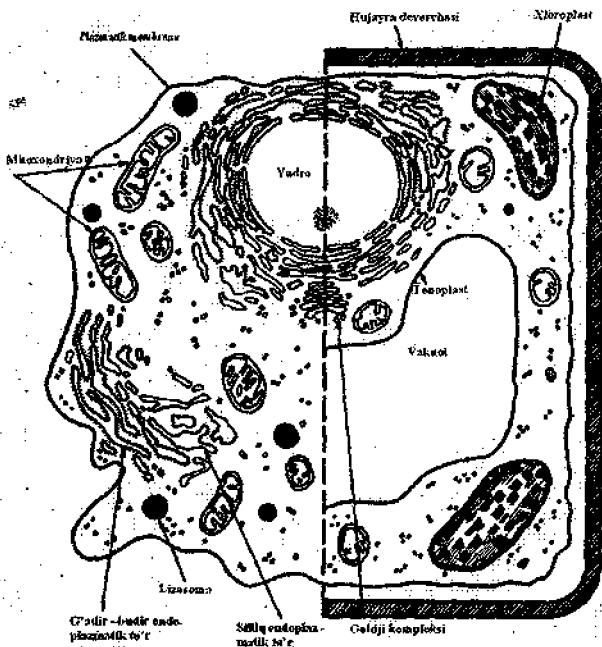
Hujayraning oddiy sharoitda, oddiy bosim, haroratda maqsadga muvofiq ketma-ket faoliyat ko'rsatishiga sabab undagi organoidlarning muayyan tartibda joylashuviga bog'liq. Hujayra sathida tarkibiy qismlarning joylanishi holati ularning komportamenti (kimyoviy tizimlarning hujayra ichida alohida joylanishi) deyiladi. Hujayraning ultramikroskopik tuzilishini (1 - rasm) ko'z oldimizga keltirsak, markazda yadro bo'lib, kimyoviy jarayolarni boshqaruvchi, irsiy belgilarni saqlovchi va avloddan-avlodga uzatuvchi markaziy organoiddir.

Hujayra membranasi modda va ionlarning faol yoki passiv ravishda ichkariga, tashqariga tashilishida xizmat qiladi. Mitoxondriyal hujayralarning elektr stantsiyasi bo'lib, ularni generatorlar, mahsulotini (ATF) akkumulyatorlar deb, organizmni energiya bilan ta'minlab turadi. Ribosomalar hujayraning oqsil sintezlovchi mikrofabrikalari hisoblanadi. Sitoplazma hujayra suyuqligi bo'lib, unda fermentlar erigan holatda uchraydi. Endoplazmatik to'r sathini ribosomalar qoplagan bo'lib, uning kanalchalarida sintezlangan oqsillar tashiladi. Yadrochalarda ribosomalar shakllanadi. Vakuolalarda har xil tuzlar, oqsil, uglevodlar va suv to'planadi. Lizosomalarda parchalovchi, gidrolizlovchi fermentlar uchraydi.

Goldji kompleksidagi qopchalarda oqsillar to'planib, kerakli manzillarga uzatiladi. Sentiolalar hujayra bo'linishida ishtirok etadi. Yadro tarkibida xromosomalar mavjud bo'lib, uning ayrim qismlari gen hisoblanib u organizmning shakllanishida va hayotiy jarayonida kimyoviy reaksiyalar rejasini o'zida mujassamlashtirgan. Olimlarning hisob-kitobiga qaraganda, odamning embrionidan boshlab, homilaning rivojlanishida xromosomalar tarkibida uch milliard belgi qatnashar ekan.

Ko'rsatilgan organoidlar hujayrada tartibsiz joylashmay, muayyan komportamentni tashkil qiladi va ular maqsadga muvofiq garmoniya holatida faoliyat ko'rsatadi. Har bir hujayra sanoati, xo'jaligi, kommunal tarmoqlari o'ta rivojlangan zamonaviy katta bir shaharni eslatadi. Hujayrada mahsulot ishlovchi, qabul qiluvchi, xom ashyoni tashuvchi transport vositalari, energiya bilan taminlovchi markaz mavjud. Chiqindilarni tezda yo'q qiluvchi qurilmalar, hujayrada biror agregat ishdan chiqsa, uni ta'mirlovchi fermentlar, butun tizimning ish faoliyatini kuzatuvchi "kompyuter" yadro nazorat qilib turadi. Hujayradagi kimyoviy

jarayonlar yuzlab makromolekula, tuzlar, har xil ion, suv va eng asosiysi, oqsillar ishtirokida amalga oshadi.



2-rasu. Eukariot hujayraning soddalashtirilgan chizmasi.

Hujayra markazida faqat o'zi emas, kelgusida yangi-yangi hujayralarning va undan hosil bo'ladigan bir butun organizm tizimining faoliyati genetik kod ravishda rejalashtiriladi. Hujayra haqidagi bunday ilmiy ma'lumotlar ko'lami va ahamiyati jihatidan dunyodagi buyuk ixtirolarga sababchi bo'lgan Arximed, Nyuton, Eynshteyn, Lavuaze, Shredinger, Mendelejev va Pasterlar kashf etgan qonuniyatlardan kam emas.

Tabiatda shunday organizmlar borki, ular hujayralardan tashkil topgan emas. Ular hujayrasiz organizmlar bo'lib, fanda viruslar deb ataladi, ular oqsil va nuklein kislotalardan tashkil topgan. Kasallantirish jarayonida viruslar oqsil qavatini tashlab, nuklein kislota orqali infeksiyani hujayraga olib kiradi.

Ayrim hujayralarning yadrosi shakllanmagan va ularni prokariotlar deb ataladi. Ularga bakteriyalar, ko'k-yashil suv o'tlari kiradi.

Prokariotlarda to'la qimmatli yadro bo'lmay, o'rniga sitoplazmada ipsimon nuklein kislota bo'lib, u hujayraning faoliyatini boshqarib turadi. Yadroli hujayralar eukariotlar deyiladi, ularga hayvon va o'simliklar misol bo'ladi.

### Sinov savollari

1. Biologiya fanida biokimy o'rnini.
2. Statik, dinamik va funksional biokimyoga tavsif.
3. Biokimy o'rnini tibbiyot, qishloq xo'jaligi va sanoatdagi ahamiyati.
4. Biokimy o'rnini taraqqiyotida chet el olimlarining roli.
5. O'zbekiston Respublikasida biokimy o'rnini rivojlanishi va bu sohada ko'zga ko'ringan olimlar.
6. Organizmda uchraydigan kimyoviy elementlarning guruhlariga bo'linishi.
7. Organizm asosan qanday kimyoviy elementlardan tashkil topgan va uning sabablari?
8. Hujayrada uchraydigan kimyoviy birikmalarning pog'ona bo'ylab joylashishi ierarxiyasi.
9. Organizmda suvning roli va hosil qiluvchi kimyoviy bog'lar.
10. Hujayrada uchraydigan anion, kationlar va ularning biologik vazifasi.
11. Metabolizmga uchraydigan biopolimerlar.
12. Hujayra tuzilishi, biologik ahamiyati.
13. Hujayra organoidlarining biokimyoviy vazifalari.
14. Hujayradagi modda va ionlarning komportamenti nimani anglatadi?
15. Hujayra nazariyasining ochilishi va uning ahamiyati.
16. Molekulyar biologiya fanining shakllanishidagi sababchi omillar.

### Nazorat uchun testlar

1. Biokimy o'rnini predmeti:
  - a) organik kislotalar, spirtlar;
  - b) keton, aldegidlar;
  - v) organizmda sodir bo'ladigan kimyoviy jarayonlar;
  - g) organik kimyo va biokimyoning predmeti bir xil.
2. Oligobiogen elementlarning miqdori:
  - a) 0.01% ortiq; b) 0.01% kam;
  - v) 0.1% ortiq; g) 0.1 kam.
3. Kaliy va natriy elementlari qanday guruhga kiradi:
  - a) makrobiogen; b) oligobiogen;
  - v) mikrobiogen; g) ultramikrobiogen.

4. Sulfat kislota, karbon kislotalar va spirt ishtirokida hosil bo'ladigan kimyoviy bog'lar;
- a) amid;                      b) murakkab efir;  
v) oddiy efir;
5. Oqsil, nuklein kislota, uglevodlar qanday birikmalarga mansub?
- a) oraliq birikmalarga; b) biopolimerlarga;  
v) siklik birikmalarga; g) makrotsiklik birikmalarga.
6. Hidrofil birikmalar qanday ionlarga dissotsiyalanadi?
- a) metil, turli xil radikallarga;                      b) keton, aldegidlarga;  
v) OH, COOH, NH<sub>2</sub> larga;                      g) qo'sh bog'li birikmalarga.
7. Tarkibida amfifil tutuvchilar:
- a) fosfolipid, yog' kislotalari;                      b) uglevod, oqsil;  
v) gormon, vitaminlar;                      g) glitserin, fermentlar.
8. Hujayra "elektrostantsiyasi":
- a) yadro;                      b) lizosoma;  
v) ribosoma;                      g) mitoxondriya.
9. Hujayra membranasidan faol ion yoki modda tashilganda sarf bo'ladi:
- a) oqsil;                      b) gormon;  
v) energiya;                      g) vitamin.
10. Biologiya fanida inqilobiy o'zgarishga sababchi bo'lgan birikma:
- a) oqsil;                      b) uglevod;  
v) DNK;                      g) gormon.
11. Organizmning akkumulyatori:
- a) mitoxondriya;                      b) lizosoma;  
v) ATF;                      g) yadro.
12. Hujayraning qaysi organoidida irsiy belgilar mujassamlashgan?
- a) membrana;                      b) yadro;  
v) sitoplazma;                      g) lizosoma.



## II BOB Oqsillar

Oqsillar – azot tutuvchi makromolekulalardan tashkil topgan biopolimerlardir. Ular peptid bog'lari orqali bog'langan aminokislotalardan hosil bo'lib, proteinlar deb ataladi (protos-yunoncha birinchi, muhim demakdir).

Tirik organizmlarning asosiy qismlarini oqsillar egallab, nam va azotiga nisbatan 25 % ni, quruq og'irligini 45-50 % ini tashkil qiladi. Tarkibida 50- 59 % uglerod, 6,5 - 7,3 % vodorod, 15 - 18 % azot, 21 - 24 % kislorod va 2,5 % gacha oltingugurt tutadi. Ular tarkibida ba'zan fosfor ham uchraydi.

Oqsillar tarkibidagi azot miqdori doimiy bo'lib, o'rta hisobda 16% ni tashkil etadi. Shuning uchun ilmiy-tadqiqot izlanishlarida mahsulotlardagi oqsil tarkibidagi azot miqdoriga qarab aniqlanadi. Buning uchun oqsil tarkibidagi azot miqdorini 6,25 ga ko'paytiriladi. 100% oqsil tarkibidagi azot 16 % ga teng, demak, 100 : 16 = 6,25.

Ayrim oqsillar tarkibida temir, mis, yod, marganets va boshqa elementlar uchraydi.

Oqsillar organizmning tarkibiy qismi bo'lib, hayotiy faoliyatlarda birinchi o'rinda turganliklari uchun jonzotlarning "qora ishchilari" deb nomlanadi. Ular tirik organizmda quyidagi vazifalarni bajaradilar:

- Katalitik faol oqsillar fermentlar deb ataladi. Hujayrada sodir bo'ladigan kimyoviy jarayonlar aynan shu fermentlar ishtirokida amalga oshadi. Organizmdagi barcha fermentlar oqsillardir. Lekin, har bir oqsil ham ferment bo'la olmaydi.
- Hujayra va umuman, butun organizmda sodir bo'ladigan modda almashinuvining boshqarilishi va integratsiyasi oqsil tabiatli gormonlar orqali amalga oshadi.
- Hujayra membranasida joylashib har xil modda va ionlarni birbirlaridan ajrata oladigan retseptorlar ham oqsillardir.
- Oqsillar hujayra va to'qima membranalari orqali transport vazifasini bajaradi. Jumladan, gemoglobin kislorodni, qon zardobidagi albumin yog'larni, ayrim oqsillar esa mis, temir atomlarini, sitoxrom esa elektronlarni kerakli joylarga yetkazishda xizmat qiladi.
- Oqsillar organizm strukturasi shakllantirishda ishtirok etadi. Hujayra strukturasi tashkil qiluvchi organiodlarning asosiy qismi oqsillar bo'lib, ular yangilanishida ham oqsillar qurilish material sifatida ishtirok etadi. Strukturali oqsillarga hujayralarni

birlashtiruvchi matriks sifatida xizmat qiluvchi kollogen va retikulinar kiradi. Soch, tirnoq tarkibidagi mustahkam kerotin ham oqsildan iborat.

- Fermentlarning ingibitorlari endogen oqsillar bo'lib, ular ferment faolligini boshqaradilar.

- Ayrim hujayra va organizmlarning qisqarishi va harakatlanishi ulardagi qisqaruvchanlik xususiyatiga ega bo'lgan oqsillarga bog'liq. Misol tariqasida, mushak to'qimalarining qisqarishida, mimoza o'simligining o'zgarishida aktin va miozin oqsillari ishtirok etadi. Ayrim hujayralarning harakat qilishiga tubulin oqsili sababchi bo'ladi. Ba'zi hujayralardagi xivchinlar, kipriklarning harakati ham oqsillarga bog'liq bo'lib, ular kimyoviy energiyani mexanik energiyaga aylantiradi, shu sababdan hujayra, mushaklar qisqarib harakat qiladilar.

- Oqsillarning ayrimlari toksik va zaharli xususiyatga ega. Ayrim hasharot, ilon va mikroorganizmlar boshqa organizmlar uchun zahar sifatida ta'sir qiluvchi oqsillarni sintezlaydi.

- Antitela yoki immunoglobulin oqsillari organizmda himoya vazifasini bajaradilar. Ular suyaklardagi ilikda sintezlanadi. Tashqaridan hayvon organizmiga viruslar va mikroorganizmlar tomonidan kasal tarqatuvchi antigen yuborilsa, ular antitelalar bilan bog'lanib, antigen faolligini yo'q qilib, organizmni har doim himoya qiladi.

- Genlarning faoliyat ko'rsatishida, ya'ni ekspressiyasida ham oqsillar bevosita ishtirok etadilar.

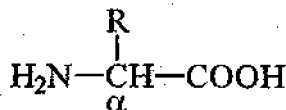
- Oziq-ovqat va ularning zahiralari sifatida oqsillar xizmat qiladi. Jumladan, g'alla o'simliklarining tarkibidagi prolamin va glyutilenlar, parranda tuxumlari tarkibida mavjud bo'lgan ovalbuminlar zahira oqsillaridir.

Oqsillar yuqoridagi vazifalari bilanгина chegaralanmaydilar ularning vazifalari keng qamrovlidir. Oqsillarning nihoyatda xilma-xil vazifa bajarishi, ular kimyoviy tuzilishining murakkab ekanligidan darak beradi.

O'simliklarning barcha a'zolarida ham oqsillar bo'ladi. U dukkakli o'simliklar urug'ida ko'p bo'lib, vegetativ a'zolarida 5-15 % gacha bo'ladi.

Oqsillar yuqori molekulyar kolloid birikma bo'lib, aminokislotalardan tashkil topgan. Protenogenli aminokislotalar oqsillarning strukturali bloklari yoki monomerleri sifatida L - qatoriga mansub  $\alpha$  - aminokislotalar hisoblanadi. Aminokislota karbon kislotalari bo'lib, undagi bitta uglerod tomi amina va karboksil guruhlarini tutuvchi birikmalardir.  $\text{NH}_2$  guruhi

hamma vaqt  $\alpha$  uglerod atomidan o'rin olib, umumiy formulasi quyidagicha:

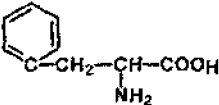
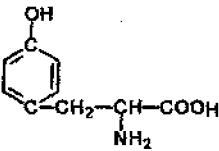
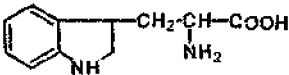


Bu formuladagi radikal o'rnida har xil funksional guruhlar uchraydi. Aminokislotalar shu funksional guruhlariga qarab bir-biridan farq qiladi. Hozirgi kunda 150 ga yaqin aminokislotalar aniqlanib, oqsillar tarkibida faqat ularning 20 xili uchraydi. Shuning uchun oqsil tarkibida uchraydigan aminokislotalarni protenogenlilar deyiladi. Aminokislotalarni qutblanishi va radikalari buyicha sinflarga ajratish mumkin.

### Protenogenli aminokislotalar

4 - jadval

Formulasi	Nomi	Qisqartirilgan belgisi
$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$	Glitsin	<i>Gli</i>
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Alanin	<i>Ala</i>
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Valin	<i>Val</i>
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Leysin	<i>Ley</i>
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	Izoleysin	<i>Ile</i>
$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$ $\quad \quad \quad  $ $\quad \quad \quad \text{NH}_2$	Asparagin kislota	<i>Asp</i>
$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Asparagin	<i>Asn</i>
$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$ $\quad \quad \quad \quad \quad  $ $\quad \quad \quad \quad \quad \text{NH}_2$	Glutamin kislota	<i>Glu</i>
$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Glutamin	<i>Gln</i>

$\text{OH}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	Serin	<i>Ser</i>
$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	Treonin	<i>Tre</i>
$\text{HS}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	Sistein	<i>Tsis</i>
$\text{H}_3\text{C}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	Metionin	<i>Met</i>
$\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{NH}}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	Argenin	<i>Arg</i>
$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_3-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	Lizin	<i>Liz</i>
$\begin{array}{c} \text{N} \\ \diagdown \\ \text{C} \\ \diagup \\ \text{CH} \\ \text{NH} \end{array} - \text{CH}_2 - \underset{\text{NH}_2}{\text{CH}} - \text{COOH}$	Gistedin	<i>Gis</i>
$\begin{array}{c} \text{HN} \\ \diagdown \\ \text{C} \\ \diagup \\ \text{H}_2\text{C} \\ \text{CH}_2 \end{array} - \text{CH} - \text{COOH}$	Prolin	<i>Pro</i>
	Fenilalanin	<i>Fen</i>
	Tirozin	<i>Tir</i>
	Triptofan	<i>Tri</i>

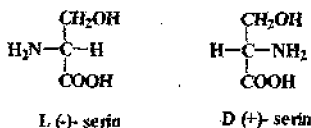
4-jadvalda oqsil tarkibida har doim bo'ladigan aminokislotalar keltirilgan, lekin, ayrim oqsillar tarkibida kam uchraydigan aminokislotalar (oksiptrolin,  $\gamma$ -karboksiglutamin kislota, gidroksilizin, 3,5- diyodtirozin va boshqalar) bo'lib, ular shu 20 proteinogenli aminokislotalarning hosilalaridir.

Aminokislotalar kimyoviy tuzilishiga ko'ra alifatik (ochiq zanjirli) atomatik (halqali) va geterosikliklarga ajraladi. Ular qo'shimcha funktsional guruhlar tutishiga qarab dikarbon, diamin aminokislotalar, ohalaminokislotalar, oltingugurt tutuvchi aminokislotalar va boshqa guruhlarga bo'linadi.

Aminokislotalar optik faollikka ega. Eng oddiy aminokislota glutimidan boshqa hamma aminokislotalar molekulasida assimetrik uglerod atomlari borligi uchun ularning suvli eritmasi qutblangan nur sathini o'ngga yoki chapga buradi. Oqsillar tarkibidagi barcha aminokislotalar L-qatorga mansubdir. Lekin, tirik tabiatda erkin holatda yoki kichik peptidlar tarkibida D - qatorga mansub aminokislotalar borligi aniqlangan. Tirik organizmlarning ajoyib xususiyatlaridan biri shuki, unda faqat L- qatorga mansub aminokislotalar sintezlanadi. Ularni kimyoviy yo'l bilan sintezlaganda L- va D- qatorga mansub ratsemik aralashma hosil bo'lib, ularni bir-biridan ajratish qiyin hisoblanadi. L- va D- qatorga ajratilgan aminokislotalar uzoq muddat saqlansa, qaytadan ratsemat aralashmalarga aylanadilar.

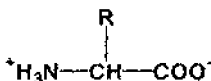
Oqsil tarkibidagi L-shakldagi ayrim aminokislotalar vaqt o'tishi bilan asta-sekin D -holatga o'tishi aniqlangan. Aminokislotalarning bunday xususiyatlari haroratga va aminokislota xiliga bog'liq. Oqsillardagi bu o'zgarishlar qazib olingan qadimiy suyaklarni, zarurat bo'lganda tirik organizmlarning ham yoshini aniqlashda qo'l keladi. Jumladan, dentindagi (tish tarkibi) oqsildagi L-asparagen kislota o'z-o'zidan har yilda 0,1% ga D-shaklga o'tadi. Yosh bolalarda dentin tarkibidagi aminokislota faqat L-shakldagi asparagen kislota iborat. Odamning yoshi o'tgan sari L-asparagen kislota D-holatga o'ta boshlaydi. Uning miqdoriga qarab tishning yoshini aniqlash mumkin.

Uglevodlarning optik izomerlarini aniqlashda glitserin aldegid molekulasining kimyoviy tuzilishidan foydalangan holda aminokislotalarning L- va D- qatorga mansubligi belgilanadi.

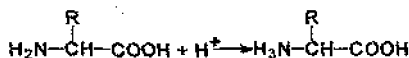


Ba'zi aminokislotalar (treonin, oksiprolin, izoleysin) tarkibida assimetrik uglerod atomi bo'lib, ular to'rtta izomer hosil qiladi. Aminokislotalar tarkibida kislotali karboksil (COOH) va ishqor xususiyatiga ega bo'lgan aminoguruhlarini (NH<sub>2</sub>) tutganliklari uchun ular amfoter elektrolitlardir. Suvli eritmalarda aminokislotalarning har ikkala

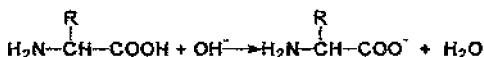
funksional guruhlari dissotsiyalanadi. Bunda karboksil guruhidan vodorod ioni (proton) ajraladi, amino guruhi esa uni büriktiradi. Bunday ko`rinishdagi aminokislotalar bipolyar ionlar deb ataladi



Kislotali muhitda yoki vodorod ionlari konsentratsiyasi yuqori bo`lganda aminokislotalarning karboksil guruhi kam dissotsiyalanadi. Natijada, ularning molekulası musbat zaryadga ega bo`lib, elektr maydonida kation sifatida harakat qiladi:



Ishqoriy sharoitda, ya'ni gidroksil ionlari konsentratsiyasi yuqori bo`lganda, aminokislotalarning amin guruhi oz miqdorda dissotsiyalanadi. Shuning uchun ularning molekulası manfiy zaryadga ega bo`lib, anion sifatida harakat qiladi.



Yuqorida ta'kidlangandek, aminokislotalar eritmaning pH ga qarab, kation, anion yoki neytral holatga ega bo`ladi. Shu asnoda aminokislotalar ishqoriy, kislotali va neytral holatida bo`lgan guruhlarğa ajraladi.

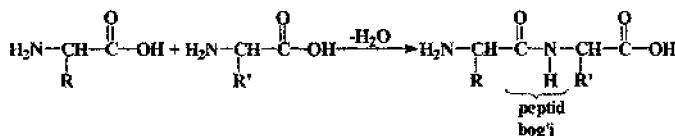
Radikalida karboksil guruhi bo`lgan aminokislotalar asparagin va glutaminlar kislotali guruhga mansub, molekula radikalida amino, guanidin va imidazol guruhlarini tutgan aminokislotalar lizin, arginin, gistidinlar ishqoriy hisoblanadi. Qolgan aminokislotalar neytral bo`lib, ularning radikallari na ishqoriy, na kislotali xususiyatga ega emas. Aminokislotalar neytral holatda, umumiy zaryadi nolga teng bo`lganda, izoelektrik nuqta deyiladi.

Biologik ahamiyatiga ko`ra aminokislotalar almashadigan, yarim almashadigan va almashmaydiganlarga bo`linadi. Almashadigan aminokislotalar inson organizmida yetarli miqdorda sintezlanadi. Bularga glitsin, alanin, serin, sistein, tirozin, asparagin kislota, glutamin kislota, asparagin va glutaminlar mansubdir. Yarim almashadigan aminokislotalar inson organizmida kam miqdorda sintezlanib, o`rni oziq-ovqat bilan ta'minlanadi. Bunday aminokislotalarga tirozin, arginin va gistidinlar kiradi. Almashmaydigan aminokislotalar inson organizmida mutlaqo sintezlanmaydi, deb qabul qilingan edi. Lekin oxirgi tekshirishlar shuni ko`rsatdiki, insonning yo`g'on ichak tarkibidagi mikroorganizmlar majmuasi ishtirokida almashmaydigan aminokislotalar sintezlanar ekan.

Mazkur sintezlanish oz miqdorda bo'lganligi uchun oziq-ovqatlar tarkibidagi aminokislotalar bilan qoplanishi zarur. Almashmaydigan aminokislotalarga valin, leytsin, izoleysin, trionin, lizin, metionin, fenilalanin va triptofanlar kiradi.

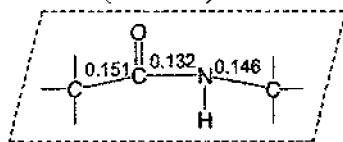
## 2.1. Oqsillar molekulasidagi kimyoviy bog'lar

Oqsillar molekulasida aminokislotalar peptid, disulfid, vodorod, ion va boshqa bog'lar orqali bog'lanadilar. Peptid bog'lari (-CO-NH-) mustahkam, kovalent bog'lar bo'lib, oqsillarning asosiy tayanch o'qi hisoblanadi. Bunday bog'lar bir aminokislotalaning karboksil guruhi ikkinchi aminokislotalaning amin guruhi bilan o'zaro reaksiyaga kirishishi natijasida hosil bo'ladi.



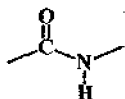
Oqsil tarkibidagi aminokislotalarni aminokislota qoldiqlari deyilib, ular o'zaro bir-birlari bilan peptid bog'lari orqali bog'lanadilar. Peptid bog'larining uzunligi 0,1325nm, mazkur raqamlar birlamchi C-N bog'i (0,146 nm) va ikkilamchi C=N bog'i (0,127 nm) o'rtasidagi o'rtacha ko'rsatkich sifatida qabul qilingan. Ya'ni, peptid bog'i birlamchi bog'dan qisqa ikkilamchi bog'dan esa qisman uzunroq. Uning bunday holati peptid bog'ining kimyoviy xususiyatlariga ta'sir qilar ekan. Peptid bog'lari qat'iy, mustahkam planarli strukturaga ega. Ya'ni, uning tarkibidagi atomlar bir tekislikda joylashgan.

● Peptid guruhidagi kislorod va vodorod atomlari peptid bog'iga (C-N) nisbatan trans holatida bo'ladi (2 - rasm).

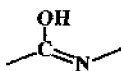


2 - rasm. Bog' uzunligi nm

● Peptid guruhlari ikki xil rezonans (keto- va -yenol) shaklida bo'lishi mumkin.

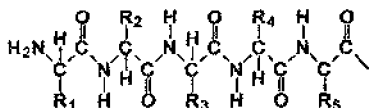


Keto - shakli



Yenol - shakli

Peptidlardagi bunday guruhlar polipeptid zanjirining strukturasi belgilaydi. Buni quyidagicha ko'rsatish mumkin:



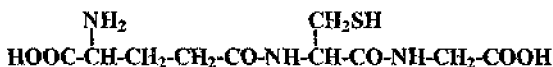
Polipeptid zanjiri bir xil qaytariladigan qismlar molekulaning asosiy o'qi hisoblanib, aminokislota qoldiqlarining o'zgaruvchi yonbosh qismlari esa ularning radikallaridir.

Peptidlar tarkibidagi aminokislota qoldig'ining soniga qarab, dipeptid, tripeptid, tetrapeptid deb ataladi. Odatda oqsil deb tarkibidagi aminokislotalar qoldig'i 50 dan oshgan polipeptidga aytiladi.

Har qanday peptidning bir tomonida erkin  $-\text{NH}_2$  guruh va ikkinchi tomonida esa  $-\text{COOH}$  guruh bo'ladi. Peptid bog'larini hosil qilishda karboksil guruhini yo'qotgan aminokislota il qo'shimchasi qo'shiladi, karboksil guruhi o'zgarmagan aminokislota nomi o'z holicha qoladi. Masalan, alanilglitsilserin va hokazo.

Organizmlarda peptidlar erkin holda uchraydi. Ular moddalar almashinuvi jarayonida muhim ahamiyat kasb etadi. Masalan, gormonlar, kuchli zaharlar (ilon, jabalar) hasharot, ayrim zamburug'lar, mikroblar tarkibidagi aminokislota qoldiqlari va kuchli antibiotiklar peptidlardan iborat. Ular rilizing omili bo'lib, gormonlarning sintezi va ajralishida, hujayra bo'linishida membranalardan ionlarni tashilishida, insonning ruhiy holatini va xotirasini belgilashda ishtirok etadi.

Peptidlardan biri glyutation organizmlarda uchrab, uchta aminokislota: glyutamin kislota, sistein va glitsinning qoldiqlaridan hosil bo'lgan tripeptididir.

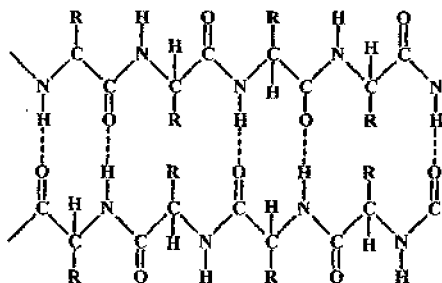


Glyutation ko'pchilik o'simliklarda, ayniqsa bug'doy donida va achitqi zamburug'larda uchrab, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida ishtirok etadi.

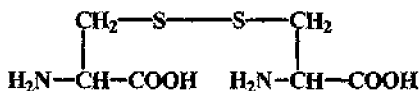
Oqsil molekularining ayrim qismlari peptid zanjirlarining bir-biri bilan bog'lanishidan hosil bo'ladi. Vodorod bog'lar peptid bog'lariga nisbatan energiyasi oz, kuchsiz lekin soni juda ko'p bo'lganligi uchun oqsil molekulasi fazoviy strukturasi hosil qilishda muhim rol o'ynaydi. Vodorod bog'lari O, N, C kabi elektromanfiy atomlarga ega bo'lgan molekula va birikmalarda hosil bo'ladi.



**Oqsillar molekulasidagi vodorod bog'lar polipeptid zanjiri ichidagi -NH- va -CO- guruhlar o'rtasida hosil bo'ladi.**



Oqsil molekulasida peptid va vodorod bog'laridan tashqari yana qo'shimcha kovalent bog'lari ham uchraydi. Sistein aminokislotalari disulfid bog'lar tufayli oqsil molekulasining ma'lum qismida disulfid ko'priklari hosil bo'ladi.



Shunday disulfid bog'lar insulin molekulasida, ribonukleaza fermentida uchraydi. Disulfid bog'lar sulfidril (S-H) guruhlardagi vodorod atomining ajralib chiqishidan hosil bo'ladi.

Disulfid bog'lar oqsil molekulasini mustahkam fazoviy konfiguratsiyasini hosil qilishida ishtirok etadi. Peptid va polipeptid molekulasini shakllanishida yuqorida aytilgan asosiy kimyoviy bog'lardan tashqari yana ion va van-der-vals bog'lari ham ishtirok etadi.

## 2.2. Oqsillar strukturasi

Oqsillar molekulasi yirik bo'lganligi uchun ularning struktura tuzilishi ham ancha murakkab hisoblanadi. Ularning makromolekulyar konfiguratsiyasini aniqlashda nisbiy tavsif bo'lmish birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi va to'rtlamchi struktura atamaları mavjud.

### Oqsillarning birlamchi strukturasi

Polipeptid zanjiridagi aminokislotalarning ketma-ket joylanish tartibi, ularning birlamchi strukturasi belgilaydi. Oqsilning birlamchi strukturasi aniq bo'lsa, uning to'liq molekulasini yozish mumkin. Xuddi shu usulda kichik peptidlarni laboratoriya sharoitida sintezlash mumkin. Biologiya tarixida birinchi marta insulin gormoni oqsilini birlamchi

strukturasi aniqlanganidan so'ng, 1953 yilda uni ingliz olimi Senger laboratoriya sharoitida sintezlagan.

Oqsillarning birlamchi strukturalari ajoyib, unikal bo'lib, ular irsiy asosda belgilanadi. Hozirgi kunda 1000 dan ortiq oqsillar, jumladan, inson tanasidagi ba'zi polipeptidlarning birlamchi strukturalari aniqlangan. Misol uchun, odamdagi mioglobini (153 ta aminokislota qoldig'i), oshqozon osti bezi gormonining (51 ta aminokislota qoldig'i) aminokislota qatori aniqlangan.

Bir qator anomal oqsillarning birlamchi strukturasi o'rganish ba'zi og'ir irsiy kasalliklar tabiatini o'rganishga imkon beradi. Jumladan, normal gemoglobin (574 ta aminokislota qoldig'idan tuzilgan). Oqsilning Pro-Glu-Glu-Liz tartibida joylashgan aminokislotalari Pro-Val-Glu-Liz tarzida o'zgarishi irsiy kasallik hisoblangan o'roqsimon kamqonlikni keltirib chiqaradi. Xulosa qilib aytganda, oqsil molekulasidagi bir necha yuz aminokislotalardan faqat bittasining o'rni almashib qolsa, inson og'ir kasalliklarga duchor bo'lishi mumkin.

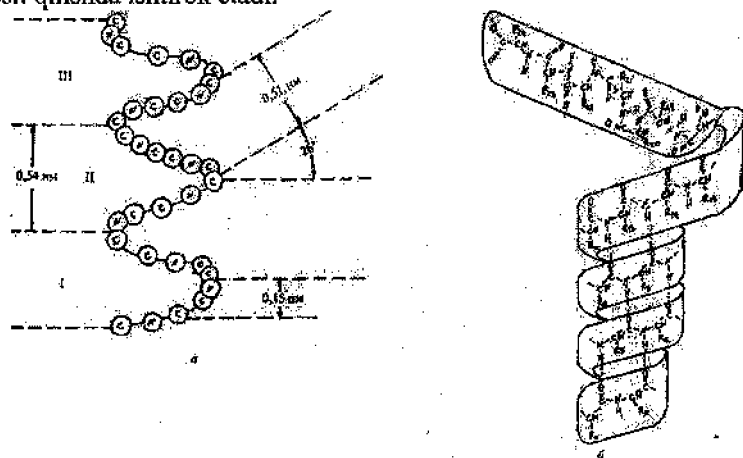
Demak, oqsillarning birlamchi strukturalari orqali organizmning genetik xususiyatlari ham namoyon bo'ladi.

### Oqsillarning ikkilamchi strukturasi

Mazkur struktura deyilganda, polipeptid zanjirining spiralsimon yoki boshqa birona konformatsiyaga o'tishi tushuniladi. Ammo polipeptid zanjirining barcha qismlari bir xilda spirallangan bo'lmay, ayrim qismi to'g'ri bo'lib, peptid zanjiri bir tekislikda yotishi mumkin. Oqsilning bunday konfiguratsiyasi uning birlamchi strukturasiidan kelib chiqadi va undagi kovalent, disulfid va qo'shimcha kuchsiz vodorod bog'lari bilan mustahkamlanadi. Ikkilamchi strukturali oqsillarda karbonil (CO-) imin (-NH) guruhlari o'rtasidagi hosil bo'ladigan vodorod bog'lari tufayli  $\alpha$ -spiral va  $\beta$ -qatlamli strukturalar shakllanadi.

Polipeptid zanjir  $\alpha$ -spiral va  $\beta$ -struktura ko'rinishida bo'lishini va ularning o'lchamlarini o'tgan asrning 50-yillarida rentgenstruktura analizi usuli yordamida amerikalik olimlar L.Poling va K.Korilar tomonidan aniqlangan. 3--rasmda  $\alpha$ -spiral ko'rinishining asosiy o'lchamlari keltiriladi. Polipeptid zanjirning  $\alpha$ -spiralini xuddi davriy ravishda temirga o'yilgan vint o'ramiga o'xshatish mumkin. Polipeptid zanjirning  $\alpha$ -spirallashtirishida har bir aylanma o'ramiga 3,6 ta aminokislota qoldig'i to'g'ri keladi. Spiral qismining to'liq davriy takrorlanishi 18 ta aminokislota qoldig'idan keyin ro'y beradi. Ularning uzunligi 0,54 nm va 2,7 nm dan iborat. Unda har bir aminokislota qoldig'iga to'g'ri keladigan masofa 0,15 nm ga teng.

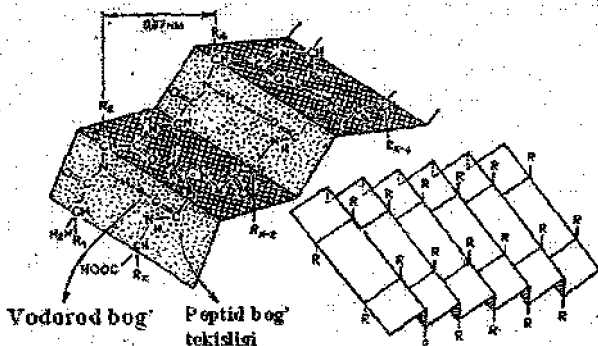
Oqsil zanjiridagi aminokislotalar qoldig'idagi peptid guruhlari o'rtasida  $\alpha$  - spiral konfiguratsiyasini shakllantirishda vodorod bog'lari ishtirok etadi. Vodorod bog'lari labil, kuchsiz, lekin ularning bir qanchasi birlashsa ma'lum energetik samaradorlikka ega bo'ladi va  $\alpha$ -spiralni mustahkamlaydi. Aminokislota qoldiqlaridagi radikallar  $\alpha$ -spiral konfiguratsiyasini mustahkamlashda ishtirok etmaydi. Tabiiy oqsillar tarkibida o'ngga buralgan  $\alpha$  - spiral strukturalar uchraydi.  $\alpha$ -Spiral hosil qilish jarayonida vodorod bog'larining yonboshidagi aminokislotalar birlari bilan gidrofof yoki gidrofil majmuaga ega bo'lgan kompaktili saytlarni hosil qiladilar. Bunday saytlar oqsil makromolekularini uch o'lchamli konformatsiyasini va  $\alpha$ -spiral taxlamining fazoviy strukturasi hosil qilishda ishtirok etadi.



3 - rasm

Oqsil molekulasida  $\alpha$  - spirallanish darajasi har xil. Masalan, mioglobinda -70%, ribonukleazada -50%, pepsinda -28%, ximotripsinda  $\alpha$  - spirallanish umuman kuzatilmaydi

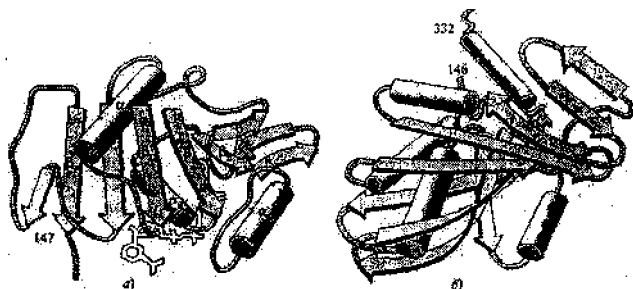
Oqsil molekulalaridan  $\beta$ -struktura, odatda, polipeptid zanjirlar yonma-yon kelganda hosil bo'ladi. Bunda vodorod bog'lar parallel yoki antiparallel holda zanjirning peptid bog'lari o'rtasida hosil bo'ladi. Natijada polipeptid zanjirlar davriy ravishda takrorlanib, qatlam-qatlam bo'lib joylashadi.  $\beta$ -strukturali polipeptid zanjiri uzun spirallanmagan bo'lib, zigzagsimon shaklga ega. Fibrillar oqsillar masalan, ipak fibrioni, soch keratini, teri va paylardagi kollogen  $\beta$ -strukturaga ega bo'ladi.



4 - rasm. Peptid zanjirining  $\beta$  - strukturasi

### Domenlar

Domenlar ikkilamchi strukturaning yanada murakkablashgani bo'lib, oqsillarning alohida, avtonom globulyarli funksional qismlari hisoblanadi. Ular o'zaro bir-birlari bilan qisqa, polipeptid zanjirlarining aylanuvchi, oshiq-moshiq (sharner)li qismlari bilan bog'lanadilar. Misol uchun, ximotripsin oqsilida ikkita domen bo'lib, ular silindr shaklida,  $\beta$  - strukturadan tashkil topgan 6 ta antiparallel zanjirdan iborat. Bitta domen oxiri N - tomon bo'lib, 139 aminokislota, ikkinchi domening oxiri C - bilan tamomlanib, tarkibida 115 aminokislota qoldiqlaridan iborat.



5 - rasm. Qisqichbaqa mushaklaridagi domenlar  
a)  $\text{NAD}^+$  - bog'lovchi domen; b) katalitik domen

Ayrim oqsillarda, jumladan immunoglobulin yoki serinli proteinazalarda bir necha strukturali domenlar birlamchi strukturalari

hga bir-biriga o'xshash bo'ladi. Bu esa ularning sintezlovchi olining dublikatsiya mexanizmidan darak beradi. Gemoglobin olinagi domenlar esa bir-birlariga o'xshamaydi. Oqsillardagi olinlarning tuzilishi bo'yicha  $\alpha$  - spiral va  $\beta$  - qatlamli guruhlarga bo'ladi.

Hujayra membranasi retseptorlarida tashqi va ichki domenlari bo'lib, olin kasalini tarqatuvchi difteriya toksini domenlaridan biri retseptor olini bilan bog'lanadi. Toksin oqsilidagi ikkinchi domen esa hujayraga olin olib kiradi.

### Oqsilning uchlamchi strukturasi

Oqsillarning uchlamchi strukturasi deyilganda, polipeptid zanjirning muayyan fazoda ixcham, yig'iq joylashish konformatsiyasi tushuniladi. Oqsillar molekulasining hajmiy shaklini, ya'ni ularning fazoviy konfiguratsiyasini belgilovchi uch o'lchamli (bo'yi, eni, balandligi) strukturalar, ularning uchlamchi strukturasi belgilaydi.

Oqsillarning biologik faolligi polipeptid zanjirining fazoviy strukturasi bog'liq bo'lib, bunday struktura ularning nativ holati deyiladi. Oqsillar uchlamchi strukturasi mustahkamlashda polipeptid zanjirining yonida joylashgan aminokislota qoldiqlarining radikallari o'rtasida hosil bo'ladigan kimyoviy bog'lar asosiy rolni o'ynaydi. Bunday bog'lar ikki xil bo'lib, stabil va labil turlariga bo'linadi. Mustahkam, stabil bog'larga disulfid ko'prigi kirib, bular hal qiluvchi rol o'ynaydi. Lekin polipeptid zanjir qismlarining bir-biriga yaqinlashishi bilan kelib chiqadigan radikallararo labil (ion, vodorod va boshqa) bog'larning ahamiyati ham muhimdir. Demak, bunday kuchlar gidrofob va gidrofil guruhlarning o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'ladi.

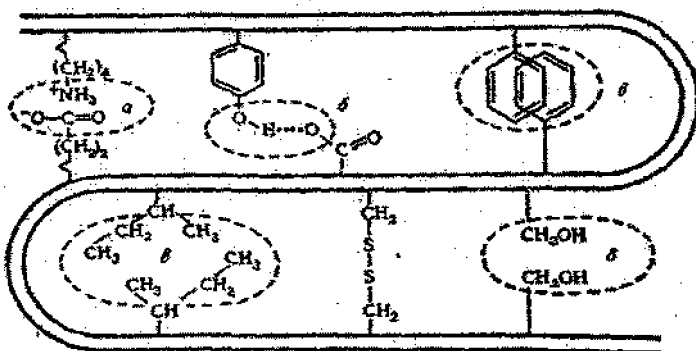
Aminokislota qoldiqlaridagi uglevodorod radikallari qutblanmagan yoki van-der-vals bog'lari globulyar oqsilning ichki qismida gidrofob yadroni (yog' tomchilari) shakllantiradi, ya'ni uglevodorod radikallari suv molekulalari bilan bog'lanishdan chetlashadi. Gidrofil radikallar esa tashqarida bo'ladi.

Demak, oqsil molekulasida qutblanmagan aminokislotalar soni ko'p bo'lsa, ular o'rtasidagi van-der-vals bog'lari, uchlamchi strukturani shakllantirishda ishtirok etadi.

Uchlamchi strukturasi  
6 -rasm. Oqsillarning uchlamchi strukturasi



6 -rasm. Oqsillarning uchlamchi strukturasi



7-rasm. Polipeptid zanjiridagi aminokislotalar radikalari o`rtasidagi bog`lanish turlari

- elektrostatik bog`lanish;
- vodorod bog`lanish;
- gidrofobli guruhlarning o`zaro ta`siri;
- disulfid bog`lanish

Oqsillardagi birlamchi struktura qanday genetik ahamiyat kasb etsa, uning uchlamchi strukturasi ham shunday biologik ahamiyatga ega. Uchlamchi strukturaning fazodagi aniq joylanishi uning faolligini belgilaydi. Oqsillardagi uchlamchi strukturani buzuvchi turli xil tashqi ta`sirlar ularning strukturasi o`zgartirib, biologik faolligini yo`qotadi.

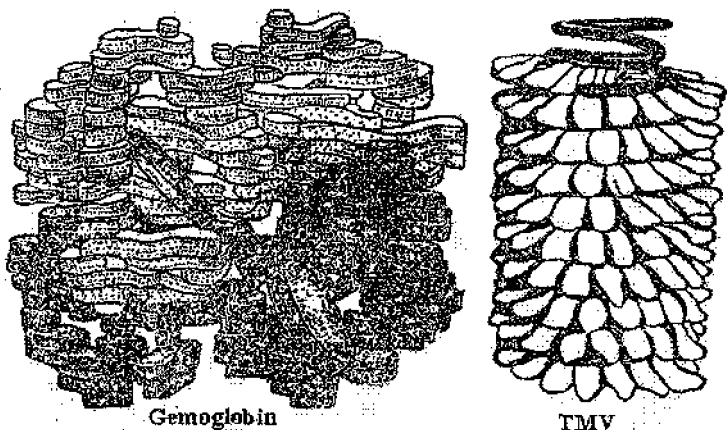
### Oqsillarning to`rtlamchi strukturasi

Oqsillarning molekulyar massasi 100 kDa dan (Dalton (Da)-massa birligi bo`lib, vodorodning atom massasiga teng) ortiq bo`lsa, u bir necha (molekulyar massasi kichik bo`lgan) polipeptid zanjirlaridan iborat bo`ladi. Undagi har bir polipeptid zanjir protomer (kichik birlik) molekulaning o`zi

multimer yoki epimolekula deb ataladi. Shunday kichik birliklardan tashkil topgan oqsil molekularining fazoviy konfiguratsiyasi uning o'rtlamchi strukturasi deyiladi. To'rtlamchi strukturani tashkil qilishda qatnashayotgan protomer (subbirliklar) alohida bo'lganida biologik faolligi oshiriladi.

To'rtlamchi strukturali oqsil molekulasini mustahkam, stabil holatga oltirishda qutblangan aminokislota qoldiqlarining radikallari o'rtasidagi hosil bo'lgan kuchlar ishtirok etadi. Ular subbirliklarning ustki qismida joylashgan, protomerlarni kompleks holda mustahkam ushlab turadi. Subbirliklarni bir-birlari bilan bog'lanadigan qismlarini kontaktli maydonchalar deyiladi.

To'rtlamchi strukturasi o'rganilgan oqsillardan gemoglobin, immunoglobulin, tamaki mozaikasi virusining oqsili va boshqalar. Gemoglobin molekulasi to'rtta kichik birlikdan tashkil topgan. Ularni har birining molekulyar massasi 17000. To'rtta polipeptid zanjirning har bir kiritasi  $\alpha$  - juft zanjir 141 ta, ikkinchi  $\beta$  -juft zanjirlarida 146 ta aminokislotalar qoldig'i joylashgan. Bu kichik birliklarning uchlamchi strukturalari xuddi mioglobinning tuzilishiga o'xshaydi. Gemoglobin molekulasidagi kichik birliklar shunday joylashganki, go'yo ular muhtazam tarzda tetraedr burchaklarida turgandek ko'rinadi. Shuning uchun tashqaridan qaraganda, molekula xuddi yumaloq sharga o'xshaydi.



8 - rasm. Oqsillarning to'rtlamchi strukturasi

Tamaki mozaikasi virusining oqsili (M-4000000) nukleoprotein bo'lib, unda ribonuklein kislota 6 %ga to'g'ri keladi. Oqsil qismi 2130 ta

kichik subbirlikdan tashkil topgan (har birining molekulyar massasi 8000 ga teng). Virus molekulasining markazida spiral ko`rinishda nuklein kislota joylashgan bo`lib, uning atrofini oqsilli kichik birliklar o`rab turadi. Spiralning har bir o`ramiga 16 tadan protomer to`g`ri keladi.

Oqsillarning to`rtlamchi strukturasi shakllantirishda, ion, vodorod va gidrofob bog`lar ishtirok etadi. Mazkur strukturada kovalent bog`lar (disulfid bog`) kam qatnashadi. Ion bog`lanishda ko`proq metil ionlari qatnashadi.

To`rtlamchi strukturali oqsillarni oligomerli polipeptidlar deyiladi. Oqsillar gomomer va geteromerlilarga bo`linadi. Gomomerli oqsillardagi subbirliklarning strukturasi bir xil bo`lib, bularga katalaza oqsili misol bo`ladi. U qiymati bir xil 4 ta protomerdan tuzilgan. Geteromerli oqsillarning subbirliklari tuzilishi bo`yicha bir-birlaridan farq qilib, ular yana har xil vazifalarni bajaradilar. Oqsillarning to`rtlamchi strukturalilari biror biologik vazifani bajarish jarayonida dinamik holatda bo`ladilar. Jumladan, gemoglobin molekulasida kislorodni biriktirib olishda muayyan darajada siqilib, uni uzatishda esa kengayadi.

### 2.3. Oqsillarning fizik-kimyoviy xossalari

Oqsillarning fizik-kimyoviy xossalari ular tarkibidagi aminokislota qoldiqlarining radikallariga bog`liq. Oqsillar kimyoviy, fizikaviy va biologik xossalari bo`yicha bir-birlaridan farqlanadilar.

Oqsillarning muhim fizik xossalaridan biri ularning optik jihatdan faol bo`lishidir. Ular qutblangan nur sathini chap yoki o`ngga og`dira oladi. Shuningdek, ular yorug`lik nurini sindirish, tarqatish, ultrabinafsha nurlarni yutish xususiyatiga ega. Oqsillarning bu xossalaridan ularning miqdorini, molekulyar massasini aniqlashda foydalaniladi.

Oqsillar oq kristall (rangli oqsillar ham bor-gemoglobin ) modda bo`lib, molekulyar massasi 6000 dan bir necha yuz daltongacha boradi. Oqsillar katta makromolekulyar bo`lganligi uchun suvda kolloid eritmalar hosil qiladi. Ular suvda eriganda molekulasida ma`lum zaryadga ega bo`lganligi uchun suvning qutbli molekulari bilan o`zaro munosabatda bo`ladi. Bunda oqsil molekulasida suv pardasi (dipol) bilan o`raladi.

Oqsillarning eruvchanligi ularning tarkibidagi aminokislotalarga va eritmalariga bog`liq. Misol uchun, albuminlar suvda va kuchsiz tuzli eritmalarda eriydi. Kallogen va karatinlar ko`pchilik eritmalarda erimaydi. Eritmalarda oqsillarning stabil, turg`un holatda bo`lishi undagi zaryadlarga va gidratli qobiqlarga bog`liq. Eritmaning pH muhiti oqsilning zaryadiga bu esa o`z navbatida eruvchanligiga bevosita ta`sir qiladi.



Gidrofil kolloidlarning eng muhim xususiyatlaridan biri gel hosil qilishidir. Bunda kolloid zarrachalari bir-biri bilan yopishib, g'ovaksimon struktura hosil qiladi. Mazkur bo'shliqlar g'ovaklar hisobiga suv biriktirib, ular turli darajada bo'kishi mumkin. Ularning bunday xossalari biologik vazifalarni bajarishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Oqsillar o'z sathlarida kichik molekullari organik birikmalarni va anorganik ionlarni adsorblash xususiyatiga ega. Bu ularning transportii vazifani bajarishida qo'l keladi.

Oqsillarning kimyoviy xossalari rang-barangdir, chunki aminokislota radikallarida (-NH<sub>2</sub>, -COOH, -OH, -SH va boshqalar) turli xil funksional guruhlar mavjuddir. Polipeptid zanjirida erkin karboksil, erkin amino guruhlari kislotali va asosli xususiyat beruvchi radikallar bo'lganligi uchun ular amfoter xossaga ega.



Agar  $n > m$  bo'lsa, oqsil zarrachasining yig'indi zaryadi manfiy,  $n < m$  holatda musbat,  $n = m$  bo'lganda oqsil molekulasini eritmada elektroneytral bo'ladi. Bir vaqtda ham manfiy, ham musbat zaryad tutgan bunday ion anfiion yoki svitterion deb ataladi. Oqsil molekulasining zaryadi 0 ga teng bo'lgan holatni uning izoelektrik muhiti deyiladi. Oqsil izoelektrik holatda bo'lgan eritmaning pH ko'rsatkichi shu oqsilning izoelektrik nuqtasi deb ataladi. Ular bu holatda beqaror bo'lib, turli ta'sir natijasida cho'kmaga oson tushadi.

Oqsillarning neytral tuzlar (NaCl, KCl, MgSO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ta'sirida cho'kishi tuzlanish hodisasi deyiladi. Tuzlanish orqali cho'ktirish usuli oqsillarni turli moddalar aralashmalaridan ajratib olishda qo'llaniladi.

### Oqsillar denaturatsiyasi

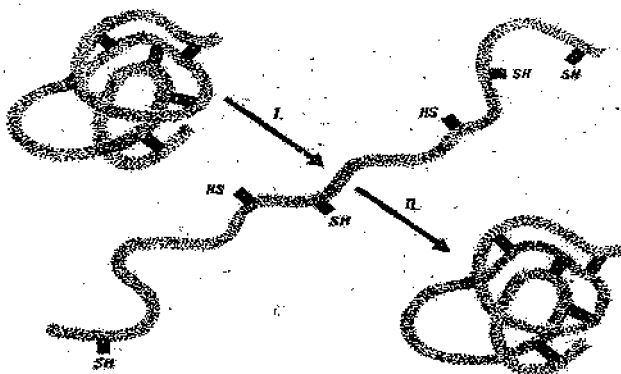
Oqsillar turli fizik-kimyoviy agentlar ta'sirida fazoviy konformatsiyasi o'zgarib, tabiiy, nativ holati buzilib, biologik vazifalari keskin o'zgarsa, bu hodisa oqsillarning denaturatsiyasi deb ataladi. Oqsillarning denaturatsiyasi va degradatsiya xususiyatlarini bir-biridan ajratish lozim. Oqsillar degradatsiyaga uchraganda birlamchi strukturasi buzilib, makromolekulaning turli xil bo'laklari, fragmentlari hosil bo'ladi. Polipeptid zanjirida denaturatsiya bo'lganida fragmentlarga bo'linmaydi. Lekin, disulfid ko'priklari, vodorod, gidrofob va elektrostatik bog'lar

uzilishi mumkin. Natijada oqsillarning to'rtlamchi strukturalari (agar bo'lsa) o'zgarib, uchlamchi va ikkilamchi strukturalari kamroq shikastlanishi mumkin.

Denaturatsiyaga sababchi bo'lgan agentlar odatda ikki xil: kimyoviy va fizikaviy bo'lishi mumkin. Harorat, jumladan muzlatish yoki issiqlik, bosim, ultratovush ta'siri, nurlanish va boshqalar fizikaviy agentlardir. Ikkinchi xil agentlarga-organik eritmalar (atseton, xloroform, spirt) kiradi. Laboratoriya amaliyotida denaturatsiya omili sifatida siydikchil (mochevina) yoki guaninxlorid bo'lib, ular vodorod va gidrofob bog'larini uzib, to'rtlamchi strukturali oqsillarni uchlamchiga aylantirishlari mumkin. Oqsillar denaturatsiyasini 50-60<sup>0</sup> C dagi harorat uchlamchi strukturaga aylantiradi.

Oqsil denaturatsiyasi qaytalama ham bo'lishi mumkin. Bunday holat denaturatsiya ta'sir kuchi yengil bo'lganida sodir bo'ladi. Denaturatsiyaga uchragan oqsil ferment bo'lsa, u ma'lum vaqtdan so'ng yana biologik faollikka ega bo'lib qolishi mumkin. Oqsillarning qaytadan nativ holatga kelishi renaturatsiya deb ataladi. Bu jarayon 9-rasmda chizma ravishda ko'rsatilgan.

Oqsillarning renaturatsiyasi organizmda katta biologik ahamiyat kasb etishi mumkin. Masalan, xaddan tashqari issiq sharoitda ayrim o'simliklar so'lib, egilib qoladi, suv berilsa yoki salqin tushishi bilan ular o'z holatiga qaytadi. Shunday noqulay sharoitda oqsillar denaturatsiyaga uchrab, tashqi muhitga moslashadilar.



9-rasm. Oqsil denaturatsiyasi I-nativ oqsil, II-denaturlangan oqsil.

## 2.4. Oqsillarning sinflarga bo'linishi

Barcha oqsillar sodda va murakkab tuzilishiga qarab ikki katta guruhga: oddiy oqsillar, bular bir komponentli bo'lib, ular gidroliz qilinganda faqat aminokislotalar hosil bo'ladi. Ikkinchisi esa murakkab oqsillar bo'lib, tarkibida aminokislota va qo'shimcha guruhlar bo'ladi. Qo'shimcha modda prostetik guruhlardan iborat bo'lib, ular lipid, uglevod, aminokislotalar bo'lishi mumkin. Murakkab oqsillarni prostetik guruhiga qarab lipoprotein, glikoprotein, xromoprotein va nukleoproteinlar deb ataladi.

### Oddiy oqsillar

Oddiy oqsillar turli xil erituvchilarda erish xususiyatiga qarab bir-biridan farq qiladi.

**Albuminlar**-hayvon va o'simlik to'qimalarining tarkibida bo'ladi. Qon tarkibidagi albumin 575 aminokislota qoldig'idan iborat bo'lib, mazkur oqsilda asparagin va glutamin aminokislotalarining miqdori ko'p. Uning molekulyar massasi 69 kDa. Bu globulyar oqsil qon plazmasining muhim tarkibi bo'lib, transport va ozuqa sifatida xizmat qiladi. To'qimalardagi umumiy oqsillarning 50% ni albuminlar tashkil qiladi. O'simlik tanasi albuminlarga juda boy, jumladan, soya o'simligida ikki xil albumin mavjud bo'lib, ularning sedimentatsiya konstantasi 2s va 7s, tarkibida metionin, triptofanlar miqdori yuqori. Bu guruhga kiruvchi oqsillar suvda va tuzlarning kuchsiz eritmasida yaxshi eriydi.

**Globulinlar** -qon tarkibida  $\alpha$ ,  $\beta$  - va  $\gamma$  - fraktsiyalaridan iborat bo'lib, har qaysi fraktsiya geterogen holatida bir necha oqsillardan iborat. Qon tarkibidagi globulinlar suvda deyarli erimaydi, molekulyar massasi 150 kDa.

O'simlik globulinlari ham geterogen bo'lib, 11s va 7s sedimentatsiya ikkita konstantali fraktsiyadan iborat. 11s-globulinlar asosan glitsinin oqsilidan iborat, u soya o'simligidan ajratib olingan, molekulyar massasi 300-400 kDa. Tarkibida arginin, asparagin va glyutaminlar miqdori ko'p bo'ladi. Moyli o'simliklar donining moyi ajratib olingandan keyin qoladigan kunjarada ko'p miqdorda oqsil bo'lib, ular ham globulinlarga kiradi.

**Gistonlar** - yadroviiy oqsillar bo'lib, genlarning ekspressiyasida ishtirok etadi. Ularning molekulyar massasi 11-22 kDa atrofida bo'lib, tarkibida lizin va arginin aminokislotalar miqdori ko'p bo'lganligi uchun ishqoriy xarakterga ega.

**Protaminlar** - musbat zaryadli, yadroviy oqsillar bo'lib, molekulyar massasi 10-12 kDa. Ular ham gistonlarga o'xshab genlarning faoliyatida ishtirok etadi. Tarkibidagi aminokislotalarning 80% i ishqoriy xususiyatga ega bo'lganligi uchun ular ion bog'lari orqali nuklein kislotalar bilan boglanadi. Bular asosan hayvonlar organizmida uchraydi, ayniqsa baliqlarda ko'p bo'ladi.

### **Murakkab oqsillar**

Ular oqsil bo'lmagan komponentlari orqali sinflarga bo'linadilar.

**Lipoproteinlar.** Bular oqsillar bilan lipidlarning birikishidan hosil bo'lgan murakkab birikmalardir. Bunday makromolekulalar asosan ko'p miqdorda mitoxondriyalarda, endoplazmatik retikulumda, qon zardobida va sut tarkibida uchraydi. Lipoproteinlarning molekulyar massasi katta bo'lib, million daltonga boradi. Ulardagi oqsillarning gidrofilli, yog' qismining gidrofob xususiyatlari hujayra membranasiga selektiv tanlash usuli orqali ion va moddalarni o'tkazish faoliyatini ta'minlaydi.

**Glikoproteinlar.** Ular uglevod bilan oqsillardan tashkil topgan birikmalardir. Glikoproteinlar strukturali oqsillar, fermentlar membranalaridagi retseptorlarning asosini tashkil qiladi. Ayrim hayvonlar tana qismining qobig'ini tashkil qiluvchi kutikula (qisqichbaqa, qo'ng'izlar) ham glikoproteintlardan iborat. Ulardagi uglevod komponenti glikoproteinlarning 1-30%gacha massasini tashkil qiladi. Polipeptid zanjirida bir nechta bir qatorli va shoxlangan uglevodlar uchraydi. Uglevodlar asosan glyukoza, mannoza, galaktoza, N-atsetilgalaktozamin, N-atsetilglyukozaminlardan tashkil topgan.

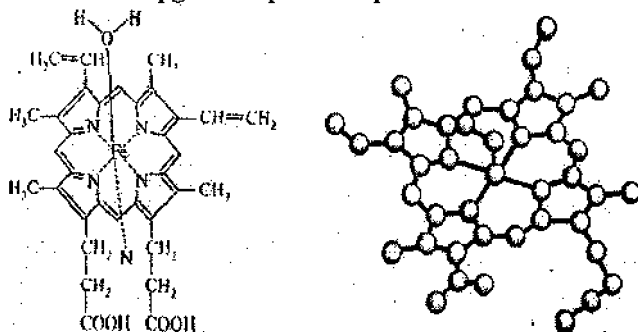
**Fosfoproteinlar.** Bunday murakkab oqsillar tarkibida serin va trioninlardagi gidroksil orqali bog'langan fosfor kislotalari uchraydi. Fosfoproteinlarga ozuqa oqsillari sifatida xizmat qiladigan proteinlar kazein sutda, tuxumda ko'p bo'ladi. Fosfoproteinlar yosh o'sayotgan organizm uchun aminokislotalardan tashqari, fosfat kislota manbai sifatida ham xizmat qiladi. Fosfoproteinlarning vakillari bo'lmish kazein, ovalbumin va vitellinlar yaxshi o'rganilgan. Kazein sutda ko'p bo'lib, uning 3 xil shakli ( $\alpha$ ,  $\beta$  va  $\gamma$ -kazein) aniqlangan. Ularda fosforning miqdori turlicha bo'lib, sigir suti kazeini uchun 0,96, 0,52, 0,1% atrofida bo'ladi. Ulardagi aminokislota tarkibi ham bir biridan ma'lum darajada farq qiladi.

**Xromoproteinlar** oddiy oqsil va rangli komponentlardan tashkil topgan murakkab oqsillardir (chromos-yunoncha "bo'yoq" degan ma'noni bildiradi). Bunday oqsillar tarkibiga har xil prostetik guruhlar, jumladan, porfirin, karotin, izoalloksazin hosilalari va boshqalar kiradi.

Prostetik guruhining xarakteriga qarab, xromoproteinlar protein, flavoprotein, magniy-porfirinli oqsillarga bo'linadi. Oqsil-proteinlar fotosintez jarayonida, to'qimalarning nafas olishida, oqsil-transport - qaytarilish jarayonlarida, yorug'lik va rangni sezishda faol ishtirok etadi.

Gemoproteinlar ichida yaxshi o'rganilgani va muhim ahamiyatga ega bo'lgani qizil qon tanachalari (eritrotsitlar) tarkibida uchraydigan oqsil-gemoglobindir. Gemoglobinning prostetik guruh sifatida protoporfirinning tetrapirrol -gemini tutadi.

Gemoglobinning 4 ta gem yadrosi va 2 juft polipeptid zanjiridan iborat bo'lgan oqsildan tashkil topib, yana vinil va propion kislotalari, metil guruhlaridan tashkil topgan tetropirol halqasidan iborat.



10-rasm. Gemning tuzilishi.  
Tetrometil, divinil, dipropion, profin

Gem gemoproteinlarning prostetik guruhi bo'lib, o'pka alveolalaridan to'qimalarga kislorod tashishda ishtirok etadi. 1 g gemoglobinning eritmada normal sharoitda 1,36 ml kislorod bilan birikadi. Uning prostetik guruhi yoki oqsil qismi biror kimyoviy o'zgarishga uchrasa, bu xususiyat yo'qoladi. Gemoglobinning CO va boshqa gazlar bilan oson birikadi. Agar xonada o'tin-ko'mirlarning chala yonishidan CO ko'payib ketsa, gemoglobindagi temir atomi bilan kislorod emas, CO gazi birikishi natijasida uning kislorod tashish vazifasi buzilib, shu xonadagi odam is gazi bilan zaharlanishi mumkin.

Gemoglobinning to'rtta oqsilli subbirlikdan tashkil topib, har biri bittadan gem tutadi. Oqsil tarkibidagi "birinchi" subbirlikka kislorod bog'lanishi bilan molekuladagi ionning tutgan o'rni biroz o'zgaradi. Temir ionining harakati subbirlik tarkibidagi aminokislotalardan tashkil topgan zanjir holatini o'zgartirib, uchlanchi strukturali oqsil oz bo'lsa ham

transformatsiyaga uchraydi. Kislorod bilan bog'lanmagan navbatdagi subbirliliklar, kislorod bilan bog'langan "qo'shni" subbirlilik ta'sirida o'z holatini o'zgartirib kislorod bilan bog'lanadi.

Shunday qilib, birinchi subbirlilik kislorod bilan bog'langandan so'ng, keyingi subbirliliklar tez va osonlikcha kislorod bilan bog'lanadilar. Demak, subbirliliklar bir-birlariga "yordam" beradi. Gemoglobin uchun uchlanchi va to'rtlamchi strukturalarning ahamiyati kislorod atomini bog'lashda zarur omildir.

### Misli qon

Tinch okeandagi Peru mamlakatiga yaqin sovuq suv oqimlarida boshoyoqli kalmar (*Dosidicus gigas*) degan molyuskalar yashaydi. Uning sigaraga o'xshash tanasi va paypaslagichlari (shupalsa) bilan uzunligi 3,5 m, massasi esa 150 kg dan ortiq bo'ladi. Uning baquvvat mushaklari suvni shunday kuch bilan otadiki, xuddi o't o'chiruvchilarning suvni o'tish quvvatiga teng bo'ladi. Shuning hisobiga kalmar suzish tezligi soatiga 40 km dan ortiq. Bu bahaybat hayvonning tumshug'i shunchalar o'tkir mustahkamki hatto po'lat kabelni ham kesib, bo'lakchalarga ajratib tashlaydi. Dengizchilarning guvohligiga qaraganda bu o'ta yaxshiy hayvon bo'lib, juda katta baliqlarni ham bir zunda tumshug'i bilan parchalab, odam uchun ham o'ta xavfli hisoblanadi.

Kalmar energiya bilan zaryadlanishi uchun soatiga ko'p miqdorda masalan, 50 l kislorodni yutishi kerak. Dengiz suvidan qabul qilingan kislorod kalmarning butun tanasini o'zida mis atomini tutgan maxsus oqsil-gemokianin (gemo yunoncha qon, kianos esa zangori, moviy) orqali ta'minlanadi.

Yuqorida takidlanganidek, umurtqalilarning qonida kislorod gem tarkibidagi temir atomlari orqali "transport" qilinadi. Qizil qon tanachalari eritrotsitlar gemlarga boy bo'lib, ularning har biri kislorod atomini o'ziga bog'lab, a'zolarining faoliyati uchun zarur bo'lgan gaz atomi bilan ta'minlab turadi.

Gemokianinning gemoglobindan farqi shundaki, mis atomlari gemokianinida bevosita oqsil bilan bog'langan bo'lib, hujayra tarkibiga kirmay qonda erkin holatda "suzib" yuradi. Gemokianinning bitta molekulasida 200 ta mis atomini bog'lay oladigan gigant qurilmadir. Odatda tuxum, sut va mushak tarkibidagi oqsillarning molekulyar massasi olti mingdan bir milliongacha bora gemokianin tarkibidagi proteinning molekulyar massasi 10 mln. ga teng. Hayvonlar ichidagi eng katta gigant

molekula aynan shu gemokianin bo'lib, u faqat viruslarning oqsilidan molekulyar massasi bo'yicha ikkinchi o'rinda turadi.

Gemokianin qadimiy oqsil bo'lib, gemoglobinga nisbatan sodda tuzilib, samaradorligi ham yuqori emas. Lekin shunga qaramay dengiz makkilida kislorod kam bo'lsa ham sovuqqonli hayvonlarni kislorod bilan qoniqarli darajada ta'minlaydi. Uning qon tarkibidagi kislorod miqdori dengizdagiga nisbatan 20 marta ko'p bo'ladi.

Kalmarlardan tashqari tanani kislorod bilan "zangori qon" orqali ta'minlanishi o'noyoqlilar, qisqichbaqasimonlar va boshqa sovuq qonli hayvonlar qonida aniqlangan. Hayvonlarning harakatchanligiga qarab qondagi kislorodning miqdori har xil bo'ladi. Tez harakat qiladigan hayvonlar qonida kislorod miqdori yuqori bo'ladi. Masalan, tez harakat qiladigan osminoga va dengizlardagi ayrim bo'g'imoyoqlilar qonida gemokianinning miqdori 100 ml qonda 10 g bo'ladi. Kam harakat qiluvchi mollyuskalarda uning miqdori 100 g qonda 0,03 g atrofida uchraydi.

Ma'lumki, boshoyoqli molyuskalarning qoni ularning jabralaridan (oyquloq) o'tish jarayonida zangori rangga aylanadi. qonning zangori rangga o'tish sababi, kislorodning mis tutuvchi oqsil bilan bo'lgan reaksiya natijasidir. Mazkur oqsil kislorodni yo'qotishi bilan rangsiz holga qaytadi. Eritmaga mis ioni qo'shilsa gemokianin o'z rangi va faolligini tiklaydi. Gemokianing tarkibidagi misning oksidlanish darajasi +1 holatda bo'ladi. Moliitda kislorod bo'lmagan taqdirda kislorodning miqdori qonda ko'p bo'lsa metal ionlarining bir qismi oksidlanadi. Gemokianidagi bitta molekula kislorodga ikki molekula mis atomi to'g'ri keladi. Shunday qilib, gemokianin tarkibidagi kislorod mis atomini yarmisini oksidlaydi. Gemokianinning shu xususiyati bilan hayvonlarda keng tarqalgan gemoglobindan farq qiladi. Ma'lumki gemoglobin tarkibidagi temir atomlarining oksidlanish darajasi +2 bo'lib, u erkin holatida bo'ladimi, yoki kislorod bilan kompleksda bo'ladimi baribir temirning zaryadi +2 bo'lib qolaveradi.

Dukkakli o'simliklar doni tarkibida qondagi gemoglobinga o'xshash oqsil borligi aniqlangan. Legoglobini deb ataladigan bu oqsilning asosini ham gem tashkil qiladi. O'simliklardagi gemoglobinga o'xshash oqsillar havodan molekulyar azotni o'zlashtirilishida ishtirok etishi aniqlangan.

**Nukleoproteidlar** oqsil bilan nuklein kislotalarning birikishidan hosil bo'ladi. Ular barcha hujayralarda yadro va sitoplazmaning asosiy qismini tashkil etadi. Ba'zi nukleoproteidlar maxsus zarrachalar (viruslar) holda uchrab, organizmlarda turli kasalliklar keltirib chiqaradi. Prostetik guruhning harakteriga qarab, dezoksiribonukleoproteinlar (DNP) va

ribonukleoproteinlar (RNP) ga bo'linadi. Nuklein kislotalar organizmda benihoya katta o'rin tutganligi uchun kitobning ayrim boblarida ular haqidagi ma'lumotlar batafsil bayon etilgan.

### Sinov savollari

1. Biopolimerlar boshqa makromolekulalardan qanday farq qiladilar?
2. Oqsillarning qanday vazifalarini bilasiz?
3. Qanday organik kislotalar aminokislotalar deb ataladi? Ularning fizik-kimyoviy xususiyatlarini ayting.
4. Gidrofob, gidrofil aminokislotalarini yozing.
5. Aminokislotalarni sinflarga bo'lish prinsipi nimaga asoslangan?
6. Oqsillarda peptid bog'lari qanday hosil bo'ladi?
7. Dipeptid, tripeptidlarni formula asosida yozing.
8. Aminokislotalarning L va D qatorlari. Oqsillar tarkibidagi aminokislotalar qanday qatorga mansub?
9. Almashmaydigan aminokislotalarni struktura formulalarini yozing.
10. Peptidlarning atalishi va ularning biologik ahamiyati.
11. Oqsil molekulasida aminokislotalarning o'zaro bog'lanish usullari.
12. Oqsillarning makromolekulyar konfiguratsiyasi (birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi, to'rtlamchi strukturalari).
13. Oqsillar strukturalarini biologik ahamiyatini tushuntiring!
14. Oqsil molekulasidagi  $\alpha$ -spiral va  $\beta$ -strukturalarni ta'riflang.
15. Oqsil molekulasidagi domenlarning tuzilishi va biologik ahamiyati.
16. Oqsillarning fizika-kimyoviy xossalari.
17. Oqsillarning denaturatsiyasi va uning biologik ahamiyati.
18. Oqsillarning sinflarga bo'linishi qanday tizimga asoslangan?
19. Oddiy oqsillar sinfi.
20. Murakkab oqsillar sinfi.

### Oqsillar bo'yicha testlar:

1. Biopolimerlarga qanday molekulalar kiradi?  
A) yog'lar, vitaminlar, gormonlar;      B) oqsil, uglevod, nuklein kislotalar;  
V) nuklein kislotalar;      G) yog'lar.
2. Oqsillarning monomerlari:  
A) karbon kislotalari;      B) aminlar;  
V)  $\beta$  - aminokislotalar;      G)  $\alpha$  - aminokislotalar.
3. Oqsillar molekulasida qanday qatorga mansub aminokislotalar bor:  
A) D qatorga mansub;      B) B qatorga mansub;  
V) L qatorga mansub;      G) G qatorga mansub.



1. Aminokislotalar oqsil molekulasida qanday bog'lar bilan bog'lanadilar?  
 A) murakkab efir bog'lari; B) angidrid bog'lari;  
 V) peptid bog'lari; G) glikozid bog'lari.
2. Oqsillarning birlamchi strukturasi qanday tizimga asoslangan:  
 A) aminokislotalar qatoriga; B) peptidlar qatoriga;  
 V) radikallar qatoriga; G) kimyoviy bog'lar qatoriga.
3. Oqsillarning birlamchi strukturasi aminokislotalar o'zini almashib qolsa, oqibati nima bo'ladi:  
 A) oqsil cho'kmaga tushadi; B) oqsil denaturatsiyaga uchraydi;  
 V) irsiy kasallikka sababchi bo'ladi; G) oqsil vazifasi o'zgarmaydi.
4. Oqsillarning ikkilamchi strukturasi shakllantirishda hal qiluvchi asosiy bog'lar:  
 A) vodorod; B) ion;  
 V) disulfid; G) angidrid.
5. Oqsillarning ikkilamchi struktura shakllari:  
 A)  $\alpha$ -struktura,  $\beta$ -qatlam; B)  $\beta$ -struktura;  
 V)  $\alpha$ -qatlam; G)  $\gamma$ -struktura.
6. Ikkilamchi strukturadagi bir o'ranga nechta aminokislota qoldig'i to'g'ri keladi?  
 A) 5; B) 3,6;  
 V) 6; G) 18.
7. Ikkilamchi strukturada aminokislota qoldiqlarining davriy qaytarilishi:  
 A) 18; B) 3,6;  
 V) 10; G) 20.
8. Oqsil molekulasida domenlar qanday joylashgan?  
 A) peptid zanjirida; B) gidrofil qismida;  
 V) ikkilamchi strukturaning avtonom qismida;  
 G) oqsildan tashqari holda.
9. Oqsillardagi domenlarning vazifalari:  
 A) bir nechta biologik vazifani bajaradi; B) vazifasi yo'q;  
 V) oqsil strukturasi shakllantiradi; G) oqsillarning zaryadiga ta'sir qiladi.
10. Oqsillardagi uchlamchi struktura o'lchamlari:  
 A) ikkilamchi o'lcham; B) birlamchi o'lcham;  
 V) uchlamchi o'lcham; G) o'lchami yo'q.
11. Oqsillarning uchlamchi strukturasi gidrofob yadroni shakllantirishdagi kimyoviy bog'lar:  
 A) vander-vals bog'lari; B) peptid bog'lari;  
 V) disulfid bog'lari; G) ion bog'lari.

15. Oqsillarning to'rtlamchi strukturalari yaxlit makromolekulami?  
A) yakka makromolekula ; B) kichik subbirlıklar ;  
V) peptid zanjiri ; G) yakka kichik molekula.
16. Oqsillar denaturatsiyasida qanday o'zgarishlar ro'y beradi?  
A) peptidlar o'zgaradi; B) oqsillarning rangi o'zgaradi ;  
V) oqsillarda kimyoviy va biologik vazifalar o'zgaradi ;  
G) oqsillar o'zgarmaydi.
17. Oqsillarning sinflarga bo'linish tizimi nimaga asoslangan?  
A) ulardagi prostetik guruhga ; B) oqsil strukturasiga ;  
V) oqsil zaryadiga ; G) oqsilning molekulyar massasiga.
18. Oddiy oqsillar tarkibi :  
A) faqat aminokislotalardan; B) aminokislota va boshqa moddalardan ;  
V) kimyoviy bog'lardan ; G) faqat boshqa moddalardan tashkil topgan.
19. Murakkab oqsillar tarkibi :  
A) aminokislota va boshqa moddalar ; B) faqat boshqa moddalardan ;  
V) faqat aminokislotalardan; G) oqsillarning birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi va to'rtlamchi strukturalaridan tashkil topgan.

### III BOB

## FERMENTLAR

Tirik hujayralarda kimyoviy jarayonlarni va modda almashinuvini olibqurishda bevosita ishtirok etuvchi, asosiy omillardan eng birinchisimentlardir (lotincha fermeptum-achitqi). Ular oqsil tabiatga ega bo'lib, biologik katalizatorlik vazifasini bajaradi.

XIX asrning oxirlarida fermentlarga enzim (yunoncha en-ichki, ome-achitqi) deb ham nom berilgan. Biologik katalizatorlarga berilgan bu nom achish jarayonini o'rganishdan kelib chiqqan.

Organizmدا sodir bo'ladigan modda almashinuvi va bu jarayonning o'z muhit bilan bevosita aloqada bo'lishi, oddiy sharoitda, yengil holatda amalga oshishi fermentlarning bevosita faoliyatidandir. Tirik hujayrada sodir bo'ladigan reaksiyalarni laboratoriya sharoitida amalga oshishi kerak bo'lsa, reaksiyaga kirishayotgan substratni yoqish, kuchli ta'min yoki konsentrlangan ishqor va kislotalar bilan ta'sirlantirilsa ko'zlangan maqsadga erishiladi. Organizmدا esa, murakkab reaksiyalar katalizator-fermentlar yordamida osongina amalga oshadi.

Biokimyofaning mazkur sohasini-enzimologiya deb ataladi. Bu ta'lim fermentlarni ajratish, tozalash, molekulyar strukturasi, massasi unga ta'sir qiluvchi fizika-kimyoviy agentlarning faoliyatini o'rganadi.

Inson amaliy faoliyatida xom-ashyoni qayta ishlash va oziq-ovqat tayyorlashda har xil fermentativ jarayonlardan foydalanib kelgan. Achitqi zumburug'idan non yopishda, sumalak pishirishda esa unayotgan bug'doy donidan olingan shiralardan foydalaniladi.

Fermentlarni amaliy asosda o'rganish XVIII va XIX asrlardan boshlandi. Bu sohada nemis kimyogari Yu. Libix, mikrobiologiya faniga asos solgan fransuz olimi L. Pasterlar achish jarayonini tirik organizmdagi maxsus kimyoviy moddalar (fermentlar) bilan bog'laganlar.

Fermentlar haqidagi ta'limotning keyingi rivojlanishi fizika va kolloid kimyofanlari erishgan yutuqlar bilan bog'liq.

Amaliy enzimologiya fanining yutuqlari asosida hozirgi kunda 2000 dan ortiq fermentlar toza holda ajratib olingan. Fermentlar va noorganik katalizatorlar umumiy kataliz qoidalari asosida faoliyat ko'rsatib, ular o'rtasida o'xshash xususiyatlar bor:

- Energetik imkoniyati bor reaksiyalarni kataliz qiladilar;
- Reaksiya yo'nalishini o'zgartirmaydilar;
- Reaksiya jarayonida miqdoriy o'zgarish kuzatilmaydi;
- Reaksiya mahsulotlariga ta'sir qilmaydilar.

Fermentlar bir necha xususiyatlari orqali noorganik katalizatorlardan farq qiladilar:

- Fermentlarning noorganik katalizatorlardan asosiy farqi, ular kimyoviy tarkibi bo'yicha oqsillardir.
- Fermentlar "yunshoq" sharoitda (past harorat, normal bosim, ma'lum pH qiymatiga ega bo'lgan muhit) eng yuqori faollikka ega bo'ladi. Fermentning yagona molekulasini bir minutda substratning bir mingdan bir milliongacha bo'lgan molekulasini katalizlaydi. Bunday reaksiya tezligi noorganik katalizlarda kuzatilmaydi.
- Har bir ferment faqat aniq bir reaksiyaning yoki moddaning hosil bo'lishi yoki parchalanishini katalizlaydi.
- Fermentlarning reaksiya faolligi boshqarilishi mumkin, noorganik katalizatorlarda bu amaliyotni bajarish mumkin emas.
- Fermentlar termolabil bo'lib, kislotaga va ishqorlar ta'sirida tez faolligini yo'qotadi. Fermentlarning eng faol nuqtalari 40-50° C atrofida bo'ladi.
- Fermentlarning faolligiga aktivator va ingibitorlar ta'sir qiladi.
- Fermentativ reaksiyalar, ularning ketma-ketligi muayyan vaqt va makonda genetik tizim orqali rejalashtiriladi.

### 3.1. Fermentlarning kimyoviy tabiati

Oqsillarning molekulyar tuzilishi qanday bo'lsa, fermentlarning kimyoviy tarkibi ham xuddi shunday tuzilishga xosdir. Fermentlar aksariyat, uchlamchi va to'rtlamchi strukturaga ega bo'lgan globulyar oqsillardir. Ular tarkibi bo'yicha ikki guruhga: bir va ikki komponentli, ya'ni oddiy va murakkab oqsillardan bo'lgan fermentlarga bo'linadi. Oddiy yoki bir komponentli fermentlar oqsildan iborat, ikki komponentli yoki murakkab fermentlar oqsil bilan bir qator qator oqsil bo'lmagan qismlardan iborat. Ikki komponentli fermentlarda qo'shimcha prostetik guruh rolini vitaminlar, ularning hosilalari koenzim A, NAD, glyutation-HS, nukleotid, ularning hosilalari va mikroelement ionlari kiradi. Fermentlardagi qo'shimcha qismlarni kofermentlar deb nomlanadi. Oqsil qism-apoferment-feron, ikkalasi birgalikda xoloferment deyiladi. Murakkab fermentlardagi apoferment va kofermentlar bir-birlaridan ajratilsa, ularning faolligi yo'qoladi.

Fermentlardagi oqsil qismi-apoferment reaksiya spetsifikligini ta'minlaydi, koferment esa reaksiyani amalga oshirishda ishtirok etadi. Fermentlar molekulasini bitta, ikkita yoki undan ortiq protomerlardan tashkil topgan bo'lishi mumkin. Bunday fermentlar multimer enzimlar deb ataladi.

Aksariyat multimer fermentlarda protomerlar tabiati jihatdan har xil bo'ladi, ular aminokislota tarkibi, molekulyar massasi bilan farq qiladi. Ularning o'zaro nisbati, ferment tarkibida turlicha bo'lishi mumkin. Bunday holatda bir xil faollikka ega bo'lgan turli fizik-kimyoviy xossaga ega bo'lgan fermentlar hosil bo'ladi. Bunday fermentlar izomer enzimlar yoki izoenzimlar deb ataladi.

Multimer enzimlarning o'ziga xos xususiyatlaridan biri shuki, ularning tarkibidagi protomerlar reaksiya muhitiga qarab ajralib ketishi, turli protomerlarga dissotsiatsiyalanishi va zarurat bo'lganda qaytadan assotsiatsiyalanishi mumkin. Bunday jarayon o'z-o'zidan bajarilib, fermentning eng yuqori faolligi xuddi shunday multimer holatida kuzatiladi. Oddiy va murakkab fermentlar tarkibida turli xil kimyoviy reaksiyalarni amalga oshiruvchi markazlar bo'lib, ularga substratli, allosterikli va aloqaliklar kiradi.

Katalitik markaz deyilganda polipeptid zanjirlarining ma'lum tartibda joylashishi natijasida hosil bo'lgan, bir-biridan uzoqda joylashgan ayrim aminokislotalarning funksional guruhlarini bir-biriga yaqinlashib qolishi tushuniladi. Aksariyat katalitik markazlarni serin, treonin, metionin, sirtolan, argenin, lizin, tirozin, gistidin, sistein, asparagin va glutamin kislotalari radikallarining majmuasi hisobiga shakllanadi.

Substratli markaz deyilganda ferment molekulasida reaksiyaga boshlayotgan substrat bilan bog'lanadigan qism tushuniladi. Substratli markaz ramziy ravishda "langar maydoncha"si hisoblanib u yerga substrat har xil bog'lar bilan fermentdagi aminokislota qoldiqlaridagi radikallar orqali bog'lanadilar. Substrat ferment bilan ionli, vodorod bog'lari orqali bog'lanib, ayrim reaksiyalarda ular o'rtasida kovalent bog'lar ham bo'lishi kuzatilgan. Enzim-substrat kompleksida gidrofob kuchlar ham muhim ahamiyat kasb etishi aniqlangan. Oddiy bir komponentli fermentlarda faol va katalitik markazlar bir joyda bo'lishi ham mumkin. Amilaza fermentidagi faol markaz kraxmaldagi A-1.4 glikozid bog'larini gidrolizlovchi polipeptid zanjiri gistidin, asparagin kislotasi va tirozin aminokislota qoldiqlaridan iborat. Shunga o'xshash faol markazlar asetilxolinesteraza va karboksilpeptidaza A fermentlarining bir necha aminokislota qoldiqlaridan iborat.

Allosterik markaz, shunday fermentning qismiki u yerga kichik molekulyar moddalar ta'sir qilsa oqsilning uchlamchi strukturasi o'zgarib, fermentning faolligi oshadi yoki kamayadi. Ferment faolligining boshqarilishi allosterik markaz orqali amalga oshadi.

Ko'rsatilgan katalitik, substrat va allosterik markazlar ko'proq ramziy ma'noda bo'lib, ular polipeptid zanjirining alohida joylarida ajralgan holda joylashmaydilar, balki bir-birlarini qoplagan kompleks holda bo'lishlari mumkin.

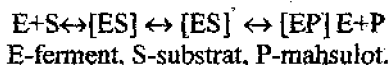
### 3.2. Fermentlarning ta'sir etish mexanizmi

Fermentlar ta'sirida ketadigan reaksiyalar katalitik jarayonlarning kechish qonuniyatlari asosida o'tadi. Enzimatik reaksiya uchun zarur bo'lgan faollanish energiyasini fermentlar kam talab qiladi.

Kataliz haqidagi tushunchaga binoan, molekular reaksiyaga kirishishi uchun "faollanish holati" deb ataluvchi konfiguratsiya davrida o'tishi lozim. Faollanish energiyasi molekularlarning yaqinlashishi va reaksiyaga kirishuviga to'siqlik qilib turadigan kuchlarni (energetik to'siqni) yengish uchun zarur. Energetik to'siqdan ortiqroq energiyaga ega bo'lgan molekular reaksiyaga kirishadi. Faollashgan molekularlarning soni ko'p bo'lsa, reaksiya sur'ati tez bo'ladi. Lekin reaksiyada qatnashayotgan molekularlarni faollashtirish uchun energiya (issiqlik yorug'lik) sarf etilishi shart. Misol tariqasida disaxarid saxarozaning glyukoza bilan fruktozaga parchalanish reaksiyasiga sarf bo'ladigan energiya miqdorini keltiramiz. Saxarozani parchalash uchun laboratoriyada katalizator bo'lmaganda 32000 kal energiya kerak, muhitda enzim sifatida vodorod atomlari bo'lsa 25600 kal sarflanadi, mazkur moddan parchalashda ferment saxarozaga bo'lsa, uni ikkiga ajratish uchun 9400 ka zarur. Demak, ko'rinib turibdiki, fermentativ reaksiyalar kam energiya talab etadi. Enzimlar molekularlardagi atomlararo bog'larni bo'shashtirib reaksiyaga kirishayotgan substratni deformatsiya holatiga keltirib, uning reaksiya qobiliyatini oshirib yuboradi.

Oddiy va murakkab fermentlarning ta'sir qilish mexanizmi bir xil bo'lib, ularning faol markazlari bir-biriga o'xshash vazifalarni bajaradilar.

Fermentlarning ta'sir qilish mexanizmini o'rganish XX asr boshlarida boshlangan. 1902-yilda ingliz kimyogari A. Broun ferment substratga ta'sir qilganda o'rtada oraliq modda ferment-substrat kompleksi hosil bo'ladi deydi. 1913-yilda esa L. Mixaelis va M. Mentenlar yuqoridagi g'oyani tasdiqlab, fermentlarning ta'sir qilish mexanizmini quyidagi chizmada tasvirlaydi:



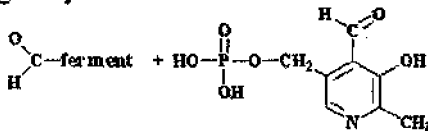
Fermentativ katalizning birinchi bosqichida ferment-substrat kompleksi [ES] hosil boʻlib, ular oʻrtasidagi bogʻlar ionli yoki kovalentli boʻladi. Kompleksning hosil boʻlishi juda tez, bir zumda amalga oshadi.

Ikkinchi bosqichda kompleksdagi substrat ferment bilan bogʻlanganligi tufayli faol holatga kelib, uning reaksiya qobiliyati oshadi. [S']. Substratning xuddi shu holati keyingi reaksiya tezligini belgilaydi.

Uchinchi bosqichda kimyoviy reaksiya fermentning sathida ketib, ferment-mahsulot kompleksi hosil boʻladi.

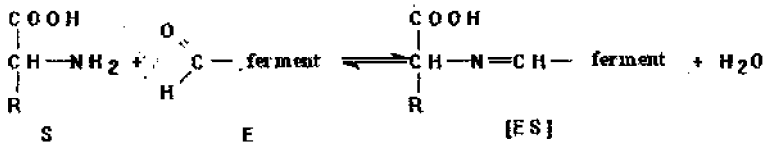
Yakuniy bosqichda esa ferment-mahsulot kompleksidan ferment va mahsulot alohida boʻlib ajraladi.

Mazkur chizmani quyidagi misollar orqali aniqlashtirish mumkin. Aminokislotalarni pereaminlanish reaksiyasini amalga oshiruvchi aminotransferaza fermentining faoliyatida namoyon boʻladi. Enzim mahsuloti sifatida amino- va ketokislota hosil boʻladi. Aminotransferaza bu soloferment, uning kofermenti pirodaksalfosfat boʻlib, kovalent bogʻi orqali apoferment bilan bogʻlangan. Fermentativ reaksiyada kofermentning faol qismi, uning aldegid guruhi boʻlgani uchun xoloferment ta'sir mexanizmini quyidagicha yozish mumkin:

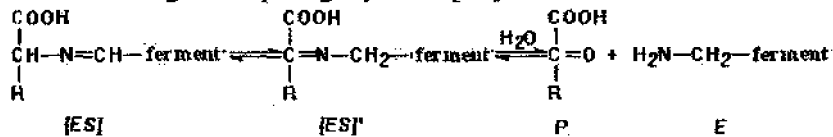


Piridoksalfosfat

Fermentativ katalizning birinchi bosqichida ferment-substrat kompleksi [ES] hosil boʻlib, enzim substrat bilan kovalent bogʻi orqali bogʻlanadi:

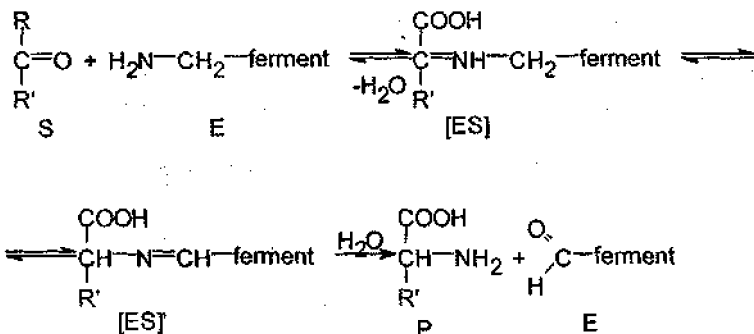


Katalitik reaksiyaning ikkinchi bosqichida substratning oʻzgarishi asosida faollangan kompleksga aylanadi [ES']:



Reaksiyaning sodir boʻlishida ferment-substrat kompleksida atomlarning tautomer guruhlanishi asosiy rol oʻynaydi. Gidroliz reaksiya

natijasida ketokislota hosil bo'lib, ferment piridoksinferment ko'rinishida kompleksdan ajraladi. Keyingi reaksiya bosqichlarini quyidagicha tasvirlash mumkin:



Reaksiya natijasida aminokislota ketokislotaga, ketokislotalardan yangi aminokislota hosil bo'lishi mumkin. Mazkur reaksiyada aminokislotalaning amin guruhi biror ketokislotaga to'liq ravishda ferment ta'sirida ko'chiriladi.

Ko'rilgan reaksiyalarda fermentning ta'siri bosqichma-bosqich asosida amalga oshishi va substratning o'zgarishini kimyoviy chizma asosida tasvirlash mumkinligi ko'rsatilgan.

Shuni ham esda tutish kerakki, ferment-substrat kompleksi [ES] hosil bo'lishi juda tez ketishi tufayli, u har doim E va S bilan muvozanatda bo'ladi. [ES] uning E va R ga parchalanishi esa nisbatan sekin boradi va amaliyotda ferment-substrat kompleksi konsentratsiyasiga ta'sir qilmaydi. Shu g'oyaga asosan Mixaelis va Mentenlar reaksiya tezligi (V) ni substrat konsentratsiyasi S bilan bog'lovchi tenglamani ishlab chiqqanlar. Tenglamani ifodasi quyidagicha:

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

V- fermentativ reaksiya tezligi;

S- substratning konsentratsiyasi;

$K_m$ - ferment-substrat kompleksi hosil bo'lish reaksiyasidagi dissotsilanish konstantasi (Mixaelis konstantasi).

Ferment-substrat kompleksini hosil bo'lish omillari, kompleksning E va S bilan muvozanati va uning kompleksi ES va E, R larga parchalanish tizimi asosida quyidagi xulosaga kelish mumkin.

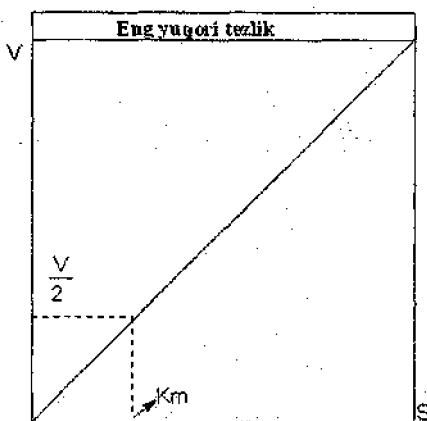


Har qanday fermentativ reaksiyaning boshlang'ich tezligi, substrat konsentratsiyasiga bog'liq bo'lib, bu ko'rsatkich ma'lum vaqtgacha oqib, substrat miqdorining kamayishi reaksiya tezligining pasayishiga sababchi bo'ladi.

Dastlabki fermentativ reaksiya tezligi (enzim konsentratsiyasi bir xil bo'lganda) substrat miqdoriga qarab oshib boradi, so'ng ma'lum vaqtdan keyin doimiy holatga o'tib, uni giperbola sifatida tasvirlanadi. Bunday bog'liqlikning sababi ferment-substrat kompleksi hosil bo'lishidan darak beradi.

Katalitik markazni substrat bilan to'yintirilsa, reaksiya tezligi maksimumga yetadi  $[S] \gg [E]$ .

Mixaelis - Menten tenglamasi bilan tasvirlangan grafikda amaliyot o'li bilan olingan egri chiziqqa o'xshash shakl (giperbola) hosil bo'ladi. Uu egri chiziq II-rasmda ko'rsatilgan:



II - rasm

Fermentativ reaksiyaning grafik shaklidagi ifodasi

Shunday qilib, Mixaelis konstantasi reaksiya tezligi ( $V$ ) maksimal tezlik ( $V_{max}$ ) ning yarmini tashkil qilgan vaqtdagi substrat konsentratsiyasining qiymatiga teng. Bu konstanta fermentativ reaksiyalarni o'rganishda muhim ahamiyatga ega, chunki u ferment-substrat kompleksining parchalanish darajasini ifodalaydi. Ferment-substrat kompleksi  $[ES]$  hosil bo'lishi qancha yuqori bo'lsa, Mixaelis konstantasi shuncha kichik bo'ladi va aksincha.

Fermentativ reaksiya tezligi vaqt birligi ichida o'zgarigan substratning mol ( $m$ ) yoki mikromol ( $mk$  mol) soni bilan o'lchanadi. Fermentning molekulyar massasi noma'lum bo'lsa, uning absolyut deb

atalgan birligi olinadi. Bunda ferment birligi qilib 1 mk mol substratni 1 minut davomida katalizlaydigan miqdor olinib, E bilan ifodalanadi, ya'ni mk mol/min aynan fermentning faollik birligi deb qabul qilingan. Fermentning konsentratsiyasi (agar u eritma bo'lsa) 1ml eritmadagi miqdori bilan belgilanadi. Ferment kristall holda ajratib olingan bo'lsa, u mg ga aylantiriladi. Ba'zan fermentlar faolligini ifodalashda uning bitta molekulasining bir minut davomida o'zgartirilgan substrat molekular soni hisoblanadi. Bu fermentning molekulyar faolligi yoki aylanish soni deb ataladi.

### 3.3. Fermentlarning o'ziga xos xususiyati

Fermentlar oqsil tabiatli bo'lganligi uchun oqsilga xos xususiyatga ega. Lekin shu bilan birga faqat ularning o'ziga xos bo'lgan bir qator xususiyatlari ham bor. Bular fermentlarning termolabiligi, spetsifikligi, muhit pH ning o'zgarishiga nisbatan sezuvchanligi, aktivator va inhibitorlarning ta'siriga moyilligi va boshqalardir.

**Fermentlar faolligiga haroratning ta'siri.** Harorat oshgan sari uning ferment-substrat kompleksiga ta'sir qilib, faolligi oshib boradi. Haroratning ma'lum chegarasida ferment faolligi maksimum bo'lishini, faollikning optimal nuqtasi deyiladi. Lekin harorat 40<sup>o</sup>Sdan oshganda ferment faolligi pasaya boshlaydi (12-rasm). Aksariyat fermentlar 60-80<sup>o</sup>C da butunlay faolligi yo'qolib, bunda ularning strukturasi o'zgarib, qaytmas denaturatsiyaga uchraydi.

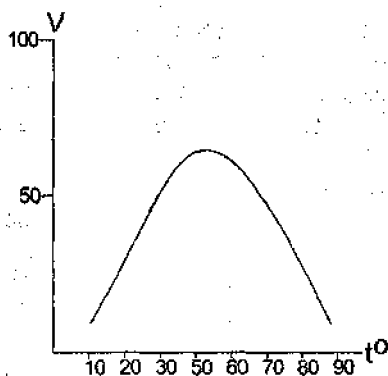
Fermentlar faolligiga haroratning ta'sirini grafik tarzda ifodalasak, u quyidagi ko'rinishda bo'ladi (12-rasm).

Lekin ayrim fermentlar 80<sup>o</sup>C dan yuqori haroratda ham faolligini saqlab qolishi mumkin. Masalan, tabiiy issiq suv manbalarida o'sadigan o'simliklarning fermenti 90<sup>o</sup>C dan yuqori faolligini saqlab qoladi. Ba'zi fermentlarning faolligi past haroratda ham yuqori bo'lishi mumkin.

**Vodorod ionlari konsentratsiyasining ta'siri.** Organizmdagi ko'pchilik fermentlar pH=7 atrofida yuqori faollikka ega bo'ladi. Vodorod ionlarining o'zgarishiga ferment juda ta'sirchan bo'ladi. Bunga sabab fermentning faol markazidagi funksional guruhlarining ionlanishidir. Muhitda pH-ning o'zgarishi ferment-substrat kompleksi o'rtasidagi kimyoviy bog'lanish darajasiga ham ta'sir qiladi.

Ayrim fermentlar kuchli kislota va ishqoriy muhitlarda ham faoliyat ko'rsatadilar. Masalan, oshqozondagi pepsinning ta'siri

$t = 1,5 - 2,5$  atrofida bo'ladi. Ichaklardagi fermentlar esa havoqoriy muhitda "ishlaydi". Har bir fermentning pH yaratgan qimmat qiymati o'zgarsa, enzimning uchlamchi strukturasi ham o'zgarib, faolligi pasayadi.



12— rasm. Fermentativ reaksiya tezligining haroratga bog'liqligini ifodalovchi grafik.

Fermentlarning ta'sir etish xarakteri ko'pincha substrat va reaksiyada ishtirok etadigan boshqa moddalar xususiyatiga ham bog'liq bo'ladi. Sababi bu moddalar ham kuchsiz elektrolitlar bo'lib, tabiiy ionlanish xususiyatiga ega bo'lishidir. Demak, muhit pH ning o'zgarishi moddalarga va ferment faolligiga ta'sir etadi.

### Fermentlarning aktivator va ingibitorlari

Fermentativ reaksiyalar ayrim moddalar ta'sirida qisman yoki to'liq faolligini yo'qotishi mumkin, unday birikmalarni fermentlarning ingibitorlari deyiladi. Ayrim ferment ingibitorlaridan dori sifatida samarali foydalanish mumkin. Ba'zi ingibitorlar ferment ishtirokida faoliyatini butunlay to'xtatishi yoki organizmga zahar sifatida ta'sir qilishi mumkin. Reaksiyon muhitda ba'zi bir ionlarning ishtirok etishi ferment — substrat kompleksi hosil bo'lishini tezlashtiradi. Bunday moddalar aktivatorlar deyiladi.

Fermentativ reaksiyalarning faolligini pasaytirish bir necha xil bo'ladi: konkurent (raqobatli) va nokonkurent (raqobatsiz)

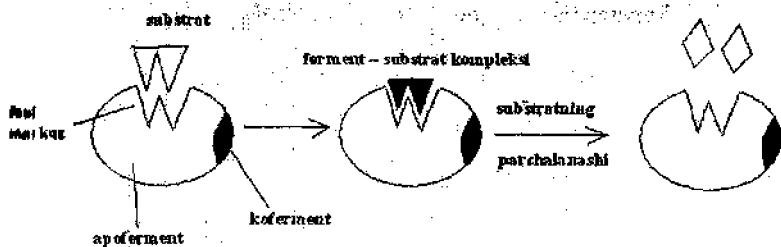
yo'l bilan amalga oshiriladi. Raqobatli ingibitorlar strukturalari bo'yicha substratlarga o'xshab, ular ferment—ingibitor kompleksini hosil qilib, substratni siqib chiqaradi. Bunda ferment denaturatsiya hodisasiga uchramasdan, o'z faolligini pasaytiradi. Ferment faolligini raqobatli pasaytirish qaytar bo'lib, substratning miqdori ko'p bo'lganda, ferment—ingibitor kompleksidan ingibitorni siqib chiqarishi mumkin.

Ko'pchilik dori—darmon moddalari inson va hayvonlarga raqobatli konkurent sifatida ta'sir qiladi. Misol tariqasida, sulfamid preparatlarini ta'sir qilish mexanizmini ko'rsatish mumkin, ular strukturasi bo'yicha p—aminobenzoy kislotasiga (PABK) o'xshaydi. Bu modda mikroob hujayrasidagi faol kislotasining intermedianti hisoblanadi. Faol kislota esa nuklein kislotasining almashinuvida hal qiluvchi moddalardir. Organizmga sulfamid dori berganda PABK metabolizm — fermentning faolligi ingibirlanadi. Natijada nuklein kislotaning sintezi kamayib, mikroorganizm esa o'ladi. Bu yerda sulfamilamid fol kislotasining sintezlovchi fermentga raqib hisoblanadi. Shunday qilib, ko'pchilik dorilar ferment bilan raqobatli konkurent asosida ta'sir qiladi. Dorining samaradorligini oshirishda ingibitor ferment bilan yuqori darajada bog'lanishi lozim, aks holda dorining miqdorini kamaytirish tavsiya etiladi.

Raqobatsiz ingibitorlar fermentlarning faol markaziga (substrat birikadigan joyga) birikmaydi. Raqobatsiz ingibitorlar fermentlarning faol markazidan uzoq bo'lmagan yerlarga ta'sir qilib, fermentning konfarmatsiyasini qisman buzib, faol markazini dezintegratsiyaga sabachi bo'ladi.

Shunday ingibitorlar borki, ular ferment — substrat kompleksining ajralishiga yo'l qo'ymaydi. Bularga misol tariqasida, qishloq xo'jaligida ishlatiladigan gerbitsidlar, insektitsidlar va stimulyatorlarni keltirish mumkin.

**Fermentlarning spetsifikligi.** Fermentlarning spetsifikligi tirik organizmga xos bo'lgan xususiyatlardan hisoblanadi. Spetsifiklik fermentning substratga bo'lgan selektiv (saralash) xususiyatidir. Fermentlarning spetsifiklik faoliyati deyilganda substrat faol markazga kelganda xuddi kalit qulfga tushgandek mos kelish kerak (13—rasm). Bu ramziy o'xshatish 1894— yilda E.Fisher tomonidan aytilgan.



13 - rasm. Ferment yordamida substratning parchalanishi

Olim fermentni mustaxkam struktura, faol markazni esa substratning "qolipi" deb atagan. Mazkur g'oya fermentlarning puxli spetsifiklik tushunchasiga mos kelmaydi. Ya'ni, bitta qolipga (faol markaz) bir necha kalit (substratlardagi) mos kelmasligi tushuniladi. Bunday nomutanosiblikni tushuntirishda 1950-yilning 50--yillarida D.Koshland ismli olim "majburiy moslashuv" degan g'oyani ilgari surgan. D.Koshland nazariyasiga ko'ra ferment o'ta mustaxkam qurilma bo'lmagan, balki elastik, qayishqoq va o'zgaruvchan bo'lib, substrat faol markazga kelganda uning shakli o'zgarib, har xil ligandlarga moslasha olishi mumkin. Bu jarayonni xuddi qo'lqop va qo'lga o'xshatish mumkin. "Majburiy moslashuv" nazariyasi amaliyotda o'z haqiqatini topgan. Hozirgi vaqtda fermentlar spetsifikligining quyidagi asosiy turlari mavjud:

**Sterokimyoviy spetsifiklik.** Bu xildagi ferment — substratning faqat yagona stereoizomerini katalizlaydi. Masalan, fumaratgidrataza suv molekulasini fumar kislotaning qo'sh bog'iga biriktiradi, lekin uning stereoizomeri bo'lmish malein kislotaga ta'sir qilmaydi. Xuddi shuningdek, ba'zi fermentlar substratning trans va sis — izomerlariga qarab ta'sir etadi.

**Mutloq spetsifiklik.** Bu xildagi spetsifiklikka ega bo'lgan ferment faqat bittagina substratga ta'sir etib, substrat molekulasida ro'y bergan ozgina o'zgarish ham uning faolligini yo'qotishi mumkin. Masalan, ureaza faqat mochevinaga, alkogoldehidrogenaza asosan etil spirtiga ta'sir etadi.

**Nisbiy spetsifiklik.** Bunday hollarda fermentlar substrat strukturasiiga befarq bo'lib, faqat ular tarkibidagi kimyoviy bog'lar guruhiga qarab o'z ta'sirini ko'rsatadi. Peptid bog'larni gidrolizlovchi peptidaza va esteraza sifatida ta'sir etadigan tripsin fermentlari nisbiy spetsifiklikka misol bo'ladi.

### 3.4. Fermentlar nomenklaturasi va sinflarga bo'linishi

Enzimologiya fanining dastlabki davrlarida fermentlarni ixtiro qiluvchilar ularga tasodifiy nomlar berganlar. Masalan, pepsin, papain va boshqalar. Ko'pchilik fermentlar substrat nomiga -aza qo'shib nomlangan (ratsional nomlanish). Masalan, kraxmalning gidrolizlanishini amilaza, mochevinani esa ureaza deb ataladi. Xolofermentni ratsional nomenklaturasi, koferment nomi bilan ataladi (peridoksal ferment, geminferment). Keyinchalik fermentning atalishida substratning nomi va katalizlovchi reaksiyani turi qo'shib aytiladigan bo'ldi (alkogoldegidrogenaza).

Yangi nomenklaturaga muvofiq, fermentlarning nomi substratning kimyoviy nomidan, ferment katalizlaydigan reaksiya hamda fermentativ reaksiya mahsuloti asosida ataladi. Agar fermentativ reaksiya guruhlarning ko'chishi bilan borsa, ularning nomiga aktseptorning kimyoviy nomi ham qo'shiladi. Masalan, qayta aminlanish reaksiyasini katalizlovchi piridoksalferment ilmiy nomenklatura bo'yicha  $\alpha$ -alanin-2-oksoglutarataminotransferaza deb ataladi. Lekin fermentlar bilan ishlaganda, ularning ilmiy nomidan foydalanish ancha noqulay bo'lganligi uchun travial (ishchi) nomlardan ham foydalanish tavsiya etiladi. Hozirgi kunda fermentlarning 3000 dan ortiq xillari aniqlangan. Jahon biokimyogarlarning V kongressida fermentlar bo'yicha xalqaro komissiya taklif qilgan sinflarga bo'lish qabul qilingan. Bunga ko'ra, fermentlar 6 ta katta sinfga bo'linadi va har biri qat'iy tartib raqamiga ega.

1. Oksidoreduktazalar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini ta'minlaydi. Kimyoviy reaksiyalarda mazkur fermentlar vodorod atomini va elektronlarni aktseptordan donorga tashiydi.

2. Trasferazalar turli kimyoviy guruhlar va qoldiqlarning molekulararo ko'chirilishini katalizlaydi.

3. Gidrolazalar suv ishtirokida parchalanishini tezlatadigan fermentlardir.



4. Liazalar guruhlarning qo'sh bog' bo'yicha birikishini va aksincha, shunday guruhlarning substratda qo'sh bog' hosil qilib uzilishini katalizlaydi.

5. Izomerazalar izomerlanish reaksiyalarini katalizlovchi fermentlardir.

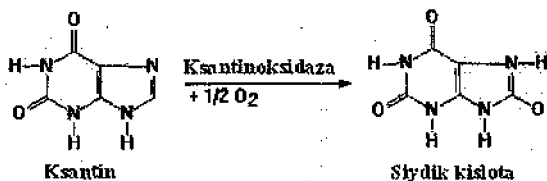
6. Ligazalar (sintetazalar) nukleozidtrifosfat molekularida pirofosfat bog'i uzilishi hisobiga ajralgan energiyani ikki yoki undan ortiq molekularlarning birikishini amalga oshiruvchi enzimlardir.

Fermentlarning bu sinflari o'z navbatida kichik va kenja sinflarga bo'linadi. Hozirgi kunda bor fermentlar ro'yxatga olinib, ularning har biri to'rtta sonli alohida raqam-shifr belgilangan. Birinchi sinf raqami, ikkinchisi kichik, uchinchisi kenja sinf va oxirgisi esa konkret fermentning sinfga berilgan tartib raqami. Masalan, laktatdehidrogenaza KF 1.1.1.27 (bu kodi bilan belgilanadi. KF-fermentlarning klassifikatsiyasi (sinflanishi) 1.1.1. bu raqamlarning birinchisi fermentlarning sinfi, ikkinchisi esa kichik sinf va uchinchisi kenja sinfga mansub ekanligini va oxirgi son (27) esa, shu fermentga berilgan tartib raqamini bildiradi.

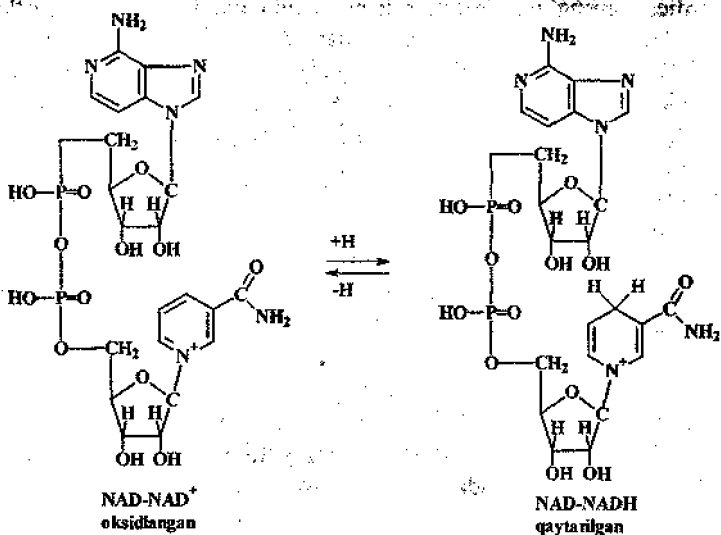
**1. Oksidoreduktazalar.** Bu fermentlarning katalizlash reaksiyasini quyidagicha ifodalash mumkin:

Substrat + Aktseptor  $\leftrightarrow$  Substrat (oksidlangan) + Aktseptor (qaytarilgan)

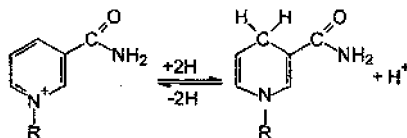
Ushbu tarqalgan oksidoreduktazalarning kichik sinflaridan oksidaza va dehidrogenazalar uchraydi. Oksidazalar bular oksidoreduktazalar bo'lib, uqorida ta'kidlanganidek, vodorod atomi yoki elektronlarning bevosita kislorod atomiga uzatishda yoki substrat molekulasiga kislorodni qo'shadi:



Degidrogenazalar vodorod atomini ajratuvchi oksidoreduktazalardir. Degidrogenazalar xolof ferment bo'lib, ularning kofermentlari sifatida nikotinamidadenindinukleotid (NAD), flavinadenindinukleotid (FAD) va flavonlar uchraydi.

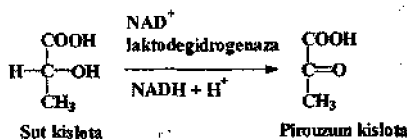


Vodorod atomining ko'chishida NAD ning faol guruhi hisoblangan nikotin kislotaning amidi muhim ahamiyatga ega. Substratdan ajralgan ikkita vodorod atomining bittasi, nikotinamidning 4-holatidagi uglerod atomiga ( $C_4$ ), ikkinchi vodorodning elektroni esa piridin halqadagi azotga ko'chadi va bir vaqtning o'zida hosil bo'lgan erkin proton reaksiyon muhitga o'tadi:



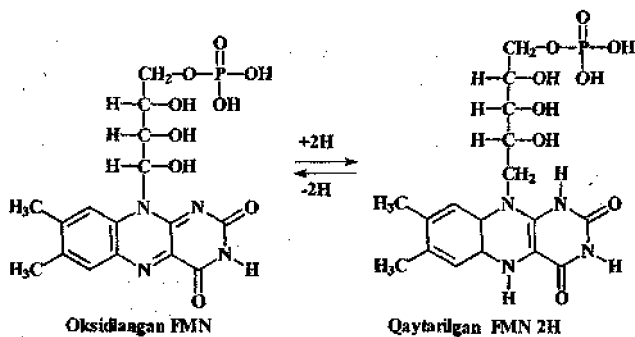
NAD ga bog'liq degidrogenazalar vodorod atomini (spirt, aldegid, aminlar va boshqalar) substratdan gidrid-ion ( $H^-$ ), protonlar ( $H^+$ ) shaklida ajratadilar.

Sut kislotasining (laktat) pirouzum kislotaga oksidlanishi NAD ga bog'liq degidrogenaza ishtirokida bo'ladi:

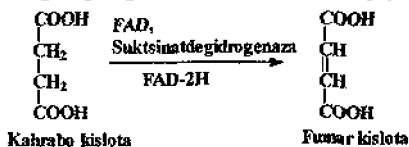




FAD tariqasidagi koferment tarkibida fosforlangan vitamin B<sub>2</sub> (flavinfosfat) tutib, ular substratdan 2 ta vodorod atomini ajratadilar:

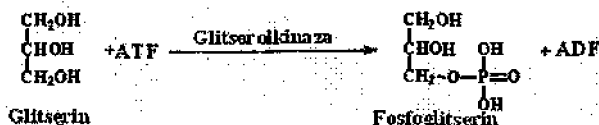


FAD ga bog'liq degidrogenazaga misol quyidagicha:



**2. Transferazalar** tabiatda keng tarqalgan fermentlar bo'lib, maxsus guruhlarni ko'chirish bo'yicha ular fosfotransferaza, aminotransferaza, alkiltransferaza, atsiltransferaza va boshqalarga bo'linadi.

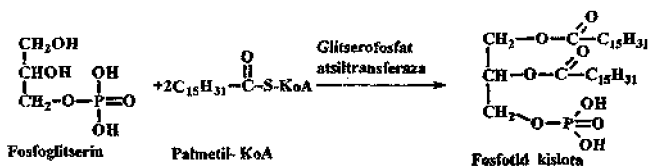
Fosfotransferazalar fosfat kislotasi qoldiqlarini ko'chirish reaksiyalarini katalizlaydi. Bu ferment ishtirokida fosforlangan birikmalar modda almashinuvida osonlik bilan reaksiyaga kirishadigan moddalarga aylinadi. Mazkur kichik sinfga mansub bo'lgan barcha enzimlar odatda fosfat kislotaning donori sifatida ATF yoki boshqa nukleozidtrifosfatlardan foydalanadi va ularni kinazalar deb ataladi. Kinazalarga ATF dan fosfatni glitseringa ko'chiruvchi glitserolkinaza misol bo'ladi:



Aminotransferazalar aminoguruhlarni ko'chirishda qatnashadilar. Bu fermentlar ikki komponentli bo'lib, koferment tariqasida peridoksalfosfat (fosforlangan vitamin B<sub>6</sub>) ishtirok etadi.

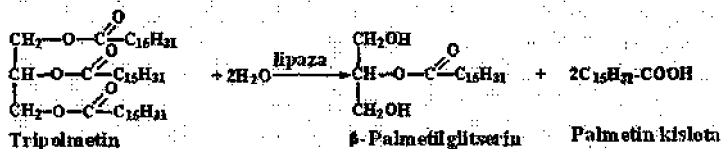
Glikoziltransferazalar monosaxaridlar qoldig'ini boshqa birikmalarga ko'chish reaksiyalarini ta'minlovchi ferment hisoblanadi. Bu fermentlar oligo-va polisaxaridlarning sintezi va parchalanishida ishtirok etadi. Uglevodlardagi glikozil qoldiqlari fosfat kislotasi molekulasiga ko'chirilsa, bu jarayon fosforoliz deb, ataladi va unda fosforilazalar reaksiyani katalizlaydi. Saxaroza hosil bo'lishida fosforilazalar glyukoza qoldig'ini fruktoza molekulasiga ko'chirishini ta'minlaydi. Olego-va polisaxaridlarning sintezida glikozil qoldiqlari sifatida uridindifosfatglyukoza (UDF-glyukoza) hisoblanadi.

Atsiltransferazalar atsetat kislotasi qoldig'i va boshqa karbon kislotalar atsil qoldiqlarini ko'chish reaksiyalarini katalizlaydi. Mazkur fermentlarning faol qismini  $K_0A$  tashkil etadi. Enzimning faol guruhi-SH bo'lganligi va bu guruhga atsil qoldig'i birikishi sababli koenzim A qisqacha qilib SH- $K_0A$  deb ifodalanganadi. Transatsillanish reaksiyasiga misol tariqasida fosfoglitsierindan ikki molekula atsil- $K_0A$  ishtirokida fosfotid kislotalarini hosil bo'lishini keltirish mumkin:

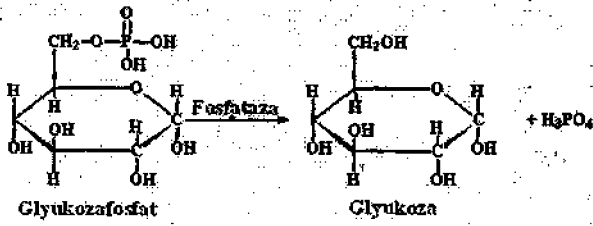


**3. Hidrolazalar.** Mazkur fermentlar substratning ichki molekulyar bog'larini suv ishtirokida uzish yo'li bilan katalizlaydi. Hidrolazalar kimyoviy bog'larni uzish xarakteriga qarab bir necha kichik guruhlariga bo'linadi: esteraza, glikozidaza, peptidgidrolaza va boshqalar. Bu fermentlar boshqa enzimlardan farqli o'laroq, bir komponentlidir.

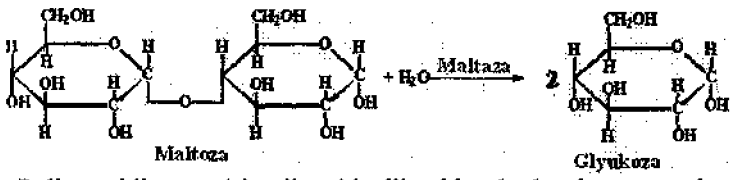
Esterazalar murakkab efir bog'larini uzadilar:



Lipazalar triglitsieridlardagi murakkab efir bog'larini gidroliz qiladilar. Esterazalar fosfat kislotalarining murakkab efirlari va uglevodlarni katalizlaydi. Bunday guruhdagi fermentlarni fosfotazalar deyiladi.

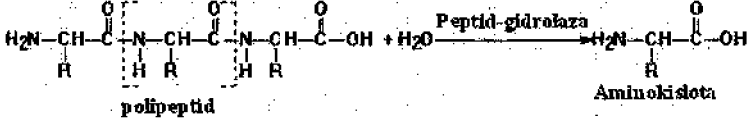


Glikozidazalar glikozid bog'larini gidrolizlash reaksiyalarini tezlashtiradi. Glikozidazalarga misol qilib maltazani ko'rsatish mumkin:

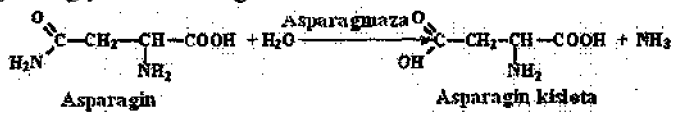


Polisaxaridlarga ta'sir qiluvchi glikozidazalardan keng tarqalganlari amilazalardir.

Peptid-gidrolazalar. Kichik sinfga mansub bo'lgan bunday fermentlar oqsil va peptidlardagi peptid bog'larini gidroliz qiladi. Bunday reaksiya turlarini quyidagicha ko'rsatish mumkin:



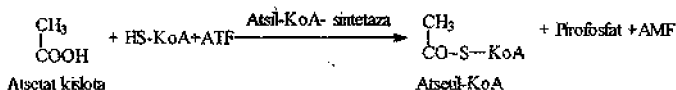
Amidaza fermentlari dikarbon aminokislotalarni amidlari bo'lgan asparagin va glutaminlarni gidrolizlashda ishtirok etadilar:



**4. Liazalar.** Mazkur sinfga kiruvchi fermentlar har xil parchalanish va sintez reaksiyalarida ishtirok etadilar. Kimyoviy bog'larni uzish yoki hosil qilishda (uglerod-uglerod, uglerod-azot, uglerod-kislorod) liaza fermentlari ishtirok etadi. Uglerod-uglerod liazalar keto- va aminokislotalarni dekarboksillanishini tezlashtiradilar. Dekarboksilaza yoki karboksiliazalar ikki komponentli fermentlar bo'lib, koferment sifatida vitamin B<sub>1</sub> ning fosforli efiri, ketokislotalarda esa vitamin B<sub>6</sub> lar ishtirok etadi.



Ligazalarga yana atsetat-K<sub>0</sub>A-sintetaza fermentini ham misol qilib ko'rsatish mumkin. Bu ferment atsetat kislotaning faol holdagi atsetil-K<sub>0</sub>A shaklini katalizlaydi.



### 3.5. Fermentlarning hujayrada joylanishi

Barcha hujayralar uchun umumiy bo'lgan jarayonlarda ishtirok etadigan turli xil fermentlarni uchratish mumkin. Ixtisoslashgan hujayralarda faqat shu hujayralarning vazifasi bilan bog'liq bo'lgan fermentlar uchraydi. Hujayralarning har bir organoidi ham muayyan bir biokimyoviy vazifani bajarganligi uchun ularning tarkibida shu vazifa bilan bog'liq bo'lgan fermentlar yoki ularning majmuasi joylashadi.

Mitoxondriyalarda energiyaga boy bo'lgan ATF ni katalizlovchi oksidlanish-qaytarilish fermentlari bo'ladi. Bu energetik generatorlarda (mitoxondriyalarda) DNK, RNK larni borligi kuzatilib, ularga tegishli fermentlar mavjudligi aniqlangan.

Xloroplastlarda uglevodlarning hosil bo'lishi bilan bog'liq bo'lgan ferment tizimi hamda quyosh energiyasini kimyoviy bog'larga aylantirish reaksiyalarini katalizlovchi fermentlar joylashgan. Glikoliz jarayonida ishtirok etuvchi fermentlar hujayraning suyuq qismi gialoplazmada aniqlangan. Lizosoma va vakuolalar tarkibida har xil organik birikmalarni parchalaydigan gidrolaza fermentlari mujassamlashgan.

Oqsillar biosintezi bilan bog'liq bo'lgan fermentlar ribosomada, nuklein kislotalarning almashinuvini katalizlaydigan fermentlar esa yadroda uchraydi. Shunday qilib, hujayraning organoidlarida joylashgan fermentlar tizimi hujayra, to'qima, a'zo va unuman tirik organizm faoliyatini mutanosib-gormoniya holida maqsadga muvofiq ishlashda benihoya katta ahamiyat kasb etadi.

#### Sinov savollari

1. Fermentlarning kimyoviy tabiati va biologik roli.
2. Fermentlardagi faol markazlar, ularning ahamiyati.

3. Ferment-substrat kompleksi nimani anglatadi? Ular o'rtasida qanday kimyoviy bog'lar hosil bo'lishi mumkin?
4. Haroratning ferment faoliyatiga ta'siri.
5. Qanday muhitda oshqozondagi ferment-pepsin maksimal faoliyatini (kislotali, ishqorli, neytral) namoyon etadi?
6. Vitamin B<sub>6</sub> qaysi fermentning kofermenti? Uning nomi va struktura formulasini yozing.
7. Laktoza, saxaroza va dipeptidlarga ta'sir qiluvchi fermentlarning ratsional nomenklatura bo'yicha nomini ayting.
8. Oksidoreduktaza fermentlarining kichik sinflari. Ularga misollar keltiring.
9. Fermentlarning ta'sir etish mexanizmi qanday omillarga asoslangan?
10. Fermentativ reaksiyalarning bosqichlari.
11. Fermentativ reaksiyalarning o'ziga xos xususiyatlari.
12. Fermentlarning faolligi qanday birliklarda o'lchanadi?
13. Fermentlarning nomenklaturasi va sinflarga bo'linishi.
14. Hujayrada fermentlarning joylanishi.

### Fermentlarga oid testlar

1. Fermentlarning noorganik katalizatorlardan farqi:
  - A) oqsil, pH, spetsifikligi, tezligi va boshqalar;
  - B) vitamin bo'lganligi;
  - V) strukturaga ega bo'lganligi;
  - G) multimer bo'lganligi.
2. Xoloferment deb nimaga aytiladi?
 

A) makromolekulalarga;	B) multienzimli komplekslarga;
V) oddiy fermentlarga;	G) murakkab fermentlarga;
D) ferment-substrat kompleksiga.	
3. Fermentlardagi reaksiya bosqichlari:
  - A) kompleks hosil qilish;
  - B) har xil kimyoviy bog'lar hosil qilish;
  - V) faollanish, mahsulot hosil qilish, fermentlardan ajralish;
  - G) energiya hosil qilish.
4. Fermentlarning faolligi qanday birliklarda o'lchanadi?
  - A) Mixaelis konstantasi, solishtirma faollikda, oqsil ifodasida;
  - B) spektroanaliz bo'yicha;
  - V) xromatografiya bo'yicha;
  - G) tashqi ko'rinish bo'yicha.

6. Fermentlarning faolligi qanday omillarga bog'liq?  
 A) birlamchi strukturaga;  
 B) harorat, pH, kationlar, aktivatorlar, ingibitorlarga;  
 V) ikkilamchi strukturaga; G) tashqi muhitga.
7. Fermentlarning nomenklaturasi nimalarga asoslangan?  
 A) tasodifiy nomlarga; B) struktura tuzilishiga;  
 V) ratsional, substrat nomi, reaksiya mahsuloti va aktseptorga asoslangan;  
 G) oqsillarning ikkilamchi strukturasi bo'yicha;  
 D) fermentlarning molekulyar massasi asosida.
8. Fermentlarning sinflanishi qanday tizimga asoslangan?  
 A) kataliz turiga; B) molekular turiga;  
 V) molekula massasiga;  
 G) fermentning oddiy yoki murakkabligiga.
9. Fermentlar organizmning qaysi qismida joylashgan?  
 A) hujayralararo suyuqlikda; B) hujayra membranasida;  
 V) molekular bog'larida;  
 G) hujayra organoidlari va organizmning hamma qismlarida.
10. ATF ishtirokida hosil bo'ladigan molekularni sintezlaydigan fermentlar qaysi sinfga mansub?  
 A) transferazaga; B) gidrolazalarga;  
 V) liazalarga; G) ligazalarga.
11. Dekarboksillanish fermentlari qaysi sinfga mansub?  
 A) izomerazalarga; B) liazalarga;  
 V) ligazalarga; G) transferazalarga.
12. Sitoplazmadagi fermentlar pH ning qaysi ko'rsatkichlarida maksimal faollikka ega bo'ladi?  
 A) 7; B) 2-3; V) 4-5; G) 9-10.

## IV BOB

### NUKLEIN KISLOTALAR

Nuklein kislotalar yuqori molekularli biopolimerlar bo'lib, molekulyar massasi 250 dan  $1,2 \cdot 10^5$  kDa atrofida bo'ladi. Ular tirik organizmda irsiy belgilarni saqlab, ularni avlod-dan-avlodga o'tkazishda bevosita ishtirok etib, kibernetik vazifani bajaradilar. 1869- yilda shvetsariyalik olim F.Misher tomonidan hujayra yadrosida nuklein kislotalar aniqlanganligi uchun nukleus (lotincha nucleus-yadro) deb atalgan. Tarkibidagi uglevodga qarab ular dezoksiribonuklein (DNK) va ribonuklein (RNK) kislotalariga bo'linadi.

Nuklein kislotalar organizmlarda hujayralarning deyarli hamma organoidlar tarkibida uchraydi. Yadroda DNK oqsil bilan birgalikda dezoksinukleoproteid (DNP) shaklida (umumiy massaning ~1% ni tashkil qiladi). Ularning mitoxondriyalarda, xloroplastlarda ham borligi aniqlangan. Yadroviy DNKda organizmning tur spetsifikligini belgilovchi genlarning asosini tashkil qilib, hujayra suyuqligida esa irsiy belgilarni ko'chiruvchi RNKlarni uchratish mumkin. Biologiya tarixida nuklein kislotalarning tadqiq qilinishi mazkur fanni tavsifiy sohadan eksperimental yo'nalishga aylantirishda benihoya katta xizmat qildi. Nuklein kislotalarni tuzilishi va vazifalarini aniqlashda katta xizmat qilgan Nobel mukofotiga sazovor bo'lgan olimlardan D.J.Uotson, F.Krik va M.Uilkins, hujayra tashqarisida DNK sintezini aniqlagan A.Kornberg, S.Ochao va genetik kodni ochgan M.Nirenberg, R.Xoli va X.Koranalarni ko'rsatish mumkin. Informatsiya RNKni va oqsil sintezini ribosomada aniqlashda xizmat qilgan rus olimlaridan akademiklar A.N.Belozerskiy va A.S.Spirinlardir.

Nuklein kislotalarining jahon miqyosida muntazam ravishda ilmiy jihatdan tadqiq qilinishi natijasida hozirgi kunda biologiya fanida molekulyar biologiya, gen muhandisligi va biotexnologiya sohalari shakllanib, bu yo'nalishlar asosida daktiloskopiya, transgen o'simlik, hayvonlar va klonlash usullari paydo bo'ldi. Mazkur yo'nalishlar faqat nazariy bo'lmasdan, balki tibbiyotda, qishloq ho'jaligida insonni ajablantiruvchi ilmiy ishlar qilinmoqda. Nuklein kislotalar tufayli biologiya fani kriminalistika va ijtimoiy-gumanitar fanlariga kirib, dastlabki yutuqlarga ega.

Nuklein kislotalarni fenol yordamida to'qimalardan ajratib olish usuli keng qo'llaniladi. Bu usul oqsillarni denaturatsiyaga uchratuvchi moddalar ishtirokida (dodeilsulfat natriy ta'sirida yoki yuqori harorat) olib boriladi. Bunda denat[ratsiyaga uchragan oqsil fenol qismga, nuklein kislota esa



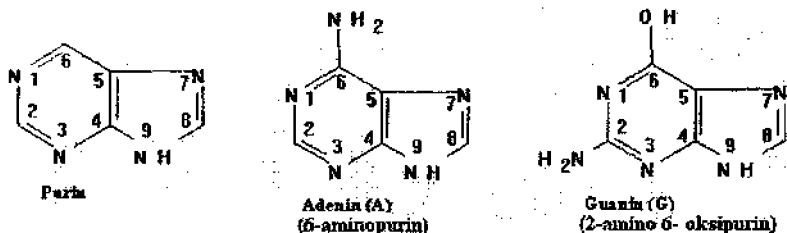
o'ziga o'tadi. Keyin nuklein kislotasi etil spirti yordamida cho'kmaga ko'tiriladi.

#### 4.1. Nuklein kislotalarning kimyoviy tarkibi

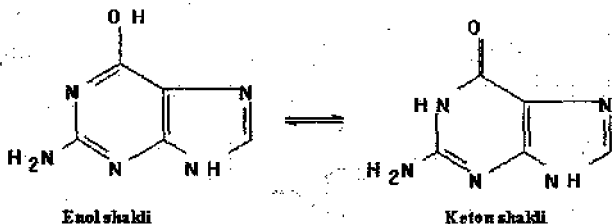
Nuklein kislotalar fermentlar, kislotasi, ishqor va boshqa kimyoviy moddalar ta'sirida bir nechta bo'laklarga parchalanadi. Mazkur strukturalar tarkibidagi azot asoslaridan purin va pirimidin, uglevod komponentlaridan ribosa va dezoksiribosa hamda fosfat kislotasi kiradi.

##### Purin asoslari

Nuklein kislotalar (DNK, RNK) tarkibida asosan ikki xil purin asoslari adenin (A) va guanin (G) uchraydi. Bu birikmalar molekulasida pirimidin va imidazol halqasidan tashkil topgan purinning hosilalari hisoblanadi:



Purin asoslari har xil tautomer shakllarida uchraydi:



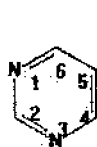
Ko'rsatilgan purin azot asoslaridan tashqari, hujayrada gipoksantin (6-oksipurin) va ksantinlar (2,6 dioksipurin) bo'lib, ular adenin, guaninlarning dezaminirlanishidan hosil bo'lib, nuklein kislotalar almashinuvida ishtirok etadilar.

Pirimidin asoslaridan nuklein kislotalar DNK va RNK tarkibida sitozin, uratsil (RNK tarkibida) va timin (DNK tarkibida) kiradi.

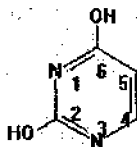
Nuklein kislotalar tarkibida ko'rsatilgan azot asoslaridan tashqari yana minor komponentlari uchraydi ular t-RNK tarkibida: digidrouratsil, psevdouridin, ksantin, gipoksantin, atsetilsitozin va orot kislotalar

uchraydi. DNK tarkibida qisman 5-metilsitozin va 6-metiladeninlar bor. Metillanish asosan, DNKning replikasiyasidan so'ng hosil bo'ladi. Metillangan asoslar DNK ni "o'zini" DNK-aza fermentidan saqlaydi.

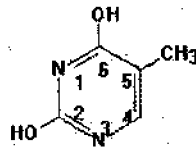
Notabiiy asoslardan 7-metilguanozin, 1-metil-2-amino-6-oksopurin, 6-dimetilaminopurinlar i-RNK va nukleozidlar tarkibida borligi aniqlangan.



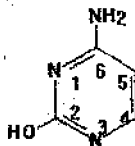
Pyrimidin



Uratsil (U)  
(2,6-dioxipirimidin)

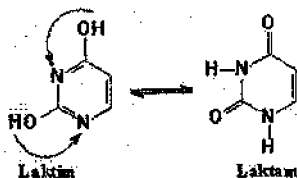


Timin (T)  
(2,4-dizoksi-5-metilpirimidin)



Sitozin (S)  
(2-oksio-4-aminopirimidin)

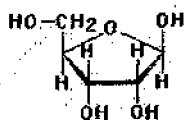
Yuqorida keltirilgan purin va pirimidin asoslarida qo'sh bog'lar va -OH, -NH<sub>2</sub> guruhlari bo'lib, ular asoslarni har xil tautomer holatiga: oksihosilalari laktam-laktim va aminohosilalari esa amin-imin ko'rinishga sababchi bo'lishlari mumkin. Jumladan, uratsil quyidagicha tautomerlanishi mumkin:



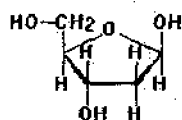
Tabiiy nuklein kislotalar tarkibida azotli asoslar laktam va amin shaklida bo'lib, bu holat ularga sintezlanishini to'g'ri yo'nalishga sababchi bo'ladi. Lekin, nuklein kislotalarga tashqi omillar, jumladan, nurlanish va shu asosda tautomerlarni hosil bo'lishi mutagenezning asosini tashkil qiladi.

Azot asoslari ultrabinafsha nurini 260 nm spektrida to'liq yutadi. Xuddi shu asosda ularni miqdoriy jixatdan aniqlanadi.

Uglevod qismlardan RNK tarkibida riboza va DNK da esa dezoksiribozalar uchraydi. Nuklein kislotalar tarkibidagi pentozalar  $\beta$ -D-riboza shaklida bo'ladi:



$\beta$ -D- ribofuranoza  
(riboza)



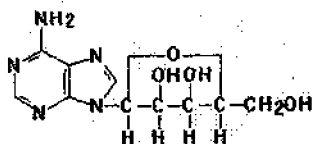
$\beta$ -2'- dezoksi D-ribofuranoza  
(dezoksiriboza)

Uglerod atomlari, nukleotid tarkibidagi pentozalarda tartib raqamiga "alfitrix" belgisi azot asoslaridan farq qilish uchun qo'yiladi.

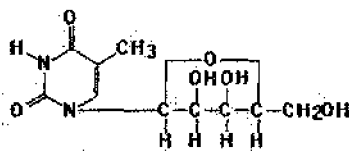
Dezoksiribozadagi C-2' guruhidagi OH ni protonlanishi C-2' va C-3' bog'larini yanada mustahkamlab, DNK molekulasining fazoviy strukturasi kompakt, ixcham holatga keltirishda yordam beradi.

### Nukleozid va nukleotidlar

Azot asoslarini pentozalar bilan birikmasini nukleozidlar deyiladi. Nuklein kislotalardan ajratilgan nukleozidlar N-glikozidlardir. Nukleozid tarkibida D-riboza bo'lsa ribonukleozidlar, agar dezoksiriboza uchrasa, dezoksiribonukleozidlar deb ataladi. Nukleozidlar purindagi N<sub>9</sub>, pirimidindagi N<sub>1</sub> atomlariga pentozalar  $\beta$ -konfiguratsiyali glikozid bog'lari orqali bog'lanadi. Ularning nomlanishi tarkibidagi getrosiklik azotli asoslardan kelib chiqadi (5-jadval). Misol tariqasida, ikki xil nomdagi nukleozidni keltiramiz:



Adenozin



Timidin

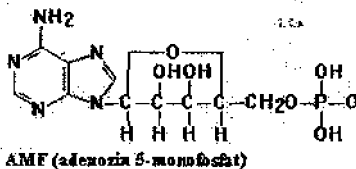
Nukleozidlarning to'liq va qisqartirilgan nomlari

5-jadval

Asoslar	Ribonukleozid	qisqargan belgisi	Dezoksiribonukleozid	qisqargan belgisi
Adenin	Adenozin	A	Dezoksiadenozin	dA
Guanin	Guanozin	G	Dezoksiguanozin	dG
Sitozin	Sitidin	S	Dezoksisitidin	dS
Timin	Timidin	T	Dezoksitimidin	dT
Uratsil	Uridin	U	-	-

Nukleotidlar nukleozidlarning monofosforli eʼvrlaridir. Ular nuklein kislotalarning monomeri hisoblanadi. Ularning tarkibida azotli asoslar (purin va pirimidin), uglevod komponentlari (riboza va dezoksiriboza) va fosfor kislotalari boʻladi.

Ribonukleotidlarda fosfor kislotasi ribozaning 2', 3' va 5' atomlariga bogʻlanishi mumkin.



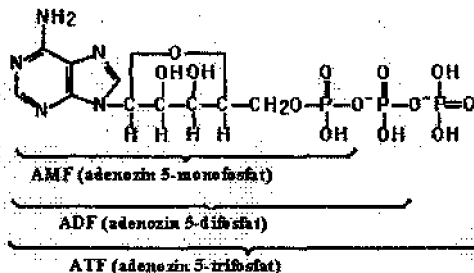
Dezoksiribonukleotidlarda fosfor kislotasining qoldigʻi dezoksiribozaning 3' va 5' uglerod atomlari orqali bogʻlanadilar.

Nuklein kislotalarning qoldiqlari mononukleotidlar boʻlib, ular ikki xil boʻlishlari mumkin. RNK ning mononukleotidlari: adenozin-3' - va 5' - fosfatlar (adenil kislot), guanozin-3' - va 5' - fosfatlar (guanil kislot), sitidin-3' va 5' - fosfatlar (sitidil kislot), uridin -3' - va 5' - fosfatlar (uridil kislot).

DNKning mononukleotidlari: 2'-dezoksiadenozin -3'-va 5'- fosfatlar (dezoksiadenil kislot), 2' dezoksiguanozin-3' -5' - fosfatlar (dezoksiguanyl kislot), 2'dezoksitimidin -3' va 5' - fosfatlar (dezoksitimidil kislot), 2' dezoksisitidin-3' va 5' fosfatlar (dezoksisitidil kislot).

Monofosfatlarda fosfat atomi uglerodning 5'atomiga bogʻlangan boʻlsa ularni AMF, GMF, dAMF lar deb ataladi.

Nukleozidmonofosfatlardan tashqari, tirik organizmlarda nukleoziddifosfat va nukleozidtrifosfatlar uchraydi:



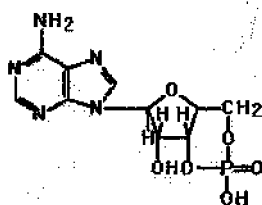
Nukleoziddifosfat va nukleotidtrifosfat tarkibidagi fosfat kislotalari bir-birlari bilan yuqori potensial energiyaga ega boʻlgan anhidrid bogʻlari orqali bogʻlanib, ularni makroerglar deb ataladi. Makroergli

nukleotidtrifosfatlar RNK va DNKlarning biosintezida dastlabki substrat hisoblanadi.

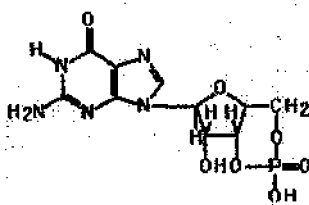
Hujayra metabolizmidagi ATF markaziy o'rin egallab oksidlanishi, substratli va fotosintetik fosforlanish reaksiyalarining mahsuli bo'lib, organizmda akkumulyatorlik vazifasini o'taydi. Har qanday biologik muayynlarda energiya manbai sifatida ATF xizmat qiladi. ATF dan tashqari boshqa trifosfatlar ham muayyan biologik vazifalarni bajaradilar. Jumladan, GTF oqsilning translyatsiyasida, UTP uglevodlar sintezida va ATF esa glitserofosfolipidlar biosintezida ishtirok etadilar.

Nukleotidlarning molekulyar og'irligi 330 ga teng. Bakteriofagdagi nuklein kislotasining molekulyar massasi  $1,9 \cdot 10^6$  Da. Demak, tarkibida 5760 nukleotid qoldig'i bor ( $900000:330$ ).

Hujayrada oddiy nukleotidlardan tashqari yana siklik -3',5'-adenil va siklik 3',5' guanil kislotalar ham uchraydi:



Siklik 3'-5' adenozin monofosfat  
(c-3',5'-AMF)

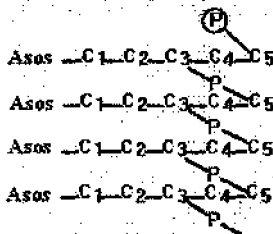


Siklik 3'-5' guanozin monofosfat  
(c-3',5'-GMF)

Siklik nukleotidlar biologik faol moddalar bo'lib, hujayraga tashqaridan keladigan habarlar (gormon, neyromediator va boshqa) uchun vositachilik rolini bajaradilar. Ular siklaza fermentlari yordamida sintezlanib, faolliklari esa har xil effektorlar, jumladan, gormonlar orqali boshqariladi.

#### 4.2. Nuklein kislotalarning tuzilishi

Nuklein kislotalar molekullari nukleotidlarning polimerlanishi natijasida hosil bo'lgan polinukleotidlar zanjiridan iborat. Nukleotidlar qoldig'i bir-biri bilan fosfat kislotalar yordamida birikadi. Fosfat kislotalar har doim bir nukleotid tarkibidagi ribozalar (dezoksiribozalar)ning uchinchi C-atomi bilan, ikkinchi nukleotid tarkibidagi ribozalar (dezoksiribozalar)ning beshinchi C-atomi bilan murakkab efir bog'lari orqali bog'lanadilar. Buni quyidagi chizmada ko'rish mumkin.



Yuqoridagi polinukleotidlarning o'zaro bog'lanish tizimiga asosan ular qutblangan bo'lib, bir tomoni 5'-O-Fn guruhi bo'lsa, ikkinchi tomoni esa 3'-OH guruhi bo'ladi.

#### 4.2. Dezoksiribonuklein kislotasining struktura va vazifasi (DNK)

Oqsillarga o'xshash DNK ham birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi strukturaga ega.

##### DNK ning birlamchi strukturasi

Dezoksiribonuklein kislota barcha tirik organizmlarda va ayrim viruslarda mavjud. U genetik (irsiy) axborotlarni o'zida saqlab, uni avloddan-avlodga uzatishda bevosita ishtirok etadi. DNK molekulasining birlamchi strukturasi irsiy belgilar rejalashtirilgan, ular birin-ketin joylashgan dezoksiribonukleotidlar qatoridan iborat. DNK tarkibida to'rt xil dezoksiribonukleotid bo'lib, oqsildagi aminokislotalar sonidan kam bo'lsa ham ularning ketma-ket qator soni oqsildan uzun bo'ladi.

DNK nukleotid qatorini ya'ni, birlamchi strukturasi aniqlash (sekvenirlash) oxirgi yillarda juda yaxshi yo'lga qo'yilib, faqat alohida genlar emas, balki butun xromosoma genlaridagi nukleotid qatori aniqlangan. Jumladan, odam genomi ham sekvenirlanib, boshqa jonzotlar genomi qatorida kompyuterga joylashtirilib, bank axboroti sifatida saqlanadi.

Bakteriofaglar DNK sining nukleotid qatori unikal, ya'ni bir marta uchrab, boshqa qaytarilmaydi. Ayrim organizmlarda DNKdagi nukleotidlar ketma-ketligi unikal bo'lsa ham, ayrim qismlarida qaytariladigan nukleotid qatori bir necha marta uchraydi (t-RNK va i-RNKlarning kodlovchi qismlari) jumladan, bateriyalarda Eukariot genomlarda DNKning 60%ni strukturali, ya'ni oqsil sintezini belgilovchi qismlar tashkil qiladi. Hayvon DNKsining 10-25%ini tashkil qiluvchi bo'limlar qaytariladigan nukleotid qatoridan iborat bo'lib, ular ribosom, t-RNK, gistonlar, immunoglobulinlarning genlaridan iborat. Ular DNK

shaklida bir gen ikkinchisi bilan ketma-ket joylashib, ularni tutashtiruvchi tandemlar deyiladi. Ya'ni bir gen ikkinchi gendan speyser (spacer-oraliq) orqali ajraladilar. Qaytariladigan nukleotidlar ularni satelit (kichik-sayyor) qismlaridir, bular xromosomaning bir qismida joylashib, uning bo'linishida va o'zaro bog'lanishida ishtirok etadi.

Tabiiy manbalardan ajratib olingan DNKlarning nukleotid tartibini o'rganish natijasida AQSh olimi Chargaff va rus akademigi Vavilovskiyalar qator miqdoriy qonuniyatlarni aniqladilar. Bu qonunlar quyidagicha ifodalanadi:

1. DNK molekulasidagi purin asoslari, adenin va guanin molyar konsentratsiyasini yig'indisi pirimidin asoslari-sitozin va timinning molyar konsentratsiyasi yig'indisiga teng:

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

1. Adeninning molyar konsentratsiyasi timinnikiga, guaninniki esa sitoziniga teng:

$$A=T, G=S \text{ ёки } \frac{A}{T} = 1; \frac{G}{S} = 1$$

2. DNK zanjiridagi 6-aminoguruhli asoslar miqdori 6-ketoguruhli asoslar miqdoriga teng, ya'ni adenin va sitozin molyar konsentratsiyalarining yig'indisi guanin va timin molyar konsentratsiyalari yig'indisiga teng:

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

3. Guanin bilan sitozin molyar konsentratsiyalari yig'indisining adenin bilan timinning (DNK molekulasida yoki uratsil RNK da) molyar konsentratsiyalari yig'indisining nisbati turli manbalardagi nuklein turli manbalarda turlicha bo'ladi. Bu spetsifiklik koeffitsienti deb ataladi va

$$\frac{G+S}{A+T(U)} \text{ shaklida ifodalanadi.}$$

Agar,  $\frac{G+S}{A+T}$  ning qiymati birdan kam bo'lsa, bunday DNK AT tipga,

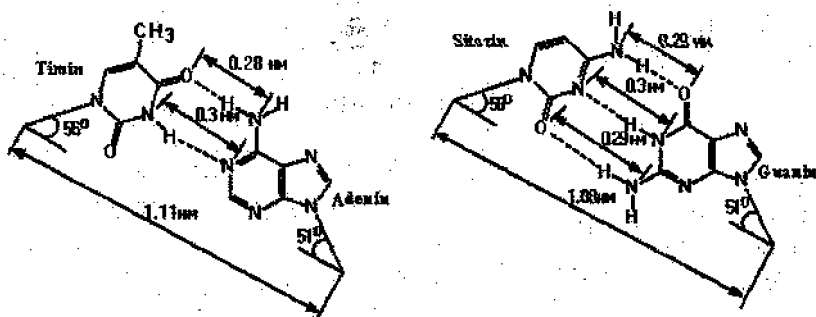
agari uning qiymati birdan katta bo'lsa, GS tipga kiritiladi.

Yuqsak o'simliklar va hayvonlar DNKsi AT tipga mansub, mikroorganizmlar, suvo'tlar va bakteriyalarning DNKsi ko'pincha GS tipga mansub. Bu ko'rsatkichlarni o'simlik, hayvon va mikroorganizmlarni taksonomik qatorini aniqlashda foydalanish mumkin.

## DNK ning ikkilamchi strukturasi

DNK ning nukleotid tarkibi to'g'risidagi analitik ma'lumotlar asosida Uotson bilan Krik 1953- yilda DNK molekulasining qo'sh spirallarini bir-biriga o'ralgan tuzilishi to'g'risidagi g'oyani taklif etdi. Keyinchalik bu nazariya eksperimental tasdiqlandi. DNKning ikkilamchi strukturasi muvofiqlashtiradigan asosiy omillar quyidagicha: A va T o'rtalaridagi vodorod bog'lari bo'lib, bu juftlikda ikkita bo'ladi. G va S juftligida esa vodorod bog'lari uchta. Azot asoslarini komplementar (bir-birini to'ldiruvchi) deyiladi.

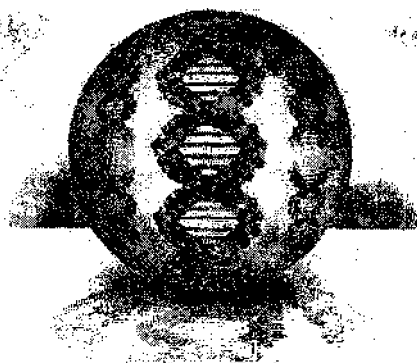
Komplementar juft azot asoslari A-T va G-S lar faqat katta-kichik o'lchami bir xil bo'lishi bilan birgalikda, ularning shakli ham bir xilda bo'ladi.



14-rasm. DNK ning komplementar asoslari (A-T, G-S asoslar o'rtasidagi vodorod bog'lari)

Qo'sh spiralli strukturaning o'zagi fosfat va dezoksiriboza guruhidan tashkil topgan. U fazoviy o'qqa nisbatan o'ngga buralish xususiyatiga ega. Spiralning ichki qismiga azot asoslari u fazoviy o'qqa nisbatan perpendikulyar joylashgan. Qo'sh spiraldagi har bir zanjir o'zaro antiparalel, ya'ni uning kimyoviy tuzilishi bir-biriga qarama-qarshi holda shakllanadi. Bir zanjirdagi bog' 5'-3' shaklida bo'lsa, ikkinchisida, aksincha 3'-5' fosfat ko'rinishda (14-rasm) bo'ladi.





15-rasm. DNK ning modeli va chizmasi

DNK modeliga asosan uning molekulasini qo'sh spirall hosil qiluvchi ikkita polinukleotid zanjirdan tashkil topgan. Har ikkala zanjir bitta umumiy o'qqa ega bo'lib, diametri 0,2 nm ga teng. Nukleotidlar qoldig'i bir-biriga nisbatan  $360^\circ$  burchak hosil qilib joylashgan. Spirallning bir aylanasi  $360^\circ$  yoki o'rami 10 nukleotid qoldig'idan tashkil topgan. Spirallning bir o'rami orasidagi masofa 3,4nm ga teng bo'lib, har bir nukleotid 0,34 ni egallaydi (16-rasm).

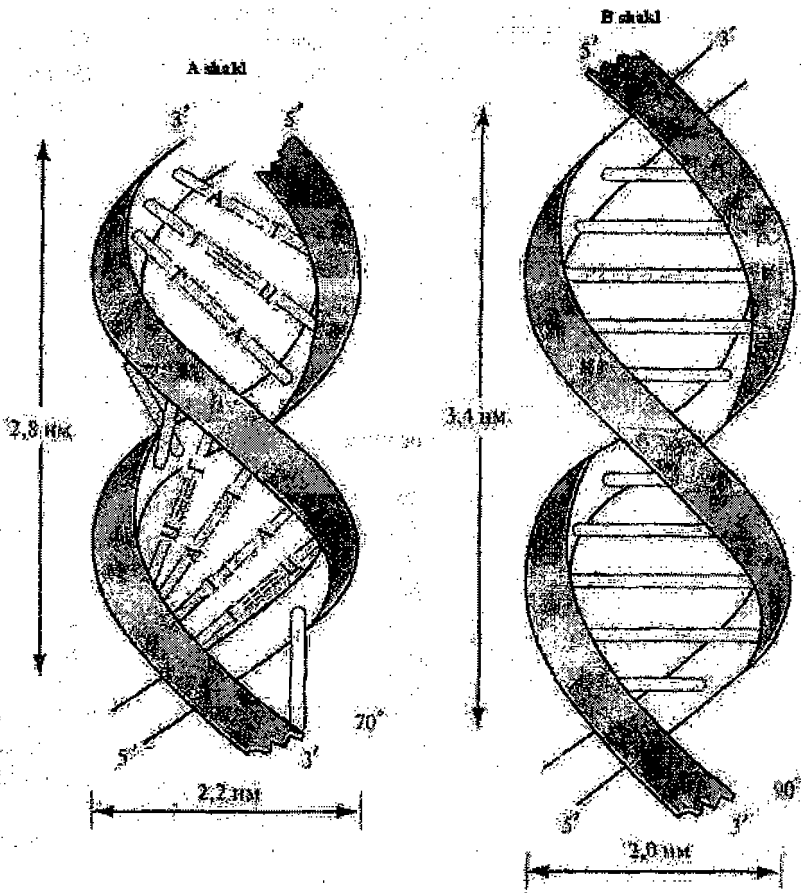
DNK zanjirlarining pentoz fosfat guruhlarini spirallning tashqi tomonida, azot asoslari esa ichki tomonida joylashgan. DNK molekulasidagi adenin miqdori har doim timin miqdoriga teng va guanin miqdori sitozin miqdoriga teng bo'ladi.

DNK molekulasining boshqa (A,B,C,Z va boshqa) shakllari ham kashf etilgan.

DNK molekulasining har xil shakllari o'zaro bir-birlariga o'ta oladilar. Xromosomadagi genlarning vazifasiga qarab (DNK-replikatsiyasi, transkripsiya va boshqa holatlar) DNK molekulasining shakli o'zgarib turadi.

### DNK ning uchlamchi strukturasi

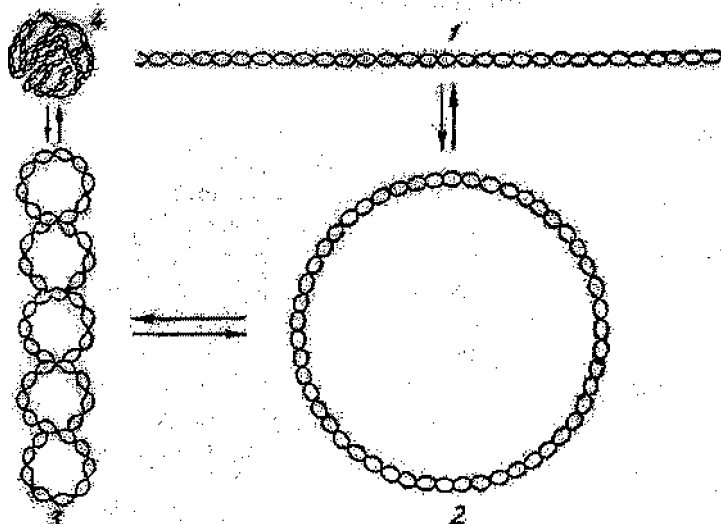
Ikki spiralli DNK molekulasini har qanday organizmda zich holda joylashib uch o'lchovli murakkab strukturani hosil qilishi mumkin. Prokariot organizmlarda ikki zanjirli DNKning kovalentli tutashirilgan aylana shaklidagisi chap



16-rasm. Qo'sh spiralning A va B chizmasi

superspiral holatidagi ko'rinishi uning uchlanchi strukturasi yaratadi. DNK ning superspiralizatsiyasi nihoyatda katta bo'lgan molekulani kichik hajmdagi hujayraga joylanishini ta'minlaydi. E coli DNK sining uzunligi 1 mm, hujayrasi esa 5 mkm dan oshmaydi. DNKning superspiralizatsiyasi zanjirning ajralishini, replikatsiya jarayonining dastlabki bosqichini tezlashtirishda va transkripsiyani boshlash uchun zarur omil hisoblanadi (17-rasm).

DNK ning uchlanchi strukturasi xromosomadagi oqsil bilan kompleks holda shakllanadi.



17-rasm. Qo'sh spiralli DNK shakllari  
 1-chiziqli struktura; 2-aylana shakidagi DNK;  
 3-halqali superspiral; 4-ixcham o'ralgan struktura.

Ayrim viruslar, mitoxondriya, xloroplastlar va boshqa ob'ektlardan ajratib olingan tabiiy holdagi DNK aksariyat, qo'sh spiralli zanjir alohida qismlari bo'yicha superspiral holda joylashadi.

Xromosomadagi giston xilidagi oqsillar asosli hossaga ega bo'lib, DNK dagi kislotali guruhlar bilan ion bog'lari va qo'shimcha ta'sirlar yordamida bog'lanib, xromatinni hosil qiladi.

Xromatin va xromosomada DNK superspirallangan holatida bo'lib, bir necha bosqichli superspirallanishni kuzatish mumkin. Birinchi bosqichda xromatinda DNK o'ta zich, bir-biriga o'ralgan, ixcham shaklda bo'ladi. DNK molekulasining 200 nukleotid masofasi giston oqsili bilan qoplangan matinning birligi-nukleosomani tashkil qiladi. Dezoksiribonukleoproteid tasmasi o'z navbatida ikkinchi tartibli spiralni hosil qiladi. Ko'rsatilgan birliklar 5, 10, 13 va 50 nm larda qaytariladi. Xromosomadagi gistonlar spiralning ichki qismida joylashadilar. DNKning superspiral holatidan oddiy holatga va aksincha bo'lishi topoizomeraza fermentlari ishtirokida sodir bo'ladi.

#### 4.4. Ribonuklein kislotalar ( RNK)

Ribonuklein kislotalar hujayraning hamma qismida uchraydi. Hujayra tarkibida uchraydigan RNK lar molekulasining massasi, kimyoviy tuzilishi va vazifasiga qarab bir-biridan farq qiluvchi bir necha xillari mavjud:

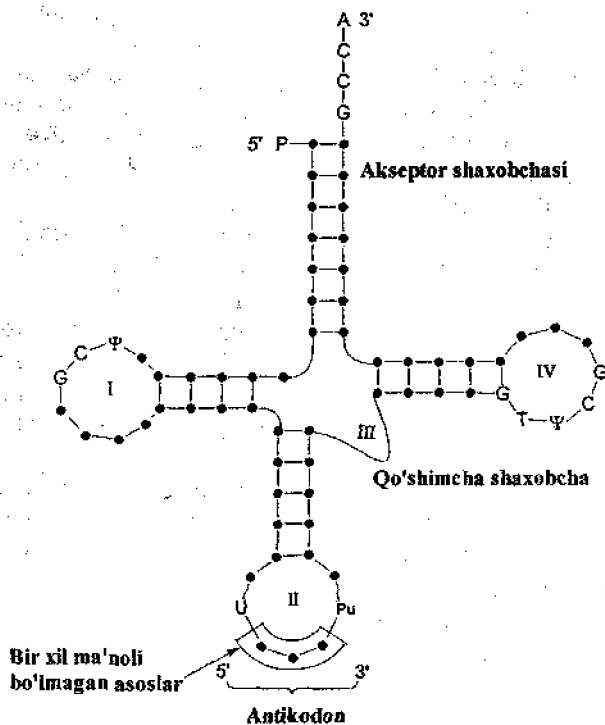
1. Hujayradagi RNKning 65-80% ga yaqinini ribosom RNK (r-RNK) tashkil qiladi. Mazkur RNK hujayraning maxsus organoidi ribosomalarda to'plangan. Ular tarkibida bir-biridan farq qiladigan r-RNK turlari -5S, 8S, 28S lar aniqlangan. Ularning molekulyar massasi 1,5-2 mln ga teng va 4000-6000 mononukleotid qoldig'idan tashkil topgan. R-RNK hujayrada oqsillar bilan birikib, ribonukleoproteid zarrachalarini tashkil qiladi. Ribosom RNKlar oqsil sintezlovchi organoidlarning strukturasi tashkil qilishda ishtirok etadilar. Ribosom RNKlardan (28S, 18S va 5S) ayrimlari yadrochada joylashadi. Ribosom RNK 2-10% ni yadrodagi geterogen yadroli (g-ya RNK) RNK tashkil qilib, ular m-RNK ning dastlabki shakllanishida ishtirok etishi aniqlangan.

Oqsil biosintezining asosiy mexanizmi ribosomalarda sodir bo'ladi. Ribosomalar oqsil va RNK dan tashkil topgan ribonukleoproteid (RNP) zarrachalaridir. Hujayrada ularning soni  $10^4$  (prokariot) dan  $10^6$  (eukariot)gacha bo'ladi. Ribosomalar asosan sitoplazma, yadrocha, mitoxondriy xloroplastlarda uchraydi. Ular ikkita subbirliklardan tashkil topgan. Hajmi va molekulyar massasi bo'yicha ribosomalar uch guruhga bo'linadi: 1. 70S ribosom prokariotlarga tegishli bo'lib, 30S va 50S subbirliklardan tashkil topgan. 2. 80S ribosom eukariotlarga tegishli bo'lib, 40S va 60S birliklardan tashkil topgan. 3. mitoxondriya va xloroplastlar ribosomi bo'lib, 70S ni tashkil qiladi.

80S ribosomning kichik birligi bir molekula RNK (18S) va 33 xil oqsil molekulasidan tashkil topgan. Katta birlikda esa, uch xil RNK (5S, 8S, 28S) va 50 ga yaqin oqsil molekulasidan iborat. Ribosoma oqsillari ribosomaning strukturasi mustahkamlashda va fermentativ vazifani bajarishda ishtirok etadilar. Ribosomada kichik va katta birliklar o'zaro magniy ionlari orqali bog'lanadilar. Ribosomada ikkita jo'yak (ariqcha) bo'lib, biri m-RNK ni bog'lashda, ikkinchisi esa polipeptid zanjirini uzaytirishda xizmat qiladi. Bulardan tashqari, ribosomada ikkita markaz joylashgan. Birini aminoatsil (A-markaz), ikkinchisi peptidil (P-markaz) bo'lib, ular oqsil sintezini amalga oshirishda xizmat qiladi.

2. RNK ning ikkinchi guruhi transport RNK (t-RNK) deb ataladi. Bu umumiy RNKning 10-15% ini tashkil etadi. Uning 60 dan ortiq turi ma'lum. Ularning tarkibida 75-90 ta nukleotid qoldig'i bo'lib, molekulyar

miqdori 25000-30000 ga teng. Ular oqsil sintezida aminokislotalarni ribosomaga yetkazadi. Hujayrada har bir aminokislota uchun bir, ikki yoki ko'proq t-RNK to'g'ri keladi. T-RNK lar qanday aminokislotalarni ta'xirlashiga qarab t-RNK<sup>val</sup>, t-RNK<sup>ley</sup> va hokazo shaklida yoziladi. Uning umumiy tasviri "beda bargi"ni eslatadi (18-rasm)



18-rasm. t-RNK molekulasining beda bargi modeli.

T-RNK chizmasidan ma'lumki, uning bir tomoni G, ikkinchi uchi esa SSA bilan yakunlanadi. Aminokislota har doim adenina bog'lanadi. Mazkur molekulaning zanjirida triplet antikodoni bo'lib, oqsil sintezida m-RNKning kadaniga mos kelsa, t-RNK aminokislotalarni ribosomaga "uzatadi".

Hozirgi kunda 300 dan ortiq t-RNK larning nukleotid qatori aniqlangan. Molekula tarkibida purin va pirimidin azot asoslarining metillangan hosilalari uchraydi. Minor komponentlarga yana t-RNK

tarkibida digidrouridin va psevdouridinlar kiradi. T-RNK birlamchi, ikkilamchi va uchlamchi strukturaga ega.

3. RNK ning uchinchi turi informatsion RNK (i-RNK) yoki vositachi m-RNK (mesenjer) deb ataladi. RNK ning bu turi umumiy RNK ning 5% ini tashkil etadi. U ham sitoplazmada va yadroda uchrab, nukleotid tarkibi bo'yicha DNK molekulasini muayyan bir qism nukleotidlarning nusxasi hisoblanadi. Bu RNK DNK molekulasidagi axborotni oqsil sintezlaydigan orgonoid-ribosomalarga olib boradi. I-RNKning molekulyar massasi bir millionga yaqin bo'lib, ularning nukleotid tarkibi sintezlanayotgan oqsilning molekulyar og'irligiga qarab har xil bo'ladi. I-RNK ning sintezlanishi yadroda boshlanib, so'ng sitoplazmaga o'tib ribosomaga o'rashadi va oqsil sintezida qolip (matritsa) rolini bajaradi.

Informatsiya RNK bir necha qismlardan tashkil topib, uning informativ qismi oqsil sintezida matritsa vazifasini bajaradi. Informativ bo'lmagan qismi poliadenin fragmentlaridan tashkil topgan (50-400 nukleotid qoldig'idan iborat). I-RNK molekulasidagi poli A yonida 30 nukleotiddan tashkil topgan aktseptor qismi bo'lib, u ribosoma bilan bog'lanishda ishtirok etadi. Molekulaning 5' oxirida alohida struktura bo'lib, uni KEP (inglizcha cap-qalpoq) deb ataladi. U 7-metil guanozintrifosfat bo'lib, RNKni ferment ta'siridan saqlab, translyatsiyada ishtirok etadi. I-RNK molekulasidagi noinformativ qismi, molekulani bir me'yorda turishini ta'minlaydi. Informatsiya RNKning sintezi yadrodan boshlanib, sitoplazmada yakunlanishiga "protssesing", ya'ni RNK ning yetilish jarayoni deyiladi.

Viruslar RNKsi alohida guruhni tashkil etadi. U birinchi navbatda vazifasi jihatidan hujayralar RNKsidan farq qiladi. Ularni genetik RNK deb ham ataladi. Uning molekulyar massasi katta bo'lib,  $10^6$ - $10^7$  atrofida bo'ladi.

**RNK tuzilishi.** Ribonuklein kislotalar (RNK) ning kimyoviy tuzilishi DNK ga o'xshash, faqat RNK tarkibida timin o'rnida uratsil va dezoksiriboza o'rnida riboza uchraydi. Ular asosan UMF, SMF, AMF va GMF lardan tashkil topgan. RNK ham nukleotidlarning bog'lanishi xuddi DNK ga o'xshash, ya'ni nukleotidlar o'zaro fosfodiefir bog'lari orqali birikadilar. RNK molekula tarkibida oz miqdorda bo'lsa-da, 5-metiltsitozin, 1-metilguanin va psevdouratsillar uchraydi.

RNK molekulasi bitta polenukleotid zanjiridan tashkil topgan bo'lib, uning fazoviy konfiguratsiyasi beqaror bo'ladi. RNK ning ayrim qismlari bir-biriga yaqin kelib, o'zaro vodorod bog'lari bilan birikadi va spiral

struktura hosil qiladi. Bunday strukturalar RNK xillariga qarab har xil turlarda bo'ladi.

RNK ning turlari masalan r-RNK, i-RNK va t-RNK lar o'zlariga xos makromolekula struktura tuzilishiga ega. RNKlarning molekulasida qatlamlashgan qismlar bilan bir qatorda spiral bo'lmagan joylar ham uchraydi. Akademik A.S.Spirinning ko'rsatishicha, eritmaning ion kuchi, pH darajasi va boshqa omillarga qarab, RNK ning makromolekulalari har xil turlarda bo'lishi mumkin.

### Sinov savolari

1. Nuklein kislotalarning biologik ahamiyati va kimyoviy tarkibi.
2. Purin va pirimidin azot asoslari va ularning hosilalari.
3. Minor azot asoslari va ularning ahamiyati.
4. Azot asoslarining tautimer holatlarini yozib, mohiyatini ayting.
5. Nuklein kislotalardagi "shtrix" belgisi nimani anglatadi?
6. Nukleozid va nukleotidlarni ta'riflab misollar yozing.
7. Nukleozid trifosfatlardan misollar keltirib, formulalarini yozing.
8. Siklik nukleotidlarga misollar keltirib va formulalarini yozing.
9. Nukleotidlarning o'zaro bog'lanishi qanday tizimga asoslangan?
10. DNK ning tarkibi, makromolekula konfiguratsiyasi.
11. DNK ning birlamchi va ikkilamchi strukturalari.
12. Chargaff qonunini yozing.
13. DNK ning uchlamchi strukturasi, superspirallanishning biologik ahamiyati.
14. RNK ning DNK dan farqlari.
15. RNK xillari, ularning kimyoviy tarkibi.
16. RNK xillarining biologik vazifalari.
17. Ribosomlarning xillari va kimyoviy tarkibi.

### Nuklein kislotalar bo'yicha testlar

1. Nuklein kislotalarning monomerlari:  
A) nukleozidlar; B) peptidlar; V) oligosaxaridlar; G) nukleotidlar.
2. Nukleotid tarkibi:  
A) uglevod, yog', aminokislotalar; B) azot asoslari, uglevod, fosfor kislotalari; V) nukleozidlar; G) aminokislota va yog'lar.
3. Nukleotidlar o'zaro qanday bog'langan?  
A) pirofosfat bog'i; B) fosfoamin bog'i; V) fosfoangidrid bog'i; G) peptid bog'i.

4. Chargaff qoidasi bo'yicha asoslar o'rtasidagi bog'lar:  
A) adenin-timin, guanin-sitozin; B) adenin-guanin-uratsil;  
V) sitozin-uratsil; G) guanin-uratsil-adenin.
5. DNK molekulasining bir o'ramiga nechta nukleotid to'g'ri keladi:  
A) 10; B) 3,8; V) 5; G) 4.
6. DNK zanjirlarini bog'lovchi kuchlar:  
A) koordinatsion bog'lar; B) vodorod bog'lar; V) ion bog'lar;  
G) gidrofob bog'lar.
7. DNK ning uchlamchi strukturasi shakllantiruvchi oqsillar:  
A) protaminlar; B) gistonlar; V) glyutelinlar; G) albuminlar
8. t-RNK ning ikkilamchi strukturasi shakli:  
A) chiziqli; B) daraxt shakli; V) beda bargi; G) olma bargi.
9. t-RNK ning spetsifikligini belgilovchilar:  
A) akseptor qismi; B) psevdouridil bog'i; V) antikodon bog'i;  
G) digidroudil bog'i.
10. Nuklein kislotalarning parchalanishidan hosil bo'lmaydigan moddalar:  
A) azot asoslari; B) pentozalar; V) geksozalar; G) fosfor kislotalari.
11. Nuklein kislotalarning 260 nm optik zichlikdagi to'liq yutilishiga sababchilar:  
A) vodorod bog'lari; B) pentozalar; V) azot asoslari;  
G) fosfor kislotalari.
12. Nukleotidlarni parchalovchi fermentlar:  
A) nukleazalar; B) nukleotidazalar; V) fosfatazalar;  
G) nukleozidfosforilazalar.
13. Adenozintrifosfat-bu:  
A) monofosfat; B) difosfat; V) nukleozid; G) nukleotid.
14. Ribosoma nechta subbirlikdan iborat?  
A) 2; B) 3; V) 4; G) 5.
15. Ribosomada qanday markazlar bor:  
A) aminoatsil va peptidil; B) kodonli markaz; V) qolipli markaz;  
G) triplet markaz.



## V BOB

### UGLEVODLAR, TUZILISHI VA VAZIFASI

Triq tabiatda keng tarqalgan biopolimerlardan biri uglevodlardir. Ular hujayra tuzilishida va hayotiy jarayonlarda faol ishtirok etadi. Uglevodlar o'simlik tarkibiy qismining 80-90 % ini tashkil qiladi. Hayvon va inson organizmida ularning miqdori kam bo'ladi. Eng ko'p uglevodlar qandlarda (5-10 %), skelet mushaklarida (~0,5 %) va bosh miyada (0,2 %) uchraydi.

Uglevod C, H, O atomlaridan tashkil topgan bo'lib, ular tarkibidagi uglerod va kislorodning o'zaro nisbati xuddi suv molekulasiga o'xshash, ya'ni 2:1 bo'ladi. Uglevodlarning tarkibi  $(CH_2O)_n$  lardan iborat bo'lib, uglevodning gidrati degan ma'noni beradi. Lekin ba'zi uglevodlarning tuzilishi ko'rsatilgan formulaga mos kelmasligi aniqlangan. Ularga bundan 100 yil ilgari berilgan nom to'g'ri bo'lmasa ham, fanda shu davrgacha qabul qilingan edi. Lekin bu nom fanda o'z o'rnini topgani yo'q.

Uglevodlarning strukturasi organik kimyoda keng bayon qilingan bo'lsa ham, biz ularning tuzilishi va fizika-kimyoviy xossalarini biokimyoga asosida qisqacha talqin qilishga harakat qilamiz.

Uglevodlar tarkibida kichik molekulyar massadan bir necha millionga boradiganlari bor. Tarkibidagi qandlarning soniga qarab, ular: monosaxaridlar, oligosaxaridlar va polisaxaridlariga bo'linadi.

Monosaxaridlar oddiy qandlardir. Ular struktura bo'yicha bitta birlikdan iborat bo'lib, gidrolizga uchramaydi. Monosaxaridlar - poligidrokسالdegidlar yoki poligidrooksi-ketonlardir.

Oligosaxaridlar tarkibida 2 dan 10 gacha monosaxarid qoidig'i bo'lib, ular glikozid bog'lari orqali bog'lanadilar. Polisaxaridlar monosaxaridlardan tashkil topgan yuqori molekulyar moddalar. Ularning polimerlanishi 10 ta monosaxaridlarnikidan yuqori bo'lib, o'zaro glikozid bog'lari orqali bog'lanadilar.

**Uglevodlar vazifasi.** Uglevodlar biosferada tarqalgan eng ko'p organik birikmalardir. Ular o'simlik va hayvon organizmlarida ikki katta vazifani bajaradilar:

- Uglevodlar oqsil, nuklein kislotalar, yog'lar va boshqa moddalar sintezida zarur bo'lgan uglerod manbaidir.
- Organizm energiyasining 70 % i uglevodlar hisobiga hosil bo'ladi. 1 gramm uglevod oksidlanganda  $\approx 16,9$  kDj energiya ajraladi.

Uglevodlarning yana boshqa vazifalari ham mavjud :

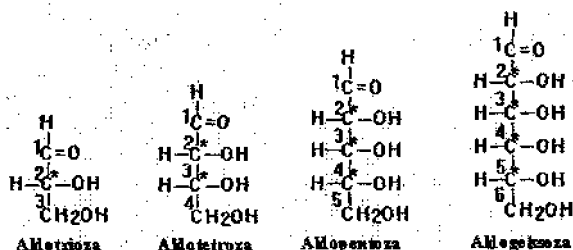
- Ular zaxira vazifasini o'taydilar, jumladan, kraxmal va glikogin glyukoza ning vaqtinchalik saqlanadigan depoziti hisoblanadi.
- Sellyuloza va boshqa polisaxaridlar o'simlik uchun mustahkam poydevor hisoblanib, ular oqsil, lipid bilan kompleks holda, biomembrana tarkibida strukturalik vazifasini bajaradi.
- Geteropolisaxaridlar biologik suritkich moddalar bo'lib, ularga oshqozon ichak yo'llasida, burun, quloq, bronx va traxeyalardagi shilimshiq moddalar kiradi.
- Uglevodlarning yuqoridagi vazifalaridan tashqari, yana spetsifik vazifalari ham bor - gibril (kompleksli) molekular, jumladan glikoprotein va glikolipidlarni hosil qiladilar. Glikoproteinlarni hujayralar bir-birini sezishda markerli, spetsifik antennalik, qon guruhlarni ajratishda, retseptorlik, katalitik kabi qator vazifalari borligi aniqlangan.

Monosaxaridlar monozaalar deyiladi. Kimyoviy tarkibi bo'yicha ular poligidroksialdegidlar yoki poligidroksiketonlardir. Monosaxaridlar

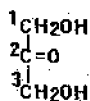
tarkibida aldegid guruhi  $\left( \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ | \\ \text{H} \end{array} \right)$  bo'lganligi uchun, ularni aldozaalar yoki keto ( $-\text{C}=\text{O}$ ) guruhlarni tutuvchilarini esa ketozaalar deyiladi.

Sodda uglevod tarkibida ikkitadan kam bo'lmagan gidroksil va bittadan karbonil (aldegid yoki keton) guruhlarni tutadilar. Demak, sodda uglevod uchta uglerod atomidan tuzilgan. Monosaxaridlardagi uglerod atomining soniga qarab, ular triozalar, tetrozalar, pentozalar, geksozaalar deb ataladi. Monosaxaridlar tarkibida oltita uglerod atomi va aldegid guruhi bo'lsa, ularni aldegeksozaalar, yoki ular keto guruhini tutsalar, ketogeksozaalar deb ataladi:

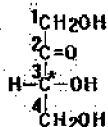
## ALDOZALAR



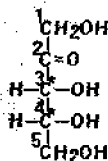
## KETOZALAR



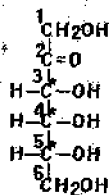
Ketotriaza



Ketotetraza



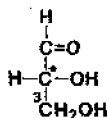
Ketopentoza



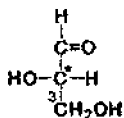
Ketogeksoza

Keltirilgan monosaxaridlar chiziqli aldoza yoki ketozalar Fisher proyeksiyasining formulasidir. Yulduzchalar bilan belgilangan atomlarni assimetrik deb atalib, bunday atomlar o'zlarida to'rt xil atom yoki guruhlarini tutadilar. O'zlarida assimetrik uglerod atomlarini tutgan moddalar fazoviy izomeriyalarga-sterioizomerlar yoki optik izomerlarga ega bo'lgan birikmalar bo'ladi. Sterioizomerlar  $2^n$  ga teng bo'lib, bu yerda  $n$  - assimetrik atomlar soni. Misol uchun, aldogeksozaning umumiy formulasi  $C_6H_{12}O_6$  bo'lib, tarkibida to'rtta assimetrik atomlar mavjud, ularning stereioizomerlari 16 holatiga ega, shulardan 8 tasi D - qatorga, va yana 8 tasi esa L qatorga mansubdirilar.

Eng oddiy monosaxarid hisoblangan glitserin aldegid molekulasida bitta assimetrik uglerod atomi bo'lib, u ikkita, ya'ni o'ngga (+) va chapga (-) buruvchi izomer hosil qiladi:



D(+)-glitserin aldegid

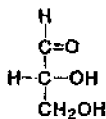


L(-)-glitserin aldegid

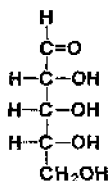
Izomerlarning o'ng yoki chapga burish xususiyatiga qarab emas, balki karbonil (aldegid yoki keton) guruhidan eng uzoqda joylashgan assimetrik uglerod atomidagi H- va OH- guruhlarining joylashishiga qarab belgilanadi. Tabiatda uchraydigan monosaxaridlar D qatorga mansub bo'ladi.

Monosaxaridlarning stereioizomerlari bir-birlaridan fizika-kimyoviy va biologik xususiyatlari bilan farq qiladi.

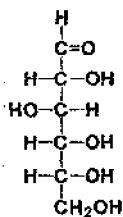
## ALDOZALAR



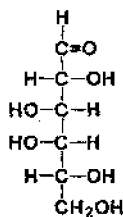
D- glitsirin aldegid



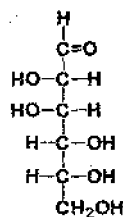
D- riboza



D- glyukoza



D- galaktoza

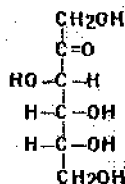


D- mannoza

## KETozALAR



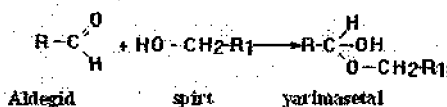
Dehidrooksiaseton



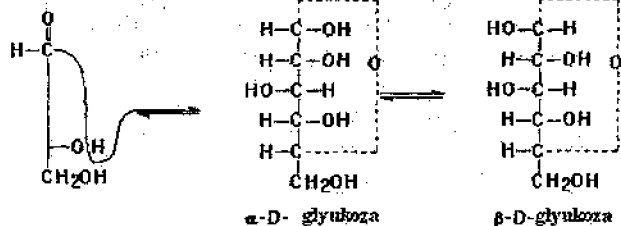
D- fruktoza

Tirik organizmda uchraydigan monosaxarid-aldoza va ketozalar bir-birlariga fermentlar orqali o'tadilar. Monosaxaridlarning aldegid va keton shakllari hamma vaqt ham aldegid yoki ketonlarga xos reaksiyaga kirishmaydi. Ularning bu xususiyati monosaxaridlarning yana boshqa shakllari ham mavjudligini bildiradi. Bu g'oya keyinchalik tajribalarda tasdiqlangan.

Monosaxaridlarning halqali shakllari ular tarkibidagi aldegid guruhi bilan biror OH- guruhi o'rtasida hosil bo'ladigan yarimatsetal bog'lar odatda, aldegidlar bilan spirtlar orasida boradigan reaksiyalar natijasida hosil bo'ladi:



Shunda birinchi uglerod atomi bilan molekulaning quyi qismidagi atomlar kislorod ko'prigi orqali birikadi va yana bir qo'shimcha assimetrik uglerod vujudga keladi.

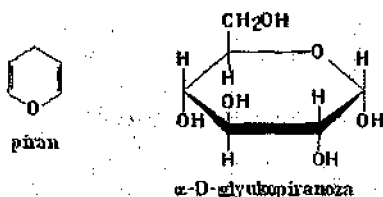


$C_1-C_5$  bog'lar ulanib, halqali yarimatsetalning hosil bo'lishi

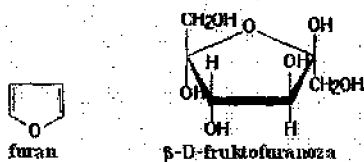
Bu strukturaga muvofiq, birinchi uglerod atomi ham assimetrik bo'lganidan, uning atrofida H va OH ikki xil joylanishi mumkin. Hosil bo'lgan izomerlar esa  $\alpha$  va  $\beta$  shakli ko'rinishida bejilganadi.

Halqali shaklning kelib chiqishi karbonil guruhining gidrotatsiyasi va hosil bo'lgan gidroksil bilan 5- yoki 4- uglerod atomidagi gidroksil guruhidan suv ajralib, shu atomlar orasida kislorod ko'prigining hosil bo'lishiga bog'liq.

Yuqorida aytilgan yo'l bilan hosil bo'lgan halqa piranlarning hosilasi bo'lib, glyukozaning piran shakli deb ataladi. Glyukozaning piranoza shaklini yozishda V. Xeuorsning istiqbolida ko'rinadigan formulalaridan foydalaniladi.



Geksozalar olti a'zoli halqalar bilan bir qatorda besh a'zoli halqalar ham hosil qiladi. Bunday halqalar furan hosilalari bo'lib, geksozalar furanoza nomi bilan ataladi.

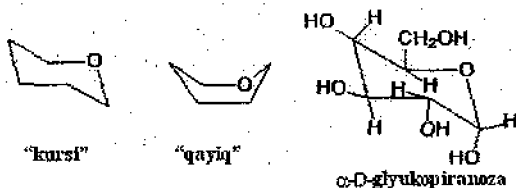


Organizmada uchraydigan monosaxaridlarning aksariyati piranoza shaklida bo'lib, ketozalar esa furanoza holida bo'ladi.

Monosaxaridlardagi birinchi uglerod atomidagi OH- guruhini glikozid gidroksili deb ataladi. Bu guruh eng faol bo'lib, monosaxaridlarning murakkab efilari aynan shu guruh orqali hosil bo'ladi.

Toza holdagi  $\alpha$ -glyukoza suvda eritilgan vaqtda avval shu birikmaga xos bo'lgan nurni solishtirma burish darajasiga teng bo'ladi. Vaqt o'tgandan keyin turg'un holatga o'tadi. Xuddi shunga o'xshash  $\beta$ -D glyukoza nurni solishtirma burish darajasi, avval  $+17,5^{\circ}\text{C}$  bo'lsa, ma'lum vaqtdan keyin  $+52,5$  ga teng bo'ladi. Monosaxaridning bu xususiyati mutoratatsiya deyiladi. Mutoratatsiya hodisasi monosaxaridlarning turli shakllari borligi va ular o'rtasidagi muvozanat holatini ifodalaydi.

Yuqorida keltirilgan monosaxaridlarning struktura formulalari, undagi atomlarning fazoviy joylashishlarini to'liq aks ettirmaydi. Tabiatda piranoz xalqalilar tekis bo'lmasdan, balki turli geometrik shaklda mavjud bo'lishi mumkin, ularni konformatsion izomerlar deb ataladi. Piranoz halqa 6 xil "qayiq" va ikki xil "kursi" shaklda bo'lishi mumkin. Tabiiy uglevodlar ko'proq "kursi" shaklda bo'lishlari kuzatilgan.

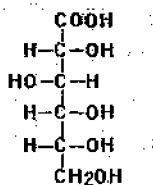


### 5.1. Monosaxaridlarning fizik-kimyoviy xossalari

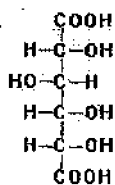
Ular polifunksional birikmalar bo'lib, eritmalarda karbonil guruhi, spirt va yarimatsetaldagi gidroksillarni uchratish mumkin. Shu monosaxarid guruhlarning har biri alohida kimyoviy reaksiyalar bilan xarakterlanib, oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida ishtirok etadi.

Aldozalar oksidlanganda quyidagi uchta kislotalar sinfi hosil bo'ladi: aldon, aldaron va alduronlar. Aldon kislotalar kuchsiz oksidlovchi va fermentlar ishtirokida C-1 karboksil guruhini oksidlanishidan hosil bo'ladi. Jumladan, glyukozadan glyukon kislotasini, mog'or zamburug'lari glyukoza eritmasida paydo qilishini kuzatish mumkin.

Oksidlovchilar kuchli bo'lsa, faqat aldegid guruhi emas, balki birlamchi spirt gidroksili ham oksidlanib, glyukozadan qand kislotasi hosil bo'ladi.



Glyukon kislotasi



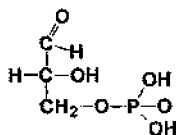
Qand kislotasi

Oksidlanish monosaxaridlardagi birlamchi spirt guruhidagi gidroksilda sodir bo'lsa, uron kislotalari hosil bo'ladi.

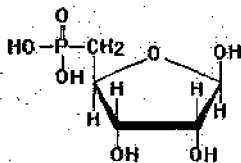
Uron kislotalari fermentlar ishtirokida o'simliklarda sintezlanib, katta ahamiyat kasb etadi. Glyukozadan glyukuron, galaktozadan galakturon kislotalari hosil bo'lib, ular piktin moddalari va murakkab polisaxaridlari tarkibida uchraydi. Ularni umumiy holda poliuronidlar deyiladi. Poliuronidlar organizmda himoya vazifasini bajarishda ishtirok etadi. Masalan, glyukuron kislotalari bilirubin moddasini, bir necha xil ksinobiotiklarni va dorivor moddalarni zaharsizlantirishda ishtirok etadi.

Monosaxaridlarning karbonil guruhlari metallarning oksidlari (mis yoki vismut) orqali qaytarilib, ulardan polispirtilar hosil bo'ladi. Misol uchun, glyukozadan-sorbit; mannozadan-manat; ribozadan-ribitlar paydo bo'ladi. Hosil bo'lgan spirtilar muhim biologik vazifalarni bajaradi. Jumladan, ribitol spirti vitamin B<sub>2</sub> (riboflavin) va qator kofermentlar tarkibida uchraydi.

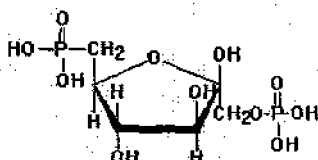
Tirik tabiatda monosaxaridlarning har xil hosilalari uchrab, ular modda almashinuvida muhim rol o'ynaydilar. Monosaxarid hosilalarining katta guruhlariga ularning fosforli efilari kiradi. Ular uglevodlarni almashinuvida hosil bo'ladi.



3- fosfogitserin aldegid

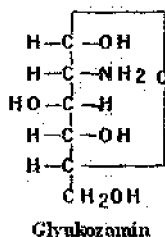


β-D-Ribozasi - 5-fosfat



β-D-Fruktosa - 1,6-difosfat

O'simlik dunyosida monosaxarid hosilalaridan keng tarqalgan glyukozamin bo'lib, ikkinchi uglerod atomida gidroksil o'rnida amino guruhi bo'ladi.

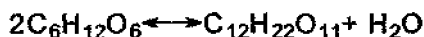


Qisqichbaqasimonlar, hasharotlar va zamburag'lardagi yuqori molekuli polisaxarid xitinning tarkibida glyukozamin ko'p miqdorda uchraydi, ularni aminosaxaridlar deb ham ataladi. Aminosaxaridlar va ularning turli xil hosilalari hujayra qobig'i va membranasida ham mavjudligi aniqlangan.

Shunday qilib, monosaxaridlar birinchi navbatda hujayrada energiya manbai sifatida ishlatilsa, ikkinchidan ular biologik molekullarning tarkibida o'zlari va hosilalari sifatida ishtirok etadi.

## 5.2. Oligosaxaridlar

Tabiatda keng tarqalgan oligosaxaridlardan disaxaridlardir. Ikkita monosaxarid molekulasidan suv ajralib chiqishi natijasida disaxarid hosil bo'ladi:



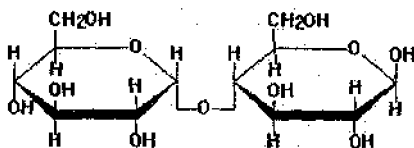
Disaxaridlar ikki xil bo'lib, bir guruhi qaytariluvchilar, ikkinchilari esa qaytarila olmaydigan oligosaxaridlarga bo'linadi.

Qaytaruvchi disaxaridlarda monomerlar o'rtasidagi spirt va yarimatsetal gidroksidlar o'zaro reaksiyaga kirishib, monosaxaridlarning birida yarimatsetal gidroksili erkin qolib, u qaytarish xususiyatini beradi.

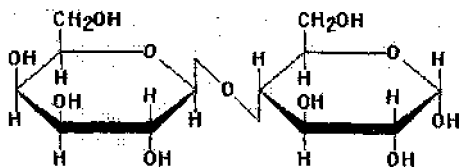
Qaytarmaydigan disaxaridlarda esa glikozid bog'i ikki monosaxaridlarning yarimatsetal gidroksillari hisobiga hosil bo'lib, yarimatsetaldagi gidroksil bo'lmagani uchun, u qaytarish xususiyatiga ega bo'lmaydi.



## Qaytaruvchi disaxaridlar

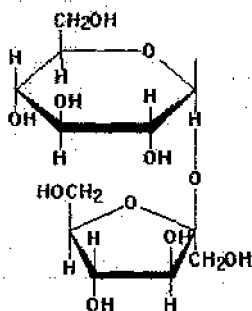


Mal'toza



Laktoza

## Qaytarmaydigan disaxaridlar



Saxar'ozza

Disaxaridlardan tabiatda ko'p uchraydiganlari maltoza, laktoza va saxarozadir. Maltoza undirilgan don shakari deb ham ataladi. Chunki u don unib chiqishi davrida kraxmalning parchalanishidan hosil bo'ladi. Kraxmal gidrolizlanganda osonlik bilan maltoza hosil bo'ladi. Maltoza ikki molekula  $\alpha$ -D- glyukopiranozadan tashkil topib, 1-4 bog' orqali birikkan. Maltoza ferment ishtirokida gidrolizlanib, ikki molekula glyukoza hosil bo'ladi.

Disaxarid laktoza, gidroliz qilinganda D-galaktoza va D-glyukoza hosil bo'lib, u faqat sut tarkibida bo'lganligi uchun sut qandi deb ataladi. Oshqozon ichak yo'lida laktozani gidrolizlovchi ferment laktaza bo'lib, uning faolligi sut bilan oziqlanuvchi yosh bolalarda yuqori bo'ladi. Ko'pchilik odamlarning ichaklarida laktaza faolligi kam bo'lishi

kuzatilgan. Laktozaning sut tarkibida 2% dan 8,5% gacha mavjudligi aniqlangan.

Saxaroza o`simliklar olamida keng tarqalgan va ko`p uchraydigan disaxarid hisoblanadi. U bir molekula fruktofuranoza va bir molekula  $\beta$ -D-glyukopiranozadan tashkil topgan. Saxaroza (qamish va qand lavlagi shakari) odamlar va hayvonlar uchun to`yimli ozuqa sifatida ahamiyatga ega. Saxarozani tashkil qiladigan monosaxaridlar o`zaro 1,2 bog` orqali, ya`ni glyukozaning 1-uglerod atomi bilan fruktozaning -2- uglerod atomi orqali birikkan. Saxaroza sanoat miqyosida qand lavlagi hamda shakar qamishdan olinadi. Shuni ham eslatish lozimki, o`simliklarning floemasida uglevodlarning transporti saxaroza shaklida amalga oshadi.

### 5.3. Polisaxaridlar

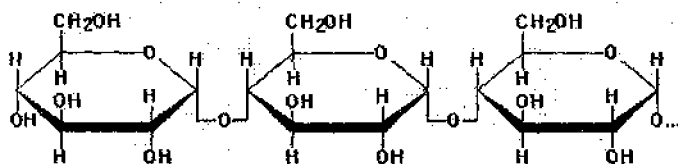
Monosaxaridlardan tashkil topgan biopolimerlarni polisaxaridlar tashkil qiladi. Polisaxaridlar tarkibida bir xil monosaxarid bo`lsa, ularni gomopolisaxaridlar, ulardagi monomerlar turli xil bo`lsa, geteropolisaxaridlar deb ataladi. Polisaxaridlarning bu ikki katta guruhidan tashqari, asosan ulardan farq qiladigan bakteriya va zamburug`larda uchraydigan polisaxaridlar ham mavjud. Ular geteropolisaxaridlar sinfiga mansubdir.

Gomopolisaxaridlarning nomlanishi ularning tarkibidagi redutsiyalovchi monosaxarid nomidagi oza o`rniga -an suffiksi qo`shib aytiladi. Masalan, glyukanlar, mananlar va hokazo.

Geteropolisaxaridlar shoxlangan monosaxarid o`rnida mannoza bo`lsa, mannoglyukanlar deb nomlanadi. Muhim fiziologik gomopolisaxaridlarga kraxmal, glikogen kirsra, geteropolisaxaridlar uchun vakil sifatida gialuron kislotasi, xondoginsulfat va geparinlarni keltirish mumkin.

Gomopolisaxaridlardan kraxmal glyukoza qoldiqlaridan iborat. U fotosintez jarayonida hosil bo`lib, o`simliklar donida, ildizmevalarida va boshqa qismlarida zahira ozuqa sifatida to`planadi. Uning miqdori bug`doyda 75%, kartoshkada 12-24%, barglarda 4% atrofida bo`ladi. Kraxmal kimyoviy tarkibi bo`yicha ikki xil fraktsiyadan iborat: amiloz 15-25% va amilopektin 75-85% dan tashkil topgan.

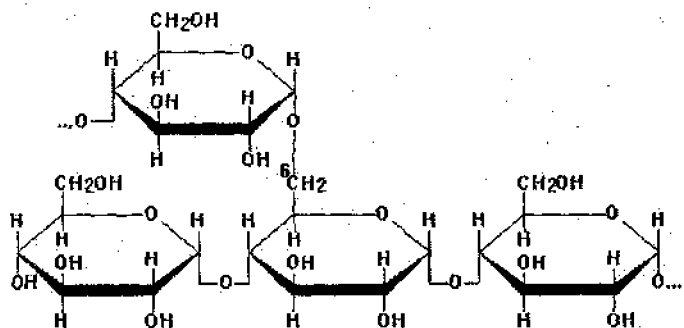
Amilozning molekulasini uzun zanjirli tuzilishga ega bo`lib,  $\alpha$ -D-glyukopiranoza qoldiqlaridan tashkil topgan. Undagi glikozid bog`lar  $\alpha$ -1-4 dan iborat.



Amiloza

Amilozada glyukoza qoldiqlari shoxlanmagan bo'lib, molekulyar massasi 16 dan 160 kDa ga boradi. Yod ta'sirida binafsha rang beradi.

Amilopektin molekulasida ham  $\alpha$ -D-glyukopiranoza qoldiqlaridan tashkil topgan. Lekin undagi zanjir shoxlangan, ya'ni unda  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 4 bog'lardan tashqari  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 6 bog'lar ham mavjud. Yon shoxlar ko'p bo'lishiga qaramay, ancha qisqa bo'ladi.



Amilopektin

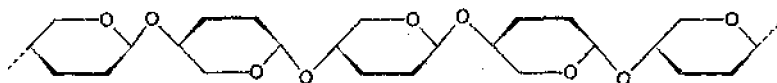
Kraxmal tarkibidagi amiloza 15-25% ni, amilopektin esa 75-85% ni tashkil qiladi. Amilopektin yod ta'sirida qizg'ish rangga kiradi. Kraxmal oziq-ovqat sanoatida spirt, kley ishlab chiqarishda va boshqalarda ko'p ishlatiladi.

Glikogen hayvon kraxmali deb ataladigan polisaxarid bo'lib, odam va hayvonlar organizmida zaxira ozuqa modda sifatida uchraydi. Inson organizmning jigarida (~20%) va mushaklarda (~2%) to'planadi. Issiq suvda kolloid eritma hosil qiladi. Bu polisaxarid D-glyukopiranoza qoldiqlaridan tashkil topgan bo'lib, ular 1,4-bog'lar orqali, tarmoqlangan joylarda esa 1,6-bog'lar orqali birikadi.

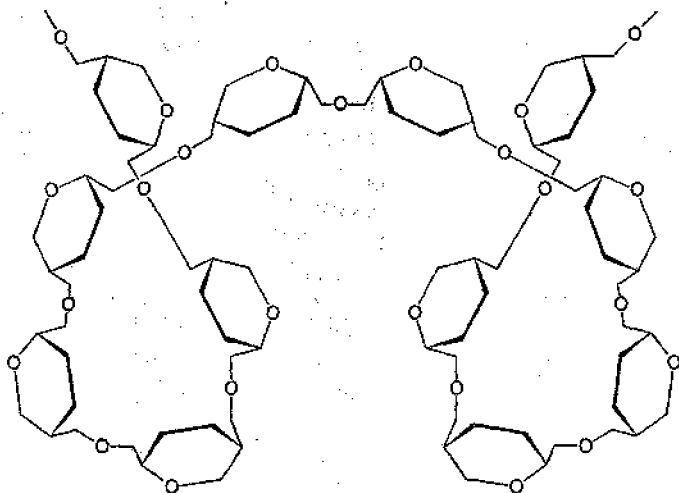
Glikogen tuzilishi va xususiyatlariga ko'ra amilopektiniga o'xshaydi. Uning molekulasidagi zanjirlar amilopektiniga nisbatan birmuncha qisqa

ekanligi va tarmoqlar ko'pligini ko'rsatadi. Glikogen molekulasini amilopektiniga nisbatan zich joylashgan.

Sellyuloza o'simliklar olamida eng ko'p tarqalgan organik moddadir. Uning barglardagi miqdori 15-30%ni, yog'ochda 50-70%, paxta tolasida 90% ni tashkil qiladi. Bu birikmaning nomi ham hujayraning tuzilishida muhim rol o'ynashini bildiradi (sellyula-lotinchacha so'z bo'lib, hujayra demakdir). Sellyuloza tuzilishiga ko'ra amilozaga o'xshash, lekin molekulasini tarkibidagi 1→4 bog' β shaklida bo'ladi. O'simlikda hujayra devorining tarkibida bo'lib, uning strukturasi ushlab turishda asosiy rol o'ynaydi. Sellyuloza glyukoza molekulasini bir-biriga bog'lanayotganda biri ikkinchisiga nisbatan 180° ga o'girilib bog'lanadi.



Sellyuloza molekulasini



Glikogen molekulasini

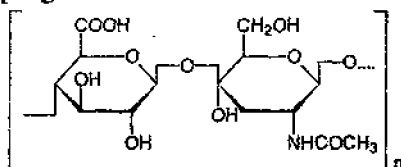
Har yili o'simlik dunyosi 30 milliard tonna uglerodni organik birikmaga aylantirib, shuning  $\frac{1}{3}$  qismi sellyulozaga to'g'ri keladi. Sellyuloza tolalari uzun, taxminan 10000 glyukoza qoldiqlaridan tashkil topib, har bir zanjirning tashqi qavatida OH guruhlarini bo'lib, ular vodorod bog'larini tashkil qiladilar. Ular bir-birlari bilan bog'lanishi natijasida

mikrofibrillarni hosil qiladi. Mikro fibrillalar o'zaro birlashib, makrofibrillarni tashkil qiladi. Makrofibrillalar qavatma-qavat joylashib, "tulle" matriks hosil bo'ladi. Bu holatni xuddi temir-betondagi betonning roli makrofibrillalar, beton rolini esa boshqa polisaxarid pektin o'ynaydi bajaradi. Shu yo'l bilan hosil bo'lgan kompleks juda mustahkam bo'lib, o'zlaridan suv va moddalarni bemalol o'tkazadilar. Bu komplekslik hujayrasining faoliyati uchun katta ahamiyat kasb etadi. Sellyuloza shunday katta biologik vazifani bajarishi bilan bir qatorda, hayvonlar uchun ozuqa sifatida ham xizmat qiladi.

Sellyulozaning tabiatda juda keng tarqalganligi va sekinlik bilan parchalanishi ekologik nuqtai nazardan katta ahamiyatga ega, chunki atmosfera miqdordagi uglerod atomlari zahirada (qulflangan) holatda bo'ladi. Uglerod esa tirik organizm uchun zarur bo'lgan birinchi kimyoviy element hisoblanadi. Sanoatda esa sellyulozadan paxta tolasi hamda turli xil materiallar va qog'oz tayyorlanadi.

Gialuron kislotasi hayvonlar to'qimasining muhim hujayralararo moddasi. Ayniqsa, u terida, ko'zning shishasimon moddasida, paylarda ko'p uchraydi. Gialuron kislotasi-geteropolisaxarid bo'lib, molekulari qaytariladigan disaxarid qoldiqlaridan iborat. Ular D-glyukuron kislotalari va N-atsetil-D-glyukozaning qoldiqlari o'zaro bir-birlari bilan  $\beta$  1,3 glikozid bog'lari orqali bog'lanadilar. Qaytariladigan disaxarid bloklari  $\beta$  -1,4 bog'lari orqali kimyoviy birikmalarni hosil qiladi.

Gialuron kislotasining molekulyar massasi  $1 \cdot 10^5$ - $4 \cdot 10^6$  atrofida bo'ladi. U gialuronidaza fermenti ta'sirida tarkibiy qismlarga parchalanadi. Hujayra membranasida modda va ionlarni o'tishida mazkur moddaning ishtirok etishi aniqlangan.



Gialuron kislotasi

Geparin-geteropolisaxarid hayvon to'qimalari (jigar, o'pka, taloq va boshqalar) qon ivishining kuchli ingibitori hisoblanadi. Geparin gidrolizlanganda gialuron kislotasi, glyukozamin, atsetat kislotasi va sulfat kislotasi hosil bo'ladi. Uning molekulyar massasi 17000-20000 ga teng. U to'qimalarda oqsil va uglevodlar bilan ham kompleks hosil qiladi. Geparin tibbiyot amaliyotida qonni ivishdan saqlovchi omil sifatida foydalaniladi.

Xondroitin sulfat kislotalar, tog'ay, suyak to'qimalari, ko'zning shox qavati, paylar va yurak qopqoqchalarining tarkibiy qismi hisoblanadi. Xondroitin sulfat molekullari qaytariladigan disaxarid glyukuron kislota bilan N-atsetilgalaktozaminsulfatlarning o'zaro glikozid bog'lari orqali bog'lanuvchi qismlardan iborat. Ular gidrolizlanganda, keng miqdorda glikuron kislota, galaktozamin sulfat va atsetat kislota hosil qiladi. Xondroitin sulfat kislotasining molekulyar massasi 50-100 kDa atrofida bo'ladi.

Demak, polisaxaridlar yuqorida ta'kidlangan vazifalaridan tashqari yana tayanch vazifalarini bajarishda ishtirok etadilar. Jumladan, gialuron kislota, xondroitin sulfat, geparinlar hujayralararo moddalarning struktura asoslarini tashkil qiladi.

Gialuron kislotasining yuqori darajada gidrofillik va manfiy zaryadga ega bo'lishi hujayraaro suv, kationlarni o'ziga bog'lab olishi uning hujayraaro osmotik bosimni bir me'yorda saqlanishini va ionlarning membranadan o'tish integratsiyasini ta'minlaydi.

### Sinov savollari

1. Uglevodlarning kimyoviy tarkibi va biologik ahamiyati.
2. Uglevodlarning sinflanishi qanday tizimga asoslangan?
3. Uglevodlardagi aldoza va ketozalar, ularning funksional guruhlari va hosil bo'lishi.
4. Monosaxaridlarning fizika-kimyoviy xossalari.
5. Monosaxaridlardagi glikozid bog'i va uning ahamiyati.
6. Monosaxaridlarning qanday xossalari bilan bilasiz, ularni yozing.
7. Monosaxaridlarning siklik holatini yozib, tushuntiring.
8. Oligosaxaridlarning vakillarini yozing.
9. Saxarozaning struktura formulasini yozib, biologik vazifasini aytib bering.
10. Gomo- va heteropolisaxaridlarga vakillar.
11. Polisaxaridlarning sinflanish tamoyili nimaga asoslangan?
12. Kraxmal va glikogenlarning tarkibi va biologik vazifasi.
13. Sellyuloza (kletchatka) kimyoviy tarkibi, biologik ahamiyati va sanoatdagi roli.
14. Geteropolisaxaridlarga misollar keltiring.

## Uglevodlarga oid testlar

1. Uglevodlar qanday sinflarga bo'linadi :  
A) mono-, oligo- va polisaxaridlar; B) disaxaridlar, polisaxaridlar;  
V) geksoza, trioza, tetrozalar;  
G) gomo- va geteropolisaxaridlar.
2. Oligosaxaridlar tarkibida nechta monosaxarid bo'ladi?  
A) 2-10 ta; B) 10-15 ta;  
V) 1 ta; G) 15-20 ta.
3. Oligosaxaridlarga qanday disaxaridlar kiradi?  
A) saxaroza, geparin, glikogen; B) mannoza, fruktoza, glyukoza;  
V) laktoza, mannoza, pektin; G) saxaroza, maltoza, laktoza.
4. Monosaxaridlarning halqali shaklini hosil qilishda ishtirok etuvchi moddalar:  
A) kislotalar, tuzlar; B) piran va furanlar;  
V) murakkab efirlar; G) glikozidlar.
5. Uglevodlarning vazifasiga kirmaydi:  
A) himoya; B) zaxira;  
V) struktura; G) energiya; D) katalitik.
6. Monosaxaridlar qaysi moddalarning hosilalari?  
A) karbon kislotalarining; B) aromatik karbon kislotalarining;  
V) ko'p atomli spirtlarning; G) siklik spirtlarning.
7. Monosaxaridlar qaysi qatorga mansub?  
A)  $\alpha$  -qatorga; B)  $\alpha$  va D qatorlarga;  
V)  $\beta$  -qatorga; G) D qatorga.
8. Fruktoza qaysi disaxarid tarkibiga kiradi?  
A) laktoza; B) maltoza;  
V) saxaroza.
9. Qaytaruvchi disaxaridlar :  
A) saxaroza; B) trigaloza;  
V) maltoza va laktoza; G) rafinoza.
10. Sellyuloza to'liq parchalanganda nima hosil bo'ladi?  
A) glyukoza; B) fruktoza;  
V) riboza; G) mannoza.

11. Struktura tarkibiga kirmaydigan polisaxaridlar:  
A) gialuron kislota; B) glikogen;  
V) sellyuloza; G) keratosulfat.
12. Disaxarid maltoza parchalansa nima hosil bo`ladi?  
A) ikki molekula glyukoza; B) ikki molekula fruktoza;  
V) ikki molekula galaktoza; G) ikki molekula mannoza.
13. Hujayralararo osmotik bosimda ishtirok etuvchi polisaxaridlar :  
A) gialuron kislota, xondroitin sulfat;  
B) xitin, pektin; V) glikoproteinlar; G) glikogen.
14. Zaxira sifatida xizmat qiluvchi polisaxaridlar :  
A) glikogen, kraxmal; B) geparin;  
V) inulin; G) xitin.
15. Laktoza parchalansa nima hosil bo`ladi?  
A) glyukoza, galaktoza; B) fruktoza, mannoza;  
V) glyukoza, fruktoza; G) gliksirofosfat, fruktoza.

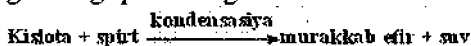


## VI BOB

### Lipidlar strukturasi va vazifasi

Tirik tabiatda keng tarqalgan organik birikmalardan lipidlar (yunoncha, lipos-yog) hisoblanadi. Ular qutblanmagan, suvda deyarli erimaydigan, kichik molekullari birikmalar bo'lib, organik erituvchilarda – efir, atseton, benzol va xloroformlarda yaxshi eriydi.

Lipidlar sinfini tashkil qiluvchi moddalar turli xil strukturaga va biologik vazifaga ega bo'lgan birikmalardir. Barcha lipidlar yog' kislotalari va rang-barang spirtlarning murakkab efirlaridir.



Mazkur sinfga kiruvchilarga xos xususiyat shuki, ular gidrofob (yoki lipofil) bo'lsalar ham, kimyoviy tabiati har xil bo'lib, tarkibida spirt, yog' kislotalari, azotli asoslar, fosfor kislotalari, uglevod va oqsillar uchraganligi uchun ularga aniq ta'rif berish ancha murakkab hisoblanadi.

Yog' kislotalari-uzun alifatik zanjirli karbon kislotalari bo'lib, gidrofob xossaga ega. Ko'pchilik yog' kislotalari monokarbon holatda, tarkibida  $C_4$  dan  $C_{26}$  gacha uglerod atomiga ega bo'lgan organik kislotalar topilgan. Tabiiy yog' kislotalar tarkibida juft uglerod atomi bo'lib, ular to'yingan va to'yinmagan holda bo'lishi mumkin.

To'yingan yog' kislotalarining jonli tabiatda ko'p uchraydiganlari palmitin, stearinlar bo'lib, to'yinmaganlarga olein kiradi. Paxta moyi tarkibida linol va linolen yog' kislotalar ko'proq uchraydi. Yog'lar tarkibida olien (30%), palmetin (15-50%) mavjud.

#### Tabiiy yog'lar tarkibida uchraydigan asosiy yog' kislotalar

6- jadval

Formulasi	Nomi	C atom soni
To'yingan kislotalar		
$CH_3-(CH_2)_{10}COOH$	Laurin	12
$CH_3-(CH_2)_{12}COOH$	Miristin	14
$CH_3-(CH_2)_{14}COOH$	Palmitin	16
$CH_3-(CH_2)_{16}COOH$	Stearin	18
$CH_3-(CH_2)_{22}COOH$	Lignotserin	24
To'yinmagan kislotalar		
$CH_3-(CH_2)_5CH=CH-(CH_2)_7COOH$	Palmitolein	16
$CH_3-(CH_2)_7CH=CH-(CH_2)_7COOH$	Olein	18
$CH_3-(CH_2)_3(CH_2-CH=CH)_2-(CH_2)_7COOH$	Linol	18
$CH_3-(CH_2)_4(CH=CH-CH_2)_4-(CH_2)_2COOH$	Araxidon	20

Fiziologik vazifasi bo'yicha lipidlar zahirali va strukturalilarga bo'linadi. Zahirali (rezerv) yog'lar aksariyat buyrak, yurak, jigar, qorin bo'shlig'ida, teri ostida, ichak devorlarida to'planadi. Organizmning ehtiyojiga qarab energiya sifatida ishlatiladi. Bular asosan triglitsiridlardir. Qolgan yog'lar strukturali lipidlarga qo'shiladi.

Lipidlar hayotiy jarayonlarda muhim va turli xil vazifalarni bajaradi:

- Lipidlar oqsillar bilan birikib, biologik membrananing strukturasi tashkil qiladi. Demak, ular biomembranalarda o'tkazuvchanlikni va nerv impulslarini uzatilishida ishtirok etadilar.
- Energetik vazifasi. Ular energiya sig'imi katta bo'lgan, hujayra yoqilg'isidir. 1 gr yog' oksidlanganda 39 kDj energiya ajraladi. Bu esa uglevodlarning shu miqdordagi energiyasidan ikki marta ko'pdir. Lipidlardagi energiya ixcham, kompakt zaxira holda adipotsitlarda, ya'ni yog' to'qimalarida to'planadi.
- Yog'lar termoizolyatsiya shaklida himoya vazifasini bajaradi. Lipidlar o'zlarining issiqlikni o'tkazuvchanlik xususiyati past bo'lganligi uchun organizm haroratini bir me'yorda saqlashda xizmat qiladi. Yog' qatlamlari organizmlarni turli xil mexanik jarohatlardan, o'simlik qobiqlari tarkibidagi mumlar kasal tarqatuvchi infeksiyalardan va suvni ortiqcha sarflanishidan saqlaydi.
- Yog'lar tarkibidagi uzun uglevodorod zanjirida yog' kislotalar borligi uchun va kislorod kamligidan har bir gramm yog' oksidlanganida ko'p miqdorda suv molekulari hosil bo'ladi. Kam suvli sharoitda yashaydigan hayvonlarning suvga bo'lgan talabi va tuxumdan jo'ja ochishda suvga bo'lgan ehtiyoji, asosan yog' kislotalarining oksidlanishi hisobiga qondiriladi.

Inson tanasining 10-20% ini lipidlar tashkil etadi. Yoshi katta odamlarda 10-12 kg yog'lar bo'ladi, bu lipidlarning 2-3 kg strukturali yog'lariga to'g'ri keladi. Zahiradagi lipidlarning 98% i yog' to'qimalarida to'planadi. Nerv to'qimalarida 25% gacha, biologik membranalarda esa 40%gacha strukturali yog'lar uchraydi (quruq vazniga nisbatan).

### 6.1. Lipidlarning sinflarga bo'linishi

Lipidlarni kimyoviy tarkibiga ko'ra ikki guruhga : oddiy va murakkab yog'larga bo'lish mumkin. Oddiy lipidlarning ko'pchiligi ikki komponentli bo'lib, spirtlarning yog' kislotalar bilan hosil qilgan murakkab efilardir. Ularga yog'lar, mumlar (o'simliklarda) kiradi.

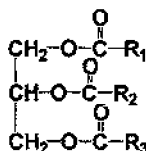
Murakkab lipidlar ko'p komponentli bo'lib, ularning tarkibida yog' kislotalar va spirtlardan tashqari azot asoslari, fosfat kislota va uglevodlar

qoʻlrigʻi uchraydi. Ularga fosfolipidlar, steridlar, glyukolipidlar, diol- va aminolipidlarni (mikroorganizmlarda) kiritish mumkin.

### Oddiy lipidlar

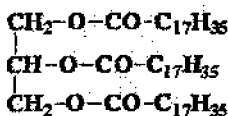
#### Yogʻlar

Yogʻlar tabiatda keng tarqalgan boʻlib, hozirgi vaqtda ularning 600 dan ortiq turlari aniqlangan. Yogʻlar kimyoviy jihatdan individual moddalar boʻlmay, ularning tarkibida koʻp atomli spirt - glitserinning yogʻ kislotalar bilan hosil qilgan murakkab efirlari mavjuddir. Ularni atsilglitserinlar yoki neytral lipidlar deyiladi. Ularning umumiy formulasi quyidagicha ifodalanadi:

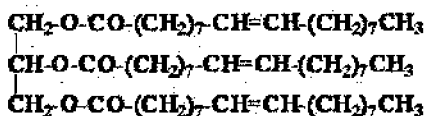


$R_1, R_2, R_3$  - yogʻ kislotalarining uglevodorod radikali. Ular uglevodorod zanjirining tuzilishi va toʻyinganlik darajasi bilan xarakterlanadi.

Tabiatda oddiy yogʻlar triatsilglitserol shaklida uchraydi. Atsilglitserollar ion guruhlarini tutmaganliklari uchun ular neytral lipidlar deyiladi. Glitserin tarkibida uch radikal bir xil boʻlsa oddiy, agar yogʻ kislotalari har xil boʻlsa aralash yogʻlar deyiladi.

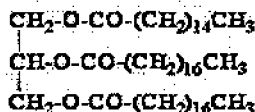


Tristearin



Triolein

Aralash triglitsiridlariga misol :



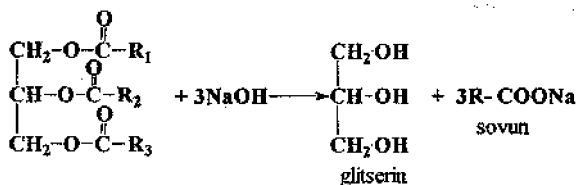
Palmistostearin

Hayvonlar yogʻi koʻproq toʻyingan yogʻ kislotalarga, oʻsimliklarniki esa toʻyinmagan yogʻ kislotalarga boy boʻladi. Uy haroratida hayvon lipidlari qattiq holda boʻlib, ularni yogʻlar, oʻsimliklarniki esa suyuq holda boʻladi, ularni moylar deb ataladi. Toʻyinmagan kislotalar ichida biologik jihatdan eng muhimlari linol, linolen, araxidon va linol kislotalar boʻlib, ular hayvonlar va odam organizmida sintezlanmaydi. Shuning uchun ular

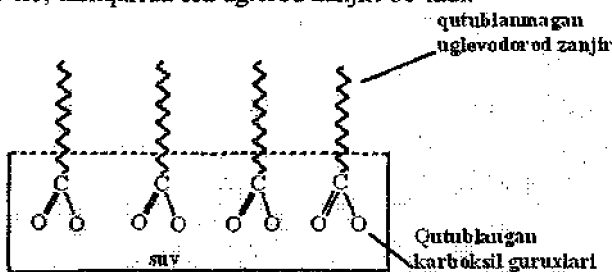
almashmaydigan yog` kislotalar deb ataladi va vitaminlar qatoriga kiritiladi.

Glitserin tarkibidagi yog` kislotalarining har xil bo`lishi, ularning rangi, mazasi bir xil bo`lmasligiga sabab bo`ladi. Ularning rangi ajratib olingan ob'ektga, agar hayvon yog`i bo`lsa, oziqlanish sifatiga bog`liq bo`ladi. Masalan, qo`y yog`ining rangi oq, mol yog`i sarg`ish va hokazo.

Ularning gidrolizlanishi ishqor ishtirokida borsa glitserin hosil bo`ladi, yog` kislotalarining ishqoriy metallar bilan hosil qilgan tuzi - sovundur.



Ma'lumki, yog` kislotalari kimyoviy jihatdan bir-biriga qarama-qarshi ikki xususiyatga ega. Bir tomoni bosh qismi qutblangan, suvda eruvchan, ikkinchi oxiri "dum" tomoni qutblanmagan, suvda erimaydiganlardan tashkil topgan. Demak, yog` kislotalari bir vaqtda suvda eriydigan va erimaydigan uglevodorodlardan tashkil topgan. Ular suv satxida monomolekulyar qatlamni tashkil qilib, suvga karboksil tomoni botgan bo`lib, tashqarida esa uglerod zanjiri bo`ladi.



Suv satxidagi yog` kislotalarining monomolekulyar qatlami suvning sirt tarangligini bo`shashtirib, "yuvish" va "ho`llash" xususiyatini oshirib yuboradi. Sovunning ta'sirini shu asosda tushuntirish mumkin. Agar NaOH o`rniga KOH bo`lsa, suyuq sovun hosil bo`ladi. Shunday jarayonni sovunlanish deyiladi. Suyuq yog`larni qattiq yog`larga aylantirish (margarin ishlab chiqarish) vodorodni biriktirib olish reaksiyasiga asoslanadi. Bu jarayon sanoatda gidrogenlanish deb ataladi.

Yog`larning sifati va xususiyatini aniqlashda turli xil konstantalardan (kislota soni, sovunlanish va yodlanish sonlari) foydalanish mumkin. Yod

ni 100 gr yog` biriktirib olgan yodning gramm miqdori bilan ifodalanadi. Yog`ning yod soni qanchalik yuqori bo`lsa, uning tarkibidagi to`yinmagan yog` kislotalari ham shunchalik ko`p bo`ladi. Sovunlanish soni - 1 gr yog`ni neytrallash uchun sarf bo`ladigan KOH ning milligram miqdori. Bu ko`rsatkich yog`larning ishqorli gidrolizida hosil bo`ladigan yog` kislotalar miqdorini ko`rsatadi. Kislota soni - 5 gr triglitsiridlar aralashmasidagi erkin yog`ni neytrallash uchun sarf bo`ladigan 0,1n KOH ning ml. soni bo`lib, yog`lar tarkibidagi erkin yog` kislotalari miqdorini bildiradi.

Hayvonlardagi va odamdagi zaxira yog` miqdori organizmning boshiga, ovqatlanish darajasiga, muhitiga va boshqa omillarga bog`liq.

Protoplazmatik, ya`ni strukturali yog`lar hujayra protoplazmasi tarkibiga kirib, oqsil hamda boshqa moddalar bilan murakkab komplekslar hosil qiladi va muhim biologik vazifalarni bajaradi. Ularning miqdori ovqatlanish darajasiga bog`liq emas.

## 6.2. Mumlar

Lipidlarning bu guruhi tarkibida uch atomli spirt-glitserin o`rniga uzun zanjirli spirtni tutishi bilan yog`lardan farqlanadi. Mumlar tarkibida ko`p uchraydigan spirtlar: setil spirt ( $C_{16}H_{33}OH$ ), seril spirt ( $C_{26}H_{53}OH$ ) va miritsil spirt ( $C_{30}H_{61}OH$ ). Masalan, asalari mumining asosiy massasi palmitin kislotasining miritsil spirti bilan hosil qilgan murakkab efiri  $CH_3(CH_2)_{14}COO(CH_2)_{29}CH_3$ . Kitlarning bosh miyasidan olinadigan spermaset palmitin kislota bilan atsetil spirtning murakkab efiri  $CH_3(CH_2)_{14}COO(CH_2)_{15}CH_3$  dir. Tabiiy mumlar hayvonlarda himoya vazifasini o`taydilar. Ular qushlarning patlari va hayvonlarning terisini mum bilan qoplab, ularni namlanishdan saqlaydi.

O`simliklar novdasi, yaprog`i, gulbarglari, meva po`stini moylab turadigan mum uzun zanjirli birlamchi va ikkilamchi spirtlar, ketonlar va parafin uglevodorodlar bilan birga uchraydigan erkin yoki efir shaklida bog`langan uzun zanjirli yog` kislotalardan iborat. Mumlar sanoatda turli surtma dorilar, labbo`yoqlar va sham tayyorlash, shuningdek mahsulotlarni yaltiratuvcchi modda sifatida ishlatiladi.

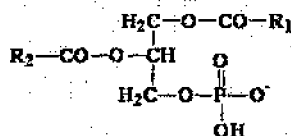
## 6.3. Murakkab lipidlar

### Fosfolipidlar

Fosfolipidlar barcha organizmlar hujayralarida ko`p tarqalgan. Ular ham tuzilishi bo`yicha murakkab efirlar hisoblanadi. Ularning tarkibida ko`p atomli spirtlar va yog` kislotalar qoldiqlaridan tashqari, fosfat kislota hamda azot asoslari qoldig`i uchraydi. Fosfolipidlar tarkibidagi spirtli

komponentiga qarab glitserofosfolipidlar va sfingofosfolipidlarga bo'linadi.

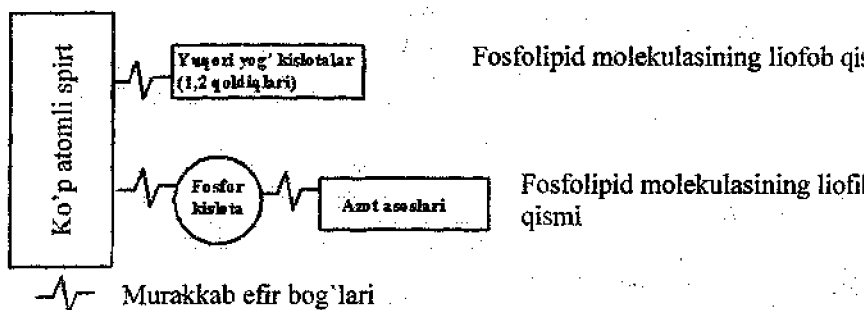
Glitserofosfolipidlarning umumiy formulasi quyidagicha:



Fosfatit kislota

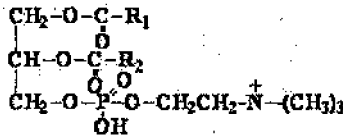
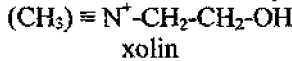
Tabiiy glitserofosfolipidlar L-qatorga mansub. Fosfolipidlar fosfotid kislotalarning hosilalaridir. Ularning tarkibidagi turli xil yog' kislotalari va yana qo'shimcha komponentlarning turiga qarab, ular fosfotidilxolin (letsitin), fosfotidiletanolamin (kefalin), fosfatidilserin va hokazolarga bo'linadilar.

Fosfolipidlar tarkibida yog' kislotalaridan palmitin, stearin, linol, araxidon va boshqalar uchraydi. Ularning tarkibiga kirgan yog' kislota qoldig'ining bittasi to'yinmagan bo'ladi. Fosfolipid molekulalari ikki xil xususiyatga ega. Yog' kislotalari gidrofob, fosfor kislota, aminospirt, aminokislotalarining qoldiqlari esa gidrofil xarakterga ega. Fosfolipid molekulalarida liofob va liofil guruhlarining mavjudligi hujayra membranasining bir tomonlama o'tkazuvchanlik xususiyatini ta'minlaydi. Organizmda keng tarqalgan fosfolipidlarning ayrim vakillari bilan tanishamiz.



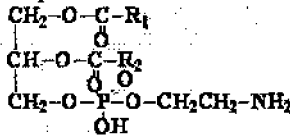
### Fosfolipidning tuzilishi

Fosfatidilxolin (letsitin) tarkibida aminospirt xolin uchraydi.



$\alpha$ -Fosfatidilxolin

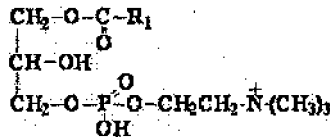
Hujayrada  $\alpha$ -fosfatidilxolin ( $\alpha$ -oxirgi holatda) va  $\beta$ -fosfatidilxolin ( $\beta$ -holatda bo'lganda) uchraydi. Ular miyada, dukkakli o'simliklar, qumgaboqar, bug'doyda ko'p bo'ladi.



Fosfatidiletanolamin

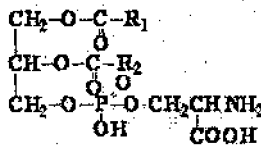
Ushbu fosfolipidlar asosan membrana tarkibidagi lipidlarda uchraydi.

Lizofosfatidilxolinlar fosfatidilxolin yoki fosfatidiletanolaminlarning gidrolizlanishidan hosil bo'ladi. Yog' kislotasining gidrolizi 2-uglerod atomida fosfolipaza fermenti ishtirokida bo'ladi. Fosfolipaza A<sub>2</sub> ilon zaharida ko'p bo'ladi. Lizofosfatidilxolin kuchli gemolitik xususiyatga ega.



Lizofosfatidilxolin

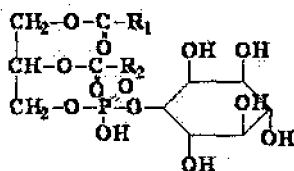
Fosfatidilserin. Molekulaning qutblangan guruhi sifatida aminokislota serin uchraydi. Mazkur fosfolipid fosfatilxolin va fosfatiletanolaminni sintezida ishtirok etadi.



Fosfatidilserin

Fosfolipidlarning yana bir kichik guruhini plazmalogenlar tashkil qiladi. Ularning yuqoridagi fosfolipidlardan farqi birinchi uglerod atomida C<sub>1</sub> yog' kislotasining o'rniga α, β - holatdagi to'yinmagan spirt bo'lib, glitserinning gidroksil guruhi bilan efir bog'ini hosil qiladi. Ular gidrolizlanganda bir molekula yog' kislota va bir molekula uzun zanjirli spirtning aldegidi hosil bo'ladi. Plazmalogen deb atalishiga sabab yog' kislotasining aldegidi plazmalem atamasi bilan ataladi. Plazmalogenlar mushak to'qimalari va miyadagi fosfolipidlarning 10% ini tashkil etadi. Ayrim umurtqasiz hayvonlar to'qimasida ularning miqdori barcha lipidlarning 25% gacha yetadi. Plazmalogenlar aksariyat, bakteriya membranasi tarkibida bo'ladi.

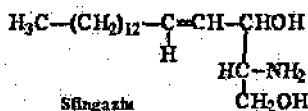
Fosfatidilinozitol boshqa fosfolipidlardan farqi azot asoslari o'rnida siklik spirt-inizitol uchraydi. Fosfatidilinozitol hujayra membranasi va nerv tolalarida ko'p miqdorda uchraydi. Fosfatidilinozitolning fosforlangan hosilalari modda almanishuvida katta rol o'ynaydi. Fosfatidilinozitol difosfat va -trifosfatlar makroergli birikmalarga kiradi. Ular Ca<sup>2+</sup> ga bog'liq bir necha gormonlarning faoliyatida ikkilamchi vositachi sifatida xizmat qiladi.



Fosfatidilinozitol

Mazkur guruhdagi fosfolipidlarga yana fosfatidilglitserin va kardiolipinlar kiradi.

Sfingofosfolipidlar ham hayvon va o'simliklar membranasi, nerv to'qimasida, miyada keng tarqalgan. Ular gidrolizga uchraganda bir molekula yog' kislota va to'yinmagan aminospirt - sfingozin, fosfit va azot asosi hosil bo'ladi. Ular tarkibida glitserin bo'lmaydi.



Sfingozin

### Glikolipidlar

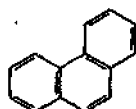
Glikolipidlar murakkab birikmalar bo'lib, glitserinning glyukoza bilan glikozid bog' orqali birikishi tufayli hosil bo'ladi, ularda fosfat



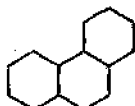
Uslabi va azot asoslari bo'lmaydi. Ulardagi uglevod komponentiga qarab, serebrozid va gangliozidlarga bo'linadi. Glikolipidlar miya va nerv to'qimalari tarkibida uchraydi. Gangliozidlar serebrozidlarga qaraganda hamuncha murakkab bo'lib, tarkibida sfingozin, yog' kislotasi, bir qancha uglevod qoldiqlari neyramin va sial kislotalari bo'ladi. Ular ham nerv to'qimalarida, miyaning suyuq qismida va hujayrada retseptorlik va boshqa vazifalarni bajaradi.

#### 6.4. Steroidlar

Steroidlar yuqori yog' kislotalarini siklik spirtlar bilan hosil qilgan murakkab efir bo'lib, hayvon va o'simliklar organizmida keng tarqalgan. Steroidlar tarkibida uchraydigan siklik spirtlar sterollar deb ataladi. Steroidlar ancha murakkab tuzilgan bo'lib, ularning tarkibida uchta bir qiziq bo'lmagan to'yingan siklogeksan va bitta halqali siklopentan kompleksidan hosil bo'lgan siklopentanopergidrofenantren mavjud.



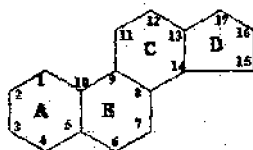
fenantren



pergidrofenantren



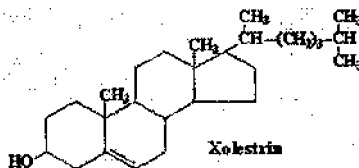
siklopentan



siklopentanopergidrofenantren

Biologik muhim ahamiyatga ega bo'lgan sterollar -D guruhidagi vitaminlar, jinsiy gormonlar, buyrak usti bezining po'st qavati gormonlari, zoo- va fitogormonlar, yurak glikozidlari, o'simlik saponinlari, alkaloidlar hamda ayrim zaharlar steroidlar jumlasiga kiradi.

Hamma to'qimalarda uchraydigan, ko'pchilikka ma'lum steroidlardan biri xolesterol-xolesterin bo'lib, u markaziy va periferik nerv tizimida, teri osti yog'larida, buyrak va boshqa a'zolarda uchraydi. U sitoplazmatik membrananing asosiy komponenti, qon zardobida esa lipoprotein holda uchraydi.



Jigarda sintezlanadigan xolesterin inson hayoti uchun zarur bo'lgan biologik faol moddalar qatoriga kiradi. Qondagi oqsil xolesterin uchun harakat vositasi hisoblanadi. Xolesterin qondagi oqsilga joylanishida ikki xil holat kuzatiladi. Bir xil oqsillar xolesterinni to'qimalarga tarqatadi, boshqalari esa uni jigarga yetkazib, u yerda utilizatsiya - ya'ni, qayta ishlash jarayoni ketadi. Xolesterinli lipoprotein yuqori darajada, zich, ixcham oqsilda joylashgan bo'lsa, bunday holatdagi xolesterin "yaxshi" deb atalib, u tomirlardan to'liq yuviladi. Agar xolesterin oqsilda bo'sh holda, tartibli joylashmagan bo'lsa, unga "yomon" deb nom berilgan. Ikkinchi xildagi xolesterin qon tomirlaridan to'liq yuvilmasdan oz-ozdan to'planishi natijasida tomir devorlari plastiklikni yo'qotib, mo'rt holatga aylanib qolishi mumkin. Xolesterin yosh bolalarning detsilitr qonida 25 mg, kattalarda esa 200 mg bo'lishi lozim.

### Sinov savollari

1. Yog'larning tabiatda tarqalishi va biologik vazifasi.
2. Yog'larning kimyoviy tarkibi.
3. To'yingan va to'yinmagan yog' kislotalari, ularning yog'lardagi ahamiyati.
4. Sovunlanish nima?
5. Lipidlarning sinflarga bo'linishi, oddiy yog'lar.
6. Mumlar haqida ma'lumot bering.
7. Lipidlarning fizika-kimyoviy xususiyatlarini aniqlashdagi konstantalar.
8. Fosfolipidlarning kimyoviy xususiyatlari.
9. Fosfolipid vakillari.
10. Glikolipidlar tuzilishi va ahamiyati.
11. Steroidlarning tuzilishi.
12. Xolesterinning ahamiyati, uning ijobiy va salbiy tomonlari qanday?
13. Fosfotidlarning kimyoviy tarkibiga qanday komponentlar kiradi?
14. Aralash tristeroidlarga misollar keltiring.

### Yog'larga oid testlar

1. Glitserin va polisiklik spirtlar bilan yog' kislotalarining murakkab efirlari qanday yog'lar guruhiga kiradi?

- A) murakkab lipidlar;                      B) oddiy lipidlar;  
V) fosfolipidlar;                              G) diol lipidlar.

2. Letsitin tarkibida qanday azot asoslari bor?

- A) xolin;    B) serin;    V) treonin;                      G) etanolamin.

3. Lipidlar oqsil bilan birgalikda qanday moddalar tarkibida bo'ladi?

- A) ribosoma;                      B) biologik membrana;  
V) ferment;                      G) mukopolisaxarid.

4. Moylarning tarkibida qanday yog' kislotalari uchraydi?

- A) to'yingan yog' kislotalari;                      B) to'yinmagan yog' kislotalari;  
V) siklik spirtlar;                      G) alifatik yog' kislotalar.

5. Yog'larning tarkibida qanday yog' kislotalari uchraydi?

- A) to'yingan yog' kislotalari;                      B) to'yinmagan yog' kislotalari;  
V) siklik spirtlar;                      G) aminokislotalar;

6. Oddiy yog'lar murakkab yog'lardan qanday farq qiladi?

- A) oddiy yog'larda glitserin va yog' kislotalari bo'ladi;  
B) oddiy yog'larda glitserin, yog' kislota, aminokislota bo'ladi;  
V) oddiy yog'larda faqat glitserin bo'ladi;  
G) oddiy yog'larda glitserin, yog' kislota, fosfat kislota va azot asoslari bo'ladi.

7. Sovunlar yog'larning qaysi komponentidan hosil bo'ladi?

- A) glitserindan;                      B) yog' kislotalaridan;  
V) fosfolipidlardan;                      G) steroidlardan.

8. Fosfolipidlarning kimyoviy tarkibi:

- A) glitserin, yog' kislota;    B) glitserin, yog' kislota, aminokislota;  
V) glitserin, yog' kislota, fosfat kislota, azot asoslari;  
G) siklik spirtlar va yog' kislotalari.

9. Fosfolipidlarning qutblangan guruhi:

- A) yog' kislotalarining radikallari; B) glitserin guruhi;  
V) fosfat kislota, azot asoslari;                      G) qutblangan guruhi yo'q.

10. Sfingofosfolipid tarkibida qanday spirt bo'lmaydi?

- A) aminospirt-sfingozin;                      B) azot asoslari;  
V) glitserin;                      G) yog' kislota.

11. Glikolipid tarkibida qanday moddalar bo'lmaydi?

- A) uglevodlar;                      B) oqsillar;  
V) azot asoslari, fosfat kislota;      G) yog' kislotalari.

12. Steroidlarning kimyoviy tarkibi:

- A) yog' kislotalarining siklik spirt bilan birikkan murakkab efiri;  
B) siklopentandan;      V) finantrendan; G) yog' kislotalaridan.

13. Xolesterin qanday yog'larga kiradi?

- A) oddiy yog'larga;      B) murakkab yog'larga;      V) fosfolipidlarga.

14. Sfingofosfolipid va glikolipidlarning umumiy komponenti:

- A) glitserol;      B) xolin;      V) sfingozin;      G) fosfor kislotalari.

15. Yod soni nimani anglatadi?

- A) yog'larning sifatini;      B) to'yinmagan yog' kislotalarini;  
V) glitserindagi yog' kislotalarining miqdorini;  
G) yog'larning qaynash haroratini.

## VII BOB

### Biologik membranalar

Mazkur mavzu biofizika kursida batafsil bayon qilinsa ham, biokimyo fanining ayrim bo'limlarining tavsifida membranalar haqidagi ma'lumot zarur bo'lib qoladi. Shu maqsad asosida ushbu bo'lim muxtasar ravishda bayon qilinadi.

Uglevod va oqsillardan farqli o'laroq, lipidlar biopolimer bo'lmalar ham lekin, ular makromolekulalardan katta bo'lgan strukturalarni hosil qiladilar. Shunday strukturali molekulalarga biomembranalar misol bo'ladi. Ularning tekis strukturali qalinligi bir necha molekula hajmiga teng bo'lib, hujayra atrofida va organoidlar orasida o'ziga xos to'siqlar hosil qiluvchi molekulalar majmuasidan iborat. Membranalar assimetrik bo'lib, sathi va ichki tomonlari bir-biridan farq qiladi. Biologik membranalar hujayra va organizm faoliyatida muhim rol o'ynaydi. Ular hujayrani tashqi muhitdan ajratib, mustaqil faoliyatiga yo'l ochadi. Membranalar asosan lipidlar va oqsillardan tashkil topgan bo'lsalar ham, ular tarkibida uglevodlar borligi aniqlangan. Membrana lipidlari (asosan fosfolipidlar) suv muhitida o'z-o'zidan (spontan) yopiq holda bimolekulyar qavatli strukturalarni hosil qiladilar. Bunda qavatli struktura qutblangan birikmalar uchun o'tmaydigan to'siq hisoblanadi. Eukariot hujayralarda membranalar bir necha xil organoidlar (yadro, mitoxondriya) tizimini yaratib, jumladan, Goldji va endoplazmatik retikulumlar ham aslida membranalardan tashkil topgan. Biomembranalar hujayra strukturasi va vazifasini quyidagi omillar orqali amalga oshiradi:

**Strukturali vazifa.** Membranalar hujayrani ayrim kompartmentlarga ajratib, har biri ma'lum biologik vazifani bajaradi.

**Transportli vazifasi** deyilganda, membranalar moddalarni selektiv ravishda tashilishida ishtirok etadi. Ya'ni, ular yuqori darajadagi filtrlash xususiyatiga ega bo'lib, shu asosda ular ozuqa moddalarining hujayraga kirishini va uning mahsulotini tashqariga chiqarishini boshqarib turadi.

**Retseptorlik vazifasi** shundan iboratki, plazmatik membranadagi retseptorlar tashqaridan xabarlarini hujayraga berib, shu tashqi muhit omillari tasirida biokimyoviy o'zgarishlar bo'ladi. Membranadagi retseptorlar hujayraaro aloqani va to'qimalarning shakllanishini boshqarib (buni adgeziya deyiladi) turadi. Hozirgi kunda to'qima spetsifikligiga ega bo'lgan adgeziya oqsillari ajratib olingan. Ular bir xil guruhdagi hujayralarni to'qimalarga birlashtiradilar. Bulardan tashqari, retseptorlar

ion kanallarining faolligini (elektr qo'zg'aluvchanlik, membrana potentsialini hosil qilish) boshqarib turadi.

**Metabolitik vazifa** deyilganda hujayrada sodir bo'ladigan metabolism membranalarining bevosita yoki bilvosita ishtirokida amalga oshadi. Sababi, ko'pchilik fermentlar membranalar bilan bog'liq holda faoliyat ko'rsatadi.

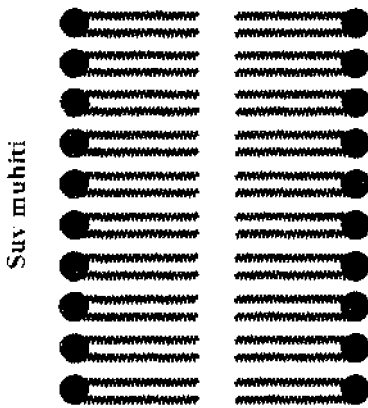
Energiyaning bir turdan ikkinchi turga o'zgarishi biomembranalarning bevosita faoliyatidir. Energiya turini o'zgartiruvchi omillarga mitoxondriyaning ichki membranasini, bakteriyalarning sitoplazmatik membranasini, xromatoforli bakteriyalarning membranasini, xloroplastlarning tilakoidlari va sianobakteriyalar kiradi. Membranalar ATF sintezida va elektr impulsini o'tkazishda ham ishtirok etadi.

Shunday qilib, membranalar faol biokimyoviy tizim bo'lib, hujayra va organizm faoliyatida asosiy biologik boshqaruvchi - regulyatorlik vazifasini bajaradi.

Hamma membranalar (plazmatik va ichki membranalar) ikki o'lchamli tizimdan iborat. Lipid va oqsil molekullari membranada bir-birlari bilan kovalent bo'lmagan bog'lar orqali bog'lanadilar. Eukariot hujayralarning membrana tarkibida yana uglevodlar bo'lib, ular glikoprotein yoki glikolipid holatida bo'ladi. Plazmatik membranalar sathida uglevodlar, jumladan, oligosaxaridlar bo'lib, ular hujayraaro aloqani boshqarishda "antenna" vazifasini bajaradilar. Bulardan tashqari membrana tarkibida suv, tuzlar va minor komponentlar, jumladan RNK(0,1%gacha) borligi aniqlangan.

Biologik membranalar tarkibidagi lipidlar amfifil birikmalar bo'lib, ularning molekullarida gidrofob guruhlar (yog' kislotalarining uglevodorod radikali) va gidrofil qismlaridan iborat. Membrananing qutblangan gidrofil qismi va gidrofob ipsimon uglevodorod zanjirlari 19-rasmda ko'rsatilgan.

Membranalardagi oqsil, ya'ni qutblangan boshchalar suv muhitida, gidrofob ipchalar esa ichki qismida joylashadilar. Membranadagi lipidli monoqatlam tarkibi turli xil bo'lib, glikolipidlar tashqi qismda joylashadilar. Lipidli monoqatlamning assimetrik darajasi membranada bir xil bo'lmay, hujayra vazifasi va yoshiga qarab o'zgaradi.



Dumaloq shakllar - oqsillar.

To'liqinsimon chiziqlar - yog' kislotalari

19-rasm Lipidli biomolekulyar qatlam

O'tgan asrning 70 yillarida membranining molekulyar strukturasi yangi modeli taklif etildi va bu fanning suyuq-mozaik modeli deb ataldi.



20-rasm Membrananing suyuq-mozaik modeli

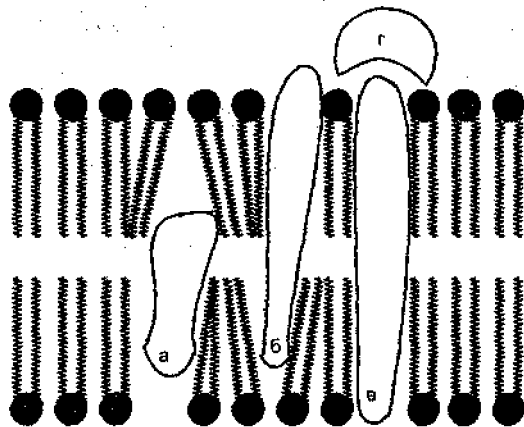
Mazkur modelga asosan membrananing fosfolipid tarkibidagi uglevodorod zanjiridan tashkil topgan bi qatlam kristalli, suyuq holatda bo'ladi. Membranadagi lipidli bi qatlam orasiga oqsil joylashib, harakatda bo'ladi. Demak, membrana bir joyda qat'iy joylashgan elementlardan iborat bo'lmay, balki suyuq lipidlarning "daryosi" bo'lib, u yerda suzib yuradigan "aysberglar" oqsillar hisoblanadi (21 - rasm).

Membranadagi lipidli bi qatlamga oqsillar birikib, ayrimlari gidrofil qismida, boshqalari esa gidrofob bo'lagida joylashadi. Birinchi xillarini periferik oqsillar, ikkinchilarini esa integral proteinlar deyiladi. Periferik oqsillar integral oqsillari bilan membranalarda elektrostatik kuchlar orqali birlashadi. Integral oqsillar uglevodorod zanjirlari bilan turli xil kimyoviy bog'lar orqali membranada bog'lanadi.

Biologik membranalarda bir necha sinf oqsillar bo'ladi:

- membrana strukturasi saqlaydigan strukturali oqsillar;
- membranadagi kimyoviy jarayonlarni olib boruvchi fermentlar;
- birikmalarni hujayra ichiga olib kiruvchi va ayrim mahsulotlarni tashqariga chiqaruvchi transport oqsillar.
- Retseptorli oqsillar.

Bular membrana sathida ayrim birikmalar bilan birikishi (gormonlar, neyromediatorlar), ichki membranalar faoliyatida signal sifatida xizmat qiladi.



21 - rasm. Biomolekulyar lipid qatlamidagi integral (a,b,v) va periferik (g)oqsillarning joylanishi

Lipidli biqatlam (bisloy) o'zidan ko'p moddalarni o'tkazmaydi ion va moddalarni lipid fazasidan o'tish uchun ma'lum miqdorda energiya talab etiladi. Shu tizimga asosan ion va moddalarning biomembranadan o'tishi faol (aktiv) transport va passiv transport (diffuziya asosida) orqali amalga oshadi.

Passiv transport deyilganda molekullarni konsentratsiyasi bo'yicha yoki elektrokimyoviy gradient asosida ko'chirilishi tushuniladi. Bu jarayonda energiya sarf bo'lmaydi. Diffuziya jarayoni ikki xil bo'ladi:



oddiy va yengillashtirilgan diffuziya. Oddiy diffuziyada membrana oqsillari ishtirok etmaydi. Modda, ionlar diffuziya qonuniga asosan membranadan o'tadilar. Bu jarayonda ionlarning harakati sekin, selektiv bo'lmagan holda amalga oshadi.

Yengillashtirilgan diffuziyada esa membranadagi oqsillar ishtirok etadi. Membranada modda, ionlarni tashilishida maxsus tashuvchi oqsillar xizmat qiladi. Membranadagi transport oqsillarining ikki xili kuzatiladi: tashuvchi oqsillar – ularni translokazalar yoki permeazalar, yana ularni kanal hosil qiluvchilar ham deyiladi. Tashuvchi oqsillar spetsifik moddalar bilan bog'lanib, konsentratsiya gradienti yoki elektrokimyoviy potentsial bo'yicha modda va ionlarni tashiydi.

Ikkinchi xil oqsillar membranada tashish jarayonini estafetali harakat orqali amalga oshiradi. Membranada kanal hosil qiluvchi oqsillar transmembranali gidrofil yo'llar yaratib, erigan, ma'lum hajmdagi va zaryadli bo'lgan modda, ionlarni ko'chiradi. Bu xildagi transportda moddalarni spetsifik tanlash bo'lmaydi. Ayrim kanallar har doim ochiq, ba'zilar moddaga qarab ochilishi kuzatiladi. Bu holatda tashuvchi oqsillarning konformatsiyasi o'zgarib, gidrofil kanal ochilib, kirgan modda, membrananing teskari tomonida ozod bo'ladi.

Yengillashtirilgan diffuziya sur'ida eriydigan moddalar-aminokislota, uglevod, organik kislotalar va ayrim ionlar uchun xarakterlidir. Shu yo'l bilan steroid gormonlar, yog'da eruvchi vitaminlar membrana orqali harakat qiladi. Umuman, modda va ionlarning sodda va yengillashtirilgan diffuziya orqali transporti hujayrada to'xtamaydi, chunki metabolizmida bo'lgan moddalar o'rni transmembranali yoki konsentratsiya gradienti orqali tashqaridan ashyolar yetkazilib turiladi.

### **7.1. Faol (aktiv)transport**

Aktiv (energiyaga bog'liq) transport membranadan o'tishida konsentratsiya gradientiga qarshi, membrana oqsillari ishtirokida, ATF energiyasining translakotsiyasidan foydalangan holda amalga oshadi. O'z-o'zidan sodir bo'ladigan passiv transportdan farqi, aktiv transportda tashuvchi oqsillar molekulalarni transport qilinishi bilan bir qatorda, ular ATF -ga xususiyatiga ega bo'lib, ATFni gidrolizlaydi. Faol transportda energiya manbai sifatida ATF xizmat qiladi. Energiyadan foydalanish turiga qarab, molekulalarni transporti birlamchi va ikkilamchi faol transport bo'lishi mumkin.

Birlamchi aktiv transportda energiya donori sifatida bevosita ATF bo'ladi. Ikkilamchi aktiv transportda membranada bo'ladigan ionlarning

( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{H}^+$  va boshqalar) gradienti hisobiga hosil bo'ladigan energiya-uglevod, aminokislotalar va anionlarning ko'chirilishiga ishlatiladi. Birlamchi aktiv transportning uch xili mavjud:

- Natriy-kaliyli nasos- $\text{Na}^+/\text{K}^+-\text{ATP}$  aza hujayradan natriyni tashqariga chiqarib, kaliyni ichkariga olib kiradi;
- Kalsiyli nasos  $\text{Ca}^{2+}-\text{ATP}$ -aza bo'lib, bu tizim  $\text{Ca}^{2+}$  atomini hujayradan yoki sitozoldan sarkoplazmatik retikulimga yetkazadi;
- $\text{H}^+ - \text{ATP}$ -aza protonli nasos mitoxondriyaning nafas olish zanjirida  $\text{H}^+ - \text{ATP}$ -aza membrananing teskari tomonida faoliyat ko'rsatib, hosil bo'lgan energiya  $\Delta\mu\text{H}^+$  ATF sinteziga ishlatiladi.

Birlamchi aktiv transport hayvon hujayrasining plazmatik membranasida sodir bo'ladi, bunga  $\text{Na}^+/\text{K}^+ - \text{ATP}$ -azani misol tariqasida keltirish mumkin. Mazkur tizim  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ -nasosi deb atalib, hujayrada kaliyning konsentratsiyasi yuqori va natriy ionini past darajada bo'lishini, kaliyni hujayraga kirishi, natriyni esa tashqariga chiqarilishini ionlarning konsentratsiya gradienti asosida amalga oshiradi. Bu tizimning amalga oshishi uchun energiya zarur bo'lib, bu energiya ATF orqali yetkaziladi. Hayvon hujayrasida kaliy ionining konsentratsiyasi 30 marta yuqori, natriyning miqdori tashqi muxitga nisbatan 10 marta kam. Ionlar tarkibining bunday assimetriyasi hujayrada suv miqdorini, nerv va mushak tolalarida elektrik qo'zg'aluvchanlikni, uglevod va aminokislotalar transportini ta'minlovchi asosiy kuch bo'lib xizmat qiladi.

Membranadagi  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ - nasosining energiyasini ferment  $\text{Na}^+\text{K}^+-\text{ATP}$ -aza qayta ishlab, o'zgartirib  $\text{Na}^+$  va  $\text{K}^+$  kationlarini gradientga qarshi ko'chiradi. Mazkur jarayonda ATF ham gidrolizga uchraydi. Har bir molekula ATF ning energiya hisobiga ferment hujayradan uchta natriyni tashqariga chiqarib, ikkita kaliyni ichkariga olib kiradi. Kationlarning ko'chirilishi noekivalent tarzida bo'ladi. Shunday qilib, membranada konsentratsiyalar farqi, elektrik potentsiallar hosil bo'lishi hisobiga uchinchi kaliy ioni hujayraga ikkilamchi aktiv transport tizimi orqali kiradi.

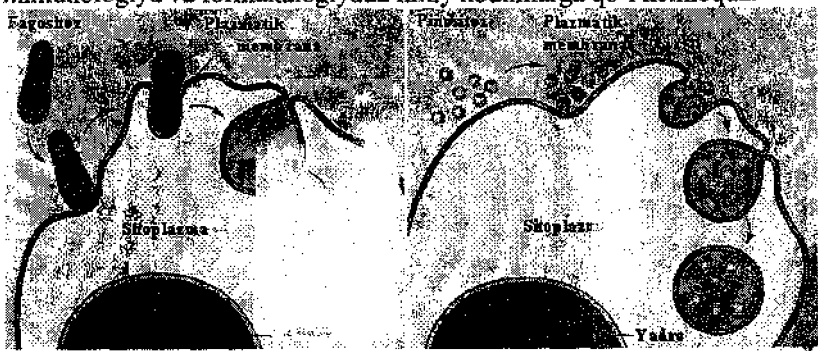
Hujayrada modda, ionlarning membrana orqali harakati moddaning xususiyati va membrananing tarkibi va strukturasi bog'liq. Transmembranali ko'chirilish bir necha usulda amalga oshadi. Ularga uniport, simport va antiportlar kiradi. Erigan modda ionlarining membranalarda bir tomondan ikkinchi tomonga oddiy yoki yengillashtirilgan diffuziya orqali ko'chirilishi uniport deb ataladi. Mazkur jarayonda membranada kotransport tizimi faoliyat ko'rsatib, bir vaqtda ikki

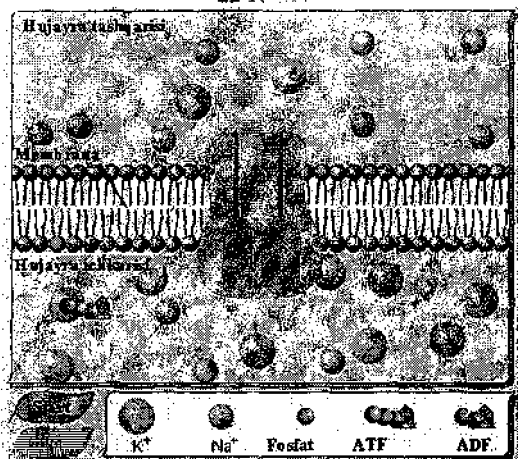
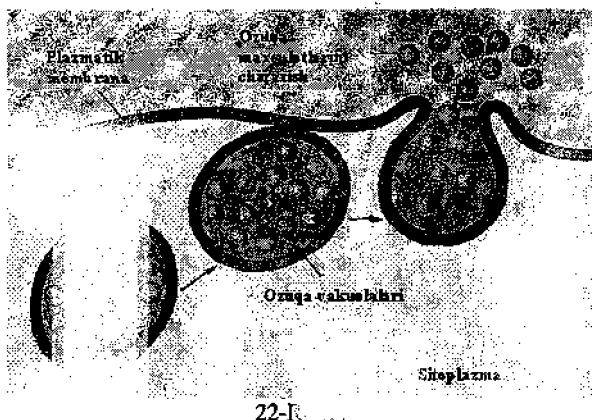
l moddaning transporti taminlanadi. Bu tizimning tashuvchi oqsilda, ikki moddani biriktiruvchi markazlar bo'lishi kotransportga misol bo'ladi.

Simport jarayonida bir moddaning membranadagi transporti ikkinchi moddaning ko'chirilishiga sababchi bo'ladi. Masalan, glyukoza, aminokislota  $\text{Na}^+$  ga bog'liq tizim orqali transport qilinadi. Xuddi shu tizimda natriy gradienti bo'yicha ko'chirilib, glyukoza esa shu yo'nalishda tashuvchiga bog'lanib, konsentratsiya gradientiga qarshi transport qilinadi. Antiport transport jarayonida bir moddaning konsentratsiya gradienti bo'yichi harakati, ikkinchi moddaning teskari tomonga konsentratsiya gradientiga qarshi ko'chirilishi tushuniladi.

Yirik molekularlar (oqsillar, polinukleotidlar yoki polisaxaridlar) va ayrim zarrachalar hujayra orqali yutilishi yoki tashqariga chiqarilishi mumkin. Erigan moddalarning plazmatik membranalar orqali transport qilinishi pinositoz (yunoncha pinos-ichish), qattiq moddalarning hujayraga kiritilishi-fagositoz (yunoncha fagos-ovqatlanish sitos -hujayra) deyiladi. Endositoz jarayonida yutilgan modda bir qism membrana bilan o'ralib, so'ng ajralib, hujayra ichida pufakchaga aylanadi yoki lizosomaga ko'chiriladi. Modda molekularini hujayradan tashqariga chiqarilishi esa ekzositoz deyiladi. Bu jarayonlarning deyarli hammasi aktiv transport orqali amalga oshadi.

Biologik membranalarining modellari liposomlar deb ataladi. Ular tibbiyotda katta ahamiyat kasb etadi. Liposomalar suv fazalari orqali ajratilgan, yopiq, lipidli biqatlamdan tashkil topgan pufakchalardir. Liposomalar har xil diametrdagi (0.05-10 $\mu\text{m}$ ) bo'lib, ularni laboratoriyada tayyorlash mumkin. Hozirgi kunda liposomalarining ichki suv sathiga turli xil dorilarni, oqsil va boshqa moddalarni joylab, alohida to'qima va a'zolarga jo'natiladi. Liposomalar membranalarini o'rganishda, biomeditsinada, gen injeneriyasida, genetik ashyolar transportida, immunologiya va farmakologiyada ilmiy xodimlarga qo'l kelmoqda.





22-rasm. Natriy-kaliyli nasos

### Sinov savollari

1. Membranalarning kimyoviy tarkibi.
2. Membranalarning biologik vazifasi.
3. Membranalarning turli xil modellari.
4. Membranadagi oqsil xillari va ularning biologik vazifasi.
5. Membranadagi lipidlar, biqatlamni hosil bo'lishi, gidrofil va gidrofob guruhlari, ularning ahamiyati.
6. Membranadan modda va ionlarning passiv transporti.
7. Membranadagi oddiy va yengillashtirilgan diffuziya.
8. Aktiv transportning mohiyati.

Birlamchi va ikkilamchi aktiv transportlari.

$\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATF-azani mohiyati nimadan iborat?

Modda va ionlarning ko'chirilishida transmembranali harakat qanday o'zgarishlarga asoslangan?

Pinositoz va fagotsitozlarni tushuntirib bering.

Liposomalarning tuzilishi va ahamiyati.

### Membranaga oid testlar

1. Hozirga kunda membrananing qanday modeli qabul qilingan?

- A) suyuq -kristalli; B) lipid -oqsil kompleksi;  
V) lipidli biqatlamli(bisloy); G) makromolekulali.

2. Membrananing vazifasi:

- A) ajratuvchi; B) metobaletik;  
V) retseptorlik; G) elektr va transport.

3. Plazmatik membranani (80-90%)ni qanday lipidlar tashkil qiladi?

- A) neytral lipidlar; B) fosfolipidlar, glikolipidlar; V) steroidlar.

4. Suv muhitida fosfolipidlarning biqatlam (bisloy) hosil bo'lishiga sababchi omillar:

- A) dinamik, yopiqlik; B) elastik assimetrik, yopiqlik;  
V) yopiqlik, dinamik, assimetrik; G) assimetrik, dinamik.

5. Biomembrana qalinligi:

- A) 0.1-1nm; B) 6-10 nm; V) 3-20 nm; G) 1-5nm.

6. Xolesterin qaysi membranalar tarkibiga kiradi?

- A) sitoplazmatik membranaga; B) yadroli membranaga;  
V) mitoxodriyaning ichki membranisiga; G) lizosom membranalariga.

7. Hujayra ichki va tashqi membranasi mavjud bo'lgan organoidlar:

- A) ribosomalar; B) yadro; V) mitoxondriya; G) xloroplastlar.

8. Kardiolipin qaysi membrana tarkibida bo'ladi?

- A) sitoplazmatik membranada; B) yadro membranasi;  
V) mitoxondriya membranasi; G) xloroplastlarda; D) bakteriyada.

9. Passiv transport, aktiv transportdan qanday farq qiladi?

- A) konsentratsiya gradienti bo'yicha;  
B) qarshi konsentratsiya gradienti bo'yicha;  
V) energiyaga bog'liq; G) energiyaga bog'liq emas.

10. Passiv transport turlari;

A) oddiy diffuziya; B)  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ -nasos; C) fagositoz; G) pinositoz.

11. Glyukoza qaysi usul orqali hujayraga kiradi?

A) oddiy diffuziya; B)  $\text{Na}^+$  ning simport usuli; V)  $\text{Na}^+$  ning antiport usuli;  
G) yengillashtirilgan diffuziya va  $\text{Na}^+$  ning simport usuli orqali.

12.  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  nasosining faoliyati:

A) hujayra tashqarisida kaliyni va natriyni ko'paytiradi;  
B) kaliyni hujayrada, natriyni hujayra tashqarisida ko'paytiradi;  
V) kaliy va natriyni hujayrada ko'paytiradi.

13.  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATF-azaning faoliyati natijasida ichki membrana, tashqi membrana sathiga nisbatan zaryadlanishi:

A) musbat zaryadlangan; B) manfiy zaryadlangan; V) zaryadlanmaydi.

14. Qanday sohalarida liposomalar ishlatiladi?

A) hujayra biologiyasida; B) gen muhandisligida; V) tibbiyotda;  
G) farmatsiyada.

15. Liposoma tayyorlashda qanday lipidlardan foydalaniladi:

A) neytral yog'lardan; B) erkin yog' kislotalaridan;  
V) fosfolipidlardan; G) svingozinlardan.

## VIII BOB

### Vitaminlar

Tirik organizmlarning hayot faoliyati bir me'yorda kechishi uchun zarur bo'lgan biologik faol moddalardan biri vitaminlardir.

Inson va hayvonlarning normal hayoti uchun ovqat tarkibida oqsillar, yog'lar, uglevodlar, mineral moddalar va suvdan tashqari yana qo'shimcha vitaminlar ham zarurligi aniqlangan. Ular tirik materiyaning struktura komponentlari bo'lmay, energiya manbai sifatida ham xizmat qilmaydi. Ko'pchilik vitaminlar odam va hayvon organizmida sintezlanmaydi. Ular asosan o'simlik tanasida va ichak mikroflorasi yordamida sintezlanadi. Organizm hayotiy zarur bo'lgan vitaminlarni asosan ovqat orqali qondiradi. Inson va hayvonlarning vitaminlarga bo'lgan talabi har xil bo'lib, ularning jinsiga, yoshiga, atrof-muhitning ta'siriga bog'liq. Ko'pchilik vitaminlar fermentlarning kofermentlari sifatida, muhim biokimyoviy vazifani bajaradilar. Ularning ayrimlari nerv impulslarining uzatilishida, ko'rish jarayonida va boshqa fiziologik va biokimyoviy jarayonlarda muhim rol o'ynaydi. Vitaminlarning ayrimlarini, ba'zi hayvonlarga zarur emasligi ham aniqlangan. Masalan, L-askorbin kislota odam, maymun uchun zarur bo'lib, boshqa hayvonlarda u sintezlanmaydi va hayotiy faoliyati uchun zarur emas.

1911- yilda polyak olimi K.Funk guruch kepagidan ovqatga oz miqdorda qo'shib berganida, beri-beri kasalligini davolaydigan kristall, faol modda olishga muvaffaq bo'ladi. Funk shu birikmaning tarkibida amin guruhi borligini aniqlab, unga "vitamin" nomini beradi. "Vita" - lotincha hayot, "amin" - tarkibida azot tutuvchi kimyoviy guruh, binobarin, vitamin "hayot amini" ma'nosini anglatadi. Keyinchalik bu atama ozuqa moddalar tarkibida uchraydigan barcha qo'shimcha omillar uchun qo'llaniladigan bo'ldi. Tekshirishlar natijasida bu qo'shimcha omillarning ayrimlarida amin guruhi va umuman, azot tutmasligi aniqlangan bo'lsa ham, vitamin so'zi biologiya va tibbiyotda saqlanib qolgan.

Hozirgacha 30 dan ortiq vitamin aniqlangan bo'lib, ular eruvchanligiga qarab, ikki guruhga: suvda eriydigan va yog'da eriydigan vitaminlarga bo'linadi. Barcha vitaminlar lotin alifbosining bosh harflari: A, B, C, D va hokazo bilan ifodalanib, keyinchalik ularga kimyoviy nomlar ham berildi.

Vitaminlarning bir guruhi kimyoviy tuzilishi bo'yicha bir-biriga yaqin bo'lib, bir moddaning turli xil hosilalari hisoblanadi. Ularni vitamerlar deyilib, faolligi har xil bo'ladi. Ayrim vitaminlar oziq-ovqat

bilan organizmga faol bo'lmagan holda kelib, to'qimalarda ular faol holga aylanadilar. Ularni provitaminlar deyiladi.

Organizmدا vitaminlar yetishmasa yoki ko'payib ketsa, ularning muvozanati buziladi. Agar organizmدا qisman vitaminlar yetishmasa, gipovitaminoz, bir necha xil vitamin yetishmasa avitaminoz deyiladi.

### Vitaminlarning sinflarga bo'linishi va nomenklaturasi

7-jadval

Harf orqali belgisi	Kimyoviy nomi	Fiziologik nomi	Inson uchun bir kunlik ehtiyoji, mg
<b>Suvda eruvchilar</b>			
B <sub>1</sub>	Tiamin	Antinevrik	2,0
B <sub>2</sub>	Riboflavin	O'sish vitamini	2,0
B <sub>3</sub>	Pantoten kislota	Antidermatit	12,0
B <sub>5</sub> (PP)	Nikotin kislota va nikotinamid	Antipellargik	25,0
B <sub>6</sub>	Piridoksin	Antidermatit	2,0
B <sub>12</sub>	Sianokobalamin	Antianemik	0,003
C	Askorbin kislota	Antisengotik	75
H	Biotin	Antiseborroy	0,15
<b>Yog'da eruvchilar</b>			
A	Ritinol	Antikseroftalmik	2,5
D	Kalsiferol	Antiraxit	0,025 (bolalar uchun) 0,0025 (kattalar uchun)
E	Tokoferol	Antisteril	15,0
K	Filloxinon	Antigemmoragik	0,25
Q	Ubixinon	-	-

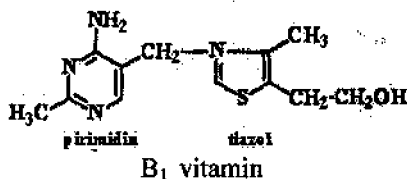
To'qimalarda vitamin yoki vitaminlarning miqdori ko'payib ketsa, bu ham kasallikka sababchi bo'lib, bunday holatni gipervitaminoz deb yuritiladi. Bu xildagi vitaminlarning nomutanosibligini yog'da eruvchilarida kuzatiladi.



### 8.1. Suvda eruvchi vitaminlar

Suvda eruvchi vitaminlarning ko'pchiligi organizmda faollik omillarini koferment tariqasida namoyon qiladi.

**Vitamin B<sub>1</sub> (tiamin).** Organizmda B<sub>1</sub> vitamin yetishmasligi berilari (Senegal tilida beri- quvvatsizlik) kasalligini (polinevrit) keltirib chiqaradi. Tiamin kimyoviy tarkibi bo'yicha pirimidin va tiazol halqasidan tashkil topgan murakkab birikmadir.



Vitamin tarkibida oltinugurt (tio) va amino guruhlari tutganligi uchun tiamin deb ataladi. B<sub>1</sub> vitamini organizmda uglevodlar almashinuvida alohida ahamiyatga ega. Chunki bu birikma piruzum kislotaning dikarboksillanish reaksiyasini katalizlovchi ferment dekarboksilazaning faol qismini tashkil etadi. Tiaminning 50%i mushaklarda bo'lib, ichki a'zolarida, jumladan jigarda mazkur vitaminning 40%i uchraydi.

Piruvatkarboksilaza fermentining faol qismi tiaminning fosforli efiri hisoblangan tiaminpirofosfatdan iborat. Organizmda B<sub>1</sub> vitamini yetishmasa, piruvat kislotaning dikarboksillanish reaksiyasi sekinlashadi, natijada to'qimalarda uning miqdori ortib ketadi. Piruvat kislotasi nerv tizimiga ta'sir etuvchi zahar bo'lganligi uchun periferik nerv tizimining yallig'lanishiga sabab bo'ladi va polinevrit kasalligini keltirib chiqaradi.

Odam organizmida tiamin sintezlanmaydi. U tayyor holda o'simlik yoki hayvon mahsulotlaridan tayyorlangan oziq-ovqat orqali qabul qilinadi. Aynan shu vitamin yetishmasa, odamning ishtahasi yo'qolib, oshqozonda suyuqlik va xlorid kislotasining miqdori keskin kamayadi. So'ng nerv kasalligining alomatlari boshlanadi. Terining sezuvchanligi kamayib, yurak faoliyati buziladi. Agar kasallik o'z vaqtida davolanmasa, nerv falajining og'ir ko'rinishlari boshlanadi.

Vitamin bug'doy unida, kepakda, oqlanmagan guruchda, hayvonlarning ichki a'zolarida (jigar, yurak, buyrak) ayniqsa, achitqilarda ko'p bo'ladi. Mazkur vitamin riboflavin va nikotin kislotalar kompleksini sifatida, non mahsulotlarini vitaminlarga boyitishda ishlatiladi. Tiamin, shuningdek, chorvachilik va parrandachilikda ham ishlatiladi.

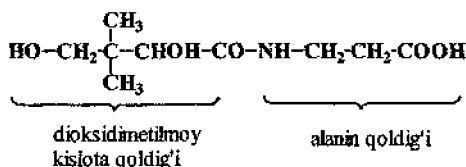
**B<sub>2</sub> vitamin - riboflavin** inson organizmining barcha to'qima va a'zolarida uchrovi, to'q sariq rangli kristall moddadir. Bu vitamin erki va oqsil bilan birikkan holda bo'lib, degidrogenaza fermentlarining kofermentidir. Mazkur vitamin ishtirokida qahrabo va yog' kislotalarining oksidlanishini tezlashtiradi, nafas olish zanjirida elektron va protonlarni tashiydi. U kimyoviy tabiatiga ko'ra izoalloksazin va ribitolning hosilasidir:



Riboflavin

Vitamin B<sub>2</sub> yetishmasa, organizmda koferment kamayishi, jumladan flavinmononukleotid miqdorining ozayishi kuzatiladi. Organizmda bu vitamin yetishmasa, shilliq qavatlar, birinchi navbatda og'iz bo'shlig' yallig'lanadi, lab bichiladi. Ko'z tez charchaydigan bo'lib qoladi. Keyinchalik ko'zning muguz pardasi yallig'lanib, katarakta rivojlanadi. Bu vitamin o'simliklar va hayvonlar organizmida keng tarqalgan. U ayniqsa achitqi zamburug'lar, sut va go'sht mahsulotlari tarkibida ko'p bo'ladi.

**B<sub>3</sub> vitamin - pantoten kislota.** Bu och - sariq rangli, yog'simon suyuqlik:

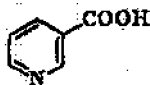


Pantoten kislota

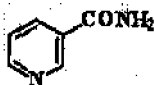
B<sub>3</sub> vitamin atsillarning almashinuvida ishtirok etadigan fermentlarning (KoA) kofermenti bo'lib, oqsil, uglevod va yog'la metabolizmida, steroid gormonlar biosintezida ishtirok etadi. Bu vitamin barcha to'qimalarda tarqalgani uchun uni pantoten kislota (yunoncha "hamma yerda" degan ma'noni anglatadi) deb ataladi. Bu omi yetishmaganda hayvonlarda turli xil patologik belgilar: o'sishdan to'xtash dermatit, jun va tuklarning to'kilishi, buyrak usti bezi nekrozi, qo'quyuqlashishi, ishtahaning yo'qolishi, nervning falajlanishi, ichki a'za kasalliklarining belgilari paydo bo'ladi.

Achitqi, jigar va tuxum sarig'i pantoten kislotasining boy manbalari. Umuman bu vitamin har xil o'simlik va hayvon mahsulotlarida mavjud.

PP vitamin (nikotin kislota, nikotinamid, B<sub>3</sub>) kimyoviy tabiatiga ko'ra nikotin kislota va uning amidi hisoblanadi.



Nikotin kislota

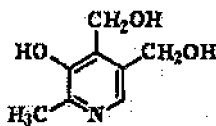


Nikotinamid

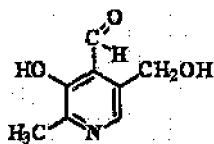
Bu vitamin yetishmasa teri kasalligi - pellagra (pellagra - italyancha g'adir-budur teri degani) kelib chiqadi. Preventive pellagra - pellagraning oldini oluvchi degan so'zlarning bosh harflari olinib, PP vitamin deb ham ataladi. Bo'lak vitaminlardan farqi, u oz miqdorda triptofan aminokislotasidan organizmda sintezlanadi.

PP vitaminning asosiy biologik vazifasi degidrogenazalarda kofermentlik vazifasini bajarishdir, ya'ni uning hosilalari - NAD va NADP oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida vodorod va elektron tashish vazifasini o'taydilar. Bu vitamin yetishmasa, uglevod, aminokislota va lipidlar oksidlanishi buziladi. PP avitaminoz - pellagra "uch D" kasalligi, ya'ni dermatit (teri yallig'lanishi), diareya (ich ketish) va demensiya (aql pasayishi) bilan xarakterlanadi. U jigar, buyrak va bug'doyda ko'p bo'lishi aniqlangan.

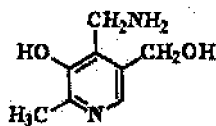
Vitamin B<sub>6</sub> (piridoksin) ning uch xil vitameri bo'lib ular: piridoksin, piridoksal va piridoksaminda iborat.



Piridoksin



Piridoksal



Piridoksaminda

Ularning uchalasi oksipirinning hosilalari bo'lib, vitaminli xususiyatga ega. B<sub>6</sub> vitamin hayvon va o'simlik mahsulotlarida keng tarqalgan. Piridoksin va uning hosilalari sholi kepagida, bug'doy murtagida, no'xat va loviyada, achitqilarda, hayvonlarning jigari, buyragi va baliqda ko'p bo'ladi.

Koferment piridoksaminfosfat shaklida to'qimalarda uchraydi. Piridoksal- fosfat va piridoksaminfosfat aminokislotalar almashinuvidagi fermentlarning kofermentidir. Aminokislotalar almashinuvining asosiy reaksiyalarini tezlatadigan 20 dan ortiq piridoksal fermentlar ma'lum. Ular ayniqsa, dekarboksilaza va aminotransferaza fermentlarining tarkibini tashkil qiladi.

Oziq-ovqatda bu vitaminning yetishmasligi natijasida organizmda oqsil almashinuvi buzilib, ya'ni aminokislotalarning pereaminirlanishi izdan chiqadi. Mazkur vitaminning yetishmasligi, ayniqsa bolalarda namoyon bo'lib, markaziy nerv tizimining buzilishi va boshqa kasalliklarni keltirib chiqaradi.

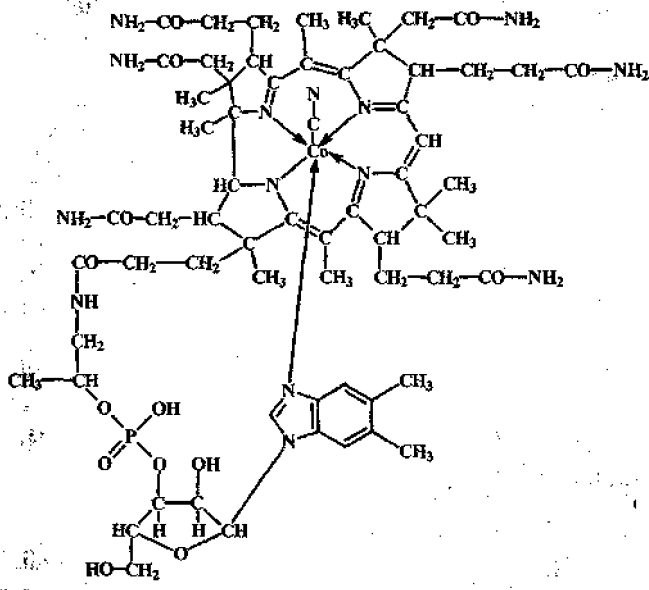
**Vitamin B<sub>12</sub> (sianokobalamin)** bu guruhga kiruvchi, tarkibi va tuzilishi jihatdan qisman farq qiladigan, lekin biologik faolligi o'xshash bo'lgan bir necha xil moddalar kiradi. Ularning molekulasi juda murakkab bo'lib, tarkibida 4 ta pirrol halqa va dimetilbenzimidazol tashkil etadi. Molekula markazida Co joylashgan (22-rasm).

B<sub>12</sub> vitamin tarkibida sianid ioni bo'lganligi uchun sianokobalamin deb ataladi. B<sub>12</sub> avitaminozning asosiy belgisi xavfli anemiya hisoblanadi. U eritrotsitlar shakllanishida ishtirok etadi. Shuning uchun uning yetishmasligidan anemiya – kamqonlik kasalligi kelib chiqadi. Bu kasallik nerv tizimining buzilishi va oshqozon shirasi tarkibidagi kislota miqdori keskin pasayishi bilan kechadi. Mazkur vitamin qoramol jigari, buyragida va baliq mahsulotlarida ko'p uchraydi.

**C vitamin - askorbin kislota uglevod.** L-gulozaning hosilasi bo'lib, oksidlanish va qaytarilish reaksiyalarida vodorod atomining donori hisoblanadi.

Askorbin kislota aromatik aminokislotalarning almashinuvida ishtirok etib, ayrim neyromediatorlar, kortikosteroidlar, oqsil - kallogenlarning sintezida ishtirok etadi.

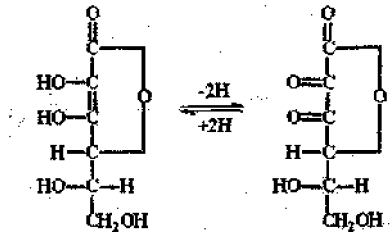
C vitaminning yetishmasligidan singa kasalligi kelib chiqadi. Qon tomirlarning ayniqsa kapillyarlarning o'tkazuvchanligi buzilib, teri ostiga qon quyilishi, milkdan qon ketishi kuzatiladi, kasallikni skorbut deb ham ataladi. Odam singa bilan kasallanganda gialuron kislota va maxsus oqsil - kallogen biosintezi ham buziladi. Bu o'z navbatida, suyak to'qimasining shikastlanishiga, tishlarning mo'rt bo'lib, tezda tushib ketishiga sabab bo'ladi.



22- rasm B<sub>12</sub> vitaminning strukturasi

C vitamin odam organizmida sintezlanmaydi. U na'matakda, qalampir, ko'k piyozda, ukropda, tokning yosh barglarida va rayhonda ko'p bo'ladi.

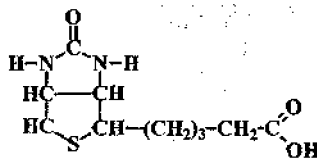
U ikki xil shaklda bo'ladi:



Askorbin kislotasi (qaytarilgan holati)

Degiroaskorbin kislotasi (oksidlangan holati)

H vitamin - biotin uning nomidan (bios-yunoncha hayot) ham ko'rinib turibdiki, u hayotiy jarayonlarda bevosita ishtirok etadi. Biotin - geterosiklik birikma bo'lib, tarkibi imidazol va tifen halqalaridan iborat bo'lib, yonaki zanjirda esa valerian kislotasining qoldig'i bor.



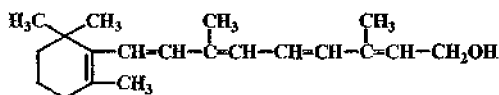
Vitamin H karboksilaza fermentining koofermentidir. H avitaminozning belgisi dermatit, ekzema, sochlarning to'kilishi, yog' bezlaridan intensiv ravishda yog'larning ajralishi (seborreya) kuzatiladi. Vitamin H purin azot asoslarini sintezida, CO<sub>2</sub> ning ko'chirilishida, yog' kislotalarining almashinuvida va atsetil - KoA dan malonil - KoA hosil bo'lish jarayonlarida ishtirok etadi.

Biotinning muhim ahamiyatlaridan biri, u tovuq tuxumidagi toksik oqsil bo'lgan avidin bilan birikib, uni detoksikasiya holatiga keltiradi. U o'simliklar bargida, karamda, piyozda, shuningdek, buyrakda, sutda va tuxum sarig'ida ko'p bo'ladi.

### 8.2. Yog'da eruvchi vitaminlar

Yog'da eriydigan vitaminlarga A, D, K, E, Q, F lar kiradi. Bu guruh vitaminlarining eng muhim biologik xususiyatlaridan biri organizmda zahira holda to'planishidir. Mazkur vitaminlarning deyarli xammasi tarkibida qo'shbog' tutganligi uchun oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida ishtirok etadi.

**Vitamin A (retinol)** kimyoviy jihatdan to'yinmagan bir atomli spirt bo'lib, β-ionon halqa, ikkita izoprin qoldig'idan iborat.



Vitamin A ning vitamerlari bo'lmish A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> aniqlangan. A<sub>2</sub> vitamin ionon halqada qo'shimcha ravishda yana bitta qo'shbog' tutadi.

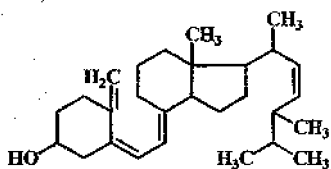
Oziq-ovqat tarkibida A vitamini yetishmasligi natijasida organizm o'sishdan to'xtaydi. Teri va shilimshiq parda quruqlashishi natijasida organizmga kasallik tug'diruvchi mikroblar o'tib, dermatit, bronxit hamda nafas yo'llarining yallig'lanishi kabi kasalliklarni qo'zg'atadi. A avitaminoz bo'lganda yana ko'z ham shikastlanib, g'ira-shira yorug'ni ko'rmaydigan (shapko'r) bo'lib qoladi.

Ko'zning yorug'likda sezuvchanligi uning to'r pardasi tayoqchalarida joylashgan ko'rish purpuri-radopsinning konsentratsiyasiga

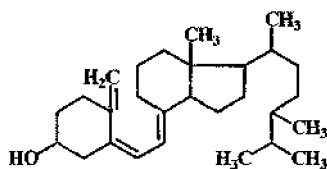
bog'liq. Radopsin murakkab oqsil, yorug'likda parchalanib, oqsil-opsin va A vitaminning aldegidi bo'lgan retinal hosil qiladi. Retinal ferment yordamida tiklanib, retinolga, ya'ni A vitamining aylanadi. Qorong'ida retinol oksidlanib, retinal hosil bo'ladi va radopsin sintezini ta'minlaydi. Radopsin parchalanishidan hosil bo'lgan retinolning bir qismi tashqariga chiqariladi. Ovqatda bu vitamin yetishmasa, radopsinning bir me'yordagi sintezi buziladi, natijada ko'zning qorong'ida ko'rishi qiyinlashadi. Bu kasallik o'z vaqtida davolanmasa, ko'z butunlay ko'rmay qolishi mumkin.

A vitamin hayvonlar jigarida, baliq yog'ida ko'p bo'ladi. Ammo o'simliklarning yashil qismlari, ba'zi ildiz mevali sabzavotlar ham A vitamin manbai hisoblanadi. Chunki o'simliklar tarkibida A vitamin hosil qiluvchi provitamin hisoblangan karotin ko'p bo'ladi.

**Vitamin D (kalsiferol)** - antiraxit vitamin. Uning bir necha vitameri bo'lib, ulardan D<sub>2</sub> va D<sub>3</sub> yuqori faollikka ega. Ular kimyoviy tarkibi jihatdan sterollarning hosilalaridir:



D<sub>2</sub> vitamin (ergokalsiferol)

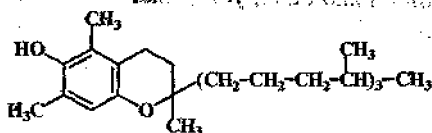


D<sub>3</sub> vitamin (xolekalsiferol)

Organizmnda D vitamini hujayra membranasidan kalsiy va fosfor ionlarini o'tishini ta'minlaydi. Agar bu vitamin yetishmasa, suyak to'qimasida kalsiy fosfat hosil bo'lish jarayoni buzilib, raxit kasalligi kelib chiqadi. Bunda suyaklar yumshoq bo'lib, gavda og'irligini ko'tara olmaydi. Organizm uchun D vitamini ozuqa orqali ta'minlanadi. U ayniqsa baliq mahsulotlarida, saryog'da, tuxum sarig'ida ko'p bo'ladi. Biroq, organizmnda uning asosiy qismi, quyoshning ultrabinafsha nurlari ta'sirida sterollarning hosilalaridan sintezlanadi.

Mazkur vitaminni ko'p iste'mol qilinsa, yoshi katta odamlarda va yosh bolalarda bu vitaminning intoksikatsiyasi boshlanadi. Qonda kalsiy va fosfor miqdori oshib, ichki a'zolarida (o'pka, buyrak, tomirlarda) kalsifikatsiya boshlanib, suyaklarda esa dimineralizatsiya sodir bo'ladi.

**Vitamin E (tokoferol)** organizmning ko'payish jarayonini boshqarishda ishtirok etadi. Uning nomi tokoferol (yunoncha, tokos-"avlod", fero-"tashiyman") deb ataladi. U quyidagicha tuzilgan:



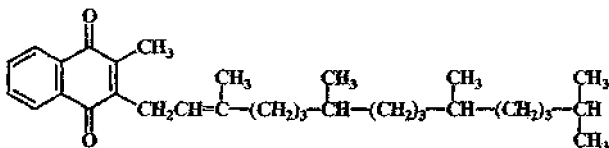
$\alpha$ - Tokoferol

E vitamini murakkab spirt bo'lib, siklik birikma hisoblangan trimetilgidroksinon va fitoldan tashkil topgan.

Hayvonlar organizmida E vitamin yetishmasa, oqsillar, yog'lar va uglevodlar almashinuvi buziladi. Bu o'z navbatida, jinsiy a'zolarning shikastlanishiga va ko'payish qobiliyatining yo'qolishiga sabab bo'ladi. Mazkur vitaminning miqdori yog' to'qimalarida, jigarda va skelet mushaklarida yuqori bo'ladi. E vitamini ko'pgina birikmalarni oksidlanib ketishdan saqlaydi va antioksidantlar sifatida ishlatiladi. E vitamini hujayra membranasidagi to'yinmagan yog' kislotalarini boshqarilmaydigan piroksid oksidlanishdan saqlab, biologik membranani stabil, bir butun holatini saqlab turishda ishtirok etadi.

Tokoferollar o'simliklar tarkibida, ayniqsa, ularning yashil qismlarida hamda urug' murtagida ko'p uchraydi.

**Vitamin K (filloksinon).** Qonning normal ivishi uchun zarur bo'lgan bu omil koagulyatsiya vitamini yoki K vitamin nomini olgan. K vitamin guruhiga mansub vitaminlar naftoxinonlar hosilasi bo'lib, yonbosh zanjir esa alifatik spirt-fitol qoldig'i hisoblanadi. Uning tuzilishi quyidagicha:

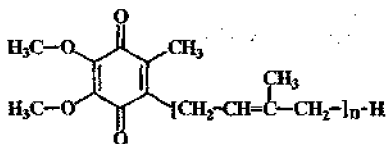


$K_1$  vitamin

K guruhiga mansub vitaminlar o'simliklarda keng tarqalgan, ular beda, ismaloq, karam barglarida ko'p bo'ladi. Bu vitamin oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida, ayniqsa fotosintetik fosforlanish jarayonidagi elektronlarning ko'chirilishida oraliq modda sifatida ishtirok etadi.

**Vitamin Q (ubixinon)** benzoxinonning hosilasi bo'lib, juda ko'p izoprenoid qoldiqlaridan tashkil topgan yonbosh zanjirga ega.





Ubixinon

Yonbosh zanjirdagi izoprenoid qoldiqlarining soni 6 tadan 10 tagacha bo'ladi. Ubixinonlar oksidoreduktaza fermentlarining kofermentlari bo'lib, oksidlanish-qaytarilishda vodorod atomini va elektronlarning ko'chirilishini ta'minlovchi oraliq birikmalar hisoblanadi. Ubixinonlar tufas olish zanjirida flavin fermentlari bilan sitoxrom tizimi oraliq'ida joylashgan. Ubixinonlar asosan mitoxondriyalarda joylashgan. Ular o'simlik va hayvonlarda keng tarqalgan bo'lib, yurak va jigarda ko'p bo'ladi.

**Vitamin F** bu kompleksli birikma bo'lib, tarkibi almashmaydigan va to'yinmagan yog' kislotalari: linol, linolen, araxidonlardan iborat. Linol va linolen kislotalar o'simlik va hayvon yog'larida uchraydi. Araxidon kislota esa faqat hayvonlar yog'ida aniqlangan. To'yinmagan yog' kislotalari fosfolipid, prostaglandin va neytral yog'lar sintezida ishtirok etib, membranalar komponentlaridir.

Organizmda to'yinmagan yog' kislotalari yetishmasa, teri kasalligiga, reproduktiv a'zolar faolligining pasayishiga sababchi bo'ladi. Odamda F gipovitaminoz bo'lganda giperxolesterinemiya va qon tomirlarida skleroz kasalligining belgilari paydo bo'ladi.

### Sinov savollari

1. Vitaminlarning ochilish tarixi.
2. Qanday birikmalar vitaminlar deyiladi?
3. Vitameralar nima? Ularga misollar keltiring.
4. Vitamin B<sub>1</sub> ning kimyoviy tabiati. U yetishmaganda qanday kasallikka sababchi bo'ladi?
5. Qanday jarayonlarda askorbin kislota qatnashadi?
6. Organizmda vitamin D ko'payib ketsa oqibati qanday bo'ladi?
7. Pellagra kasalligi qaysi vitamin yetishmasligidan hosil bo'ladi? U vitaminning kimyoviy tabiati va xossasi.
8. Shapko'rlik qaysi vitamin yetishmaganda kelib chiqadi? U vitaminning struktur formulasini yozing.
9. Vitamin D -strukturasi, biologik vazifasi.
10. Yog'larning qaysi komponenti vitamin F deyiladi? Misollar keltiring.

## Vitaminlarga oid testlar

1. *Biologik xususiyatlari va kimyoviy tuzilishlari bir-birlariga yaqin bo'lgan* moddalar:  
A) vitaminlar; B) izomerlar;  
V) gomologlar; G) vitamerlar.
2. Organizmda vitamin ko'payib ketsa, hosil bo'ladigan kasallik:  
A) gipervitaminoz; B) gipovitaminoz; V) avitaminoz.
3. Nikotin kislota va nikotinamid qaysi vitaminlarning vitamerlari?  
A) B<sub>1</sub>; B) B<sub>2</sub>; V) B<sub>5</sub>; G) B<sub>12</sub>.
4. Vitamin B<sub>12</sub> o'z tarkibida qanday kation tutadi?  
A) kobalat; B) natriy; V) magniy; G) temir.
5. Tabiiy antioksidonlarga kiruvchi birikmalar:  
A) filloxinon; B) kalsiferol; V) retinol; G) tokoferol.
6. Yorug'likni sezish uchun zarur bo'lgan vitamin:  
A) retinol; B) tokoferol; V) riboflavin; G) biotin.
7. Transmetillanishda qaysi vitamin ishtirok etadi?  
A) rutin; B) retinol; V) fol kislota; G) askorbin kislota.
8. Vitamin B<sub>12</sub> ni qaysi organizm o'zida sintezlamaydi?  
A) hayvon hujayrasi; B) o'simlik hujayrasi;  
V) mikroorganizmlar; G) viruslar.
9. Uglevod almashinuvida qatnashuvchi vitaminlar:  
A) tiamin; B) filloxinon; V) fol kislota; G) pantoten kislota.
10. Yog' almashinuvida qatnashuvchi vitaminlar:  
A) tiamin; B) riboflavin; V) piridoksin; G) fol kislota;  
D) pantoten kislota.

## IX BOB

### Gormonlar

Gormonlar ham ferment va vitaminlar kabi biologik faol birikmalar qatoriga kirib, organizmda modda almashinuvini va fiziologik vazifani boshqarib turadi.

Gormonlar (yunoncha, hormao-"tebrataman, qo'zg'ataman" degani) gumaral, ya'ni organizmning suyuqliklari orqali bo'ladigan o'zaro kelishish munosabatlari, aynan shu moddalar faoliyatiga bog'liq. Gormonlar ichki (endokrin) sekretiya bezlari orqali ishlanib, to'g'ri qonga uzatiladi. Ularda maxsus chiqarish yo'llari bo'lmaydi. Endokrin yoki ichki sekretiya bezlariga qalqonsimon bez, qalqon oldi bezlari, buyrak usti bezlari, oshqozon osti bezining alohida qismi, jinsiy bezlar: urug'don, tuxumdondan, gipofiz yoki miya o'simtasi, buqoq bezi kiradi. Ular enzimlar faoliyatini, membralarining o'tkazuvchanligini boshqarishda bevosita ishtirok etib, organizm metabolizmda asosiy o'rin egallaydi.

Ma'lum sababga asosan biror bez ko'p gormon sintezlasa gormonlar gipervazifasi, agar kam qonga ishlab bersa gipovazifasi deb hisoblanadi, bu esa og'ir kasalliklarga olib boradi. Kimyoviy tabiati bo'yicha ular turli xil bo'lsalar ham, biologik jihatdan umumiy xossalarga egadir:

- Masofa orqali ta'siri, ya'ni gormonlarning hujayra, to'qima, a'zolariga samarali ta'siri ma'lum masofa orqali amalga oshiradi.
- Gormonlarning ta'siri qat'iy biologik spetsifik asosda amalga oshadi. Biror gormonni boshqasi bilan almashtirib bo'lmaydi.
- Gormonlarning faolligi juda yuqori bo'lib, 1kg massaga 0,00001mg miqdorda gormon bo'lsa ham uning ta'siri sezilarli bo'ladi. Demak, ularning oz miqdordagisi ham organizmlarga ta'sir qiladi. Gormonlar faqat hayvonlardagina bo'lmay, o'simliklarda ham bo'ladi. Ularni fitogormonlar deb, ulardan: abstsiz kislotasi, sitokinin, etilen va gibberelin guruhlar mavjud. Barcha gormonlar genlarning mediatori bo'lib, ularning ta'sir doirasi pletotrop tizimiga asoslangan. Ya'ni, biri ikkinchisining sinteziga sababchi bo'lib, ularning fiziologik va biokimyoviy faoliyati ierarxiya tamoyili asosida amalga oshadi. Shunday qilib, ular organizmlarni har qanday vaziyatda ham gomeostaz holatda bo'lishida asosiy omil hisoblanadi. Hozirgi kunda hayvonlardan 60 dan ortiq gormon xillari aniqlangan bo'lib, ular kimyoviy tabiati bo'yicha ma'lum guruhlariga bo'linadi.

1. **Peptidli gormonlar.** Ularga polipeptidlar kiradi. Ular bosh miyaning (gipofiz) neyrosekretor hujayralarida, oshqozon osti, qalqonsimon, juft qalqonsimon bezlarning mahsulotlari hisoblanadi.

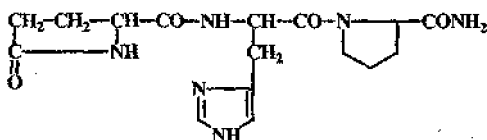
2. **Steroidli gormonlar.** Ular polisiklik spirtlarning hosila sterollaridir. Sintezlanish tuxumdon, urug'don va buyrak usti bezlarida sodir bo'ladi.

3. **Boshqa gormonlar.** Bular yuqoridagi ikki guruhga kirmaydigan gormonlar bo'lib, ular qalqonsimon, buyrak usti bezlarida, reproduktiv a'zolarida va bo'lak to'qimalarda sintezlanadi.

## 9.1 Peptidli gormonlar strukturasi va vazifasi

### Gipotalamus gormonlari

Gipotalamus gormonlari butun organizm, a'zo va to'qimalarning biologik vazifalari gumoral boshqarilishini amalga oshiruvchi fiziologik faol birikmalardir. Gipotalamus gormonlari gipofiz gormonlarining sinteziga ta'sir qiladi. Gipotalamus gormoni molekullari kichik bo'lib, ularning ayrimlari ajratilib, kimyoviy strukturasi aniqlangan. Masalan: tireoliberin tarkibi jihatidan tripeptid bo'lib, quyidagicha tuzilgan;



Tireolibirin

Ushbu formuladan ko'rinib turibdiki, ozod amina qismi yo'q, glutamin kislotaning erkin amina guruhi  $\gamma$ - karboksil hisobiga ichki amid hosil qilib, siklik strukturaga aylangan. Bu gormon tireotropinning ajralishini ta'minlaydi.

Lyuliberin - gipofizidan lyuteinlovchi gormonni ajralishini ta'minlovchi omil bo'lib, tuzilishi jihatidan dekaeptid hisoblanadi. U 10 ta aminokislota qoldig'idan iborat.

Somatostatin somatotropin gormonini ajralishini to'xtatadi. Bu gormon tuzilishi jihatdan siklik tetradekaeptid bo'lib, 14 ta aminokislota qoldig'idan iborat zanjir disulfid bog'i orqali mustahkamlanadi. Gipotalamus gormonlarining regulyatsiyasi teskari tizim asosida, biogenli aminlar va periferik bezlar gormonlarning ishtirokida amalga oshadi.

### Gipofiz gormonlari

Gipofizda qator polipeptid tabiatli gormonlar sintezlanadi:

**O'sish gormoni (anabolitik gormon).** Bu gormon samototropin gipofizning oldingi bo'lagidan ishlab chiqariladigan oqsil. U 191 ta aminokislota qoldig'idan iborat bo'lib, molekulyar massasi 22 kDa. Mazkur gormon oqsil, nuklein kislotalar va glikogen sintezini tezlatadi. Buyrak faoliyatiga ta'sir etib, suv va mineral moddalar almashinuvini yaxshilaydi. Yog'larning gidrolizlanishini, yog' kislotalar va glyukozaning oksidlanishini kuchaytiradi.

**Tireotropin (TTG).** U ham gipofizning oldingi bo'lagida ishlanib chiqadigan polipeptid. Gormon kimyoviy tabiatiga ko'ra glikoprotein, molekulyar massasi 30 kDa. Tarkibida 3,5% geksozlar, 2,5% glyukoza bor. Ikki ta nookovolent bog'i bilan A va B kichik birliklardan iborat.

Tireotropin qalqonsimon bez vazifasini boshqaradi. Organizmda uning miqdori kamayganda, bezning hajmi torayadi. Uning miqdori kuchayganda qalqonsimon bezda yod va kislorodning yutilishi kuchayib, glyukozaning oksidlanishi jadallashadi. Bu esa qondagi tirioksin miqdorini ko'payishiga sabab bo'ladi. Qonda tirioksin miqdori oshib borsa, tireotropinning sintezlanishi kamayadi. Demak, ularning vazifasi teskari bog'lanish tizimi asosida boshqariladi.

**Adrenokortikotropin (AKTG)** Bu gormon tarkibi 39 ta aminokislota qoldig'idan tashkil topgan bo'lib, birlamchi strukturasi aniqlangan. Adrenokortikotropin – buyrak usti bezlari po'st qavati kortikosteroidlarining biosintezini va sekretsiyasini tezlashtiradi. U yog'lar mobilizatsiyasini jadallashtiradi. Bu gormon atsetilneygramin (sial) kislota uchun retseptor bo'lib xizmat qiladi. U lizinning amino guruhi bilan ion bog'i orqali bog'lanib, hujayra membranasi o'tkazuvchanligini o'zgartiradi. Shuningdek, bu kompleks adenilatsiklaza faolligini oshiradi va melanin pigmentining sintezida ishtirok etadi.

**Laktotrop gormoni (prolaktin).** Prolaktin bitta polipeptid zanjiridan iborat bo'lib, tarkibi 199 ta aminokislota qoldig'idan tashkil topgan, molekulyar massasi 23kDa. Molekulasida 3 ta disulfid bog' tutadi. Mazkur gormon sut bezlarining rivojlanishini va laktatsiyani tezlashtiradi. U ichki a'zolarning o'sishini, sariq tana sekretsiyasini tezlashtirib, eritropoetik ta'sirga ega.

**Melanotsitstimullovchi gormon.** Gormon 13 ta aminokislota qoldig'idan iborat. U gipofizning o'rta qismida sintezlanadi. Melanotsitstimullovchi gormon tirozinni pigment - melanina aylanishini boshqaradi. Bu gormon Afrika xalqlarida yuqori faollikka ega.

**Vazopressin.** Vazopressin kimyoviy tarkibiga ko'ra nonapeptid bo'lib, gipofizning orqa bo'lagida ishlab chiqariladi. Vazopressin buyrakning distal kanalchalarida suvning qayta so'rilishini ta'minlash orqali suv almanishuvini boshqarib turadi va qon zardobining osmotik bosimini bir xilda saqlanib turishiga imkon beradi. Bu gormon yana silliq muskullar qisqarishini ta'minlaydi. Agar u yetishmasa, haddan tashqari ko'p miqdorda siydik ajraladi, bunday jarayon qandsiz diabet kasalligi deyiladi.

**Oksitotsin.** Oksitotsin ham xuddi vazopressin singari gipofizning orqa bo'lagi gormoni bo'lib, kimyoviy tabiatiga ko'ra nonapeptiddir.

Oksitotsinda vazopressindagi 1 va 6 holatdagi sistein qoldiqlari o'zaro disulfid bog' xosil qiladi. Gormonning faolligi disulfid bog'iga bog'liq. Oksitotsin bachadonning silliq muskullari qisqarishini ta'minlab tug'ishni yengillashtiradi. Sut bezlari alveolalari atrofidagi mushak tolalarining qisqarishini ta'minlab, sut ajralishida ishtirok etadi.

## 9.2 Oshqozon osti bezining gormonlari

**Insulin.** Ushbu gormon biologiya tarixida birinchi marta sun'iy sintezlangan oqsil hisoblanadi. Uning molekulasi ikkita polipeptid zanjirdan tashkil topgan bo'lib, A zanjiri 21 ta, B zanjiri 30 ta aminokislota qoldig'idan iborat. Gormon hayvonlarning oshqozon osti bezi langergans orolchasining  $\beta$ -hujayralarida to'planadi. Uning molekulyar massasi 5,7 kDa. Insulin uglevod, yog' va oqsillar metabolizmni boshqaradi. Bu gormon yetishmaganda oshqozon osti bezi diabet kasalligi bilan kasallanadi. Bu kasallikda qonda glyukoza miqdori oshib, 3-5% gacha, ayrim hollarda uning miqdori undan ham yuqori bo'lishi mumkin. Bunday bemorlar qonida glyukoza miqdori ko'p bo'lishiga qaramasdan glikogen sintezlanmaydi, aksincha, parchalanishi kuchayadi. Hujayra ko'p miqdordagi glyukozani o'zlashtira olmaydi. Natijada organizm glyukozadan energiya manbai sifatida foydalana olmaydi. Bularning hammasi metabolitik jarayonlarda chuqur o'zgarishlarni keltirib chiqaradi.

Hujayra membranasida insulin retseptori bo'lib, u tetramer shaklida ikki  $\alpha$  va ikki  $\beta$  subbirliklardan iborat. Bu subbirliklardan biri tirozinaza faolligiga ega. Insulin  $\alpha$  subbirliklar bilan bog'lanib, gormon-retseptor kompleksi hosil bo'ladi. Mebranadagi tetramer konformatsiyasining o'zgarishi  $\beta$  - subbirlikning ferment faolligini oshiradi. Tirozinaza membrana oqsillarining fosforlashi natijasida membrana kanal hosil bo'lib, shu yo'l orqali glyukoza va boshqa metabolitlar hujayraga kiradi.

Bu retseptorning gormon bilan munosabatini insulin retseptorining resiklizatsiyasi deyiladi.

**Glyukagon.** Bu gormon oshqozon osti bezi langergans orolchasining  $\alpha$ -hujayralarida ishlab chiqariladi. Tarkibida 29 aminokislota qoldig'i bor. Molekulyar massasi 3,5 kDa. Glyukagon molekulasi avval faol bo'lmagan, proglyukagon holda bo'lib, Golji apparatida yetilib, qonga uzatiladi. Qonda glyukagonni miqdori glyukoza bog'liq bo'lib, glyukoza bog'liq bo'lgan miqdori ko'paysa, glyukagon kamayadi va teskari bo'lishi ham mumkin. Uning miqdori qonda teskari tizim asosida sodir bo'ladi. Qonda glyukagon oqsil bilan bog'lanmaydi, shuning uchun jigarda tez parchalanadi. Glyukagon yana glikogenfosforillazani faollantirib, qonda glyukoza-1-fosfat miqdorini oshiradi.

**Paratagormon.** Gormon biologik faol modda, juft qalqonsimon bezlar orqali sintezlanadi. Paratagormon 84 aminokislota qoldig'idan iborat bo'lib, molekulyar massasi 9,5 kDa ga teng. Paratagormon qonda kationlardan kalsiyni, anionlardan esa fosfor va limon kislotalar miqdorini boshqarib turadi.

**Opeoidli peptidlar.** Ular markaziy nerv tizimida opeoidli retseptor shaklida bo'lib, ularni endorfinlar va enkefalinlar deb ataladi. Ular hujayralararo va to'qimalararo neyroregulyatorlik vazifasini bajaradilar. Endogen opeoidli peptidlar alohida guruh bo'lib, morfinga o'xshash, neyromediator va neyroregulyator vazifasini bajarib, fiziologik vazifasi og'riqni qoldiradi, insonda eyforiya holatini keltirgani uchun ularni "baxtli peptidlar" deb ataladi. Enkefalin va endorfinlar gipofiz hujayralarida bir xil oqsil - propiokarpinlarni proteolizi natijasida hosil bo'ldi.

Opeoidli peptidlar asab va endokrin tizimni boshqarishda katta rol o'ynab, organizmning biologik faoliyatida bevosita ishtirok etadi. Ularning ta'siri hayotiy jarayonlarning turli xil ko'rinishlarida namoyon bo'ladi. Jumladan, termoregulyatsiya, og'riqni sezish, ochlik, yurak - tomir vazifasi, nafas olish, immun, oshqozon - ichak tizimi va harakat faolligi ko'rsatilgan peptidlarga bog'liq. Demak, tashqi muhitning organizmga ta'sirida peptidlar asosiy rol o'ynaydilar.

Peptidli gormonlar membrana sathidagi hujayra-mushenidagi oqsil - retseptor bilan kompleks birikmalar hosil qiladi. Bunday o'zaro bog'lanishlar mazkur membranadagi adenilatsiklazani faollashtiradi. Bu ferment ATF dan siklik sAMF ni hosil qiladi:



Siklik adenozinmonofosfat hujayra ichida gormon xabarini beruvchi vositadir. sAMF hujayra ichidagi qator fermentlarni fosforlab, ularni faollashtirib, glikogen, oddiy yog'lar va oqsil sintezini boshqarishda ishtirok etadi. Shunday qilib, sAMF modda almashuvini boshqarishda bevosita ishtirok etadi.

Odam qonidagi peptidli gormonlar miqdori  
(V.A. Rogozin bo'yicha)

8 - jadval

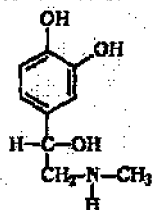
Gormonlar	1ml qonidagi miqdori	Biologik ta'siri
Vazopressin	4 pg gacha	Suv va elektrolitlar almashuvini boshqaradi
Glyukagon	70-80 ng	Glyukogendan glyukoza parchalanishini tezlashtiradi
Insulin	1-1,5 ng	Uglevod almashuvini boshqaradi
Kalsitonin	50-200 pg	Suyaklardan kalsiyni ajralishini to'xtatadi
Paratgormon	0,3-0,5 ng	Suyaklardan kalsiyni ajralishini tezlashtiradi
Somatotropin	1,6 ng	Oqsil sintezini boshqarishda ishtirok etadi

### 9.3 Aminokislotalari xarakteridagi gormonlar

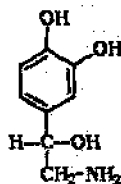
Buyrak usti bezining mag'iz qismi gormonlari

Bu guruh gormonlariga buyrak usti bezining mag'iz bo'lagi gormonlari - adrenalin, noradrenalin, qalqonsimon bez gormonlari - tiroksin va triyodtiraninlar kiradi.

Buyrak usti bezidan gormonal faollikka ega bo'lgan ikkita (katexolaminlar)-adrenalin va noradrenalin ajratib olingan:



Noradrenalin



Adrenalin

Adrenalin va noradrenalin buyrak usti bezining mag'iz qismida hosil bo'lib, xromoffin pufakchalarida to'planadi. Noradrenalin simpatik nerv tolalarining uchlarida ajralib, postsinaptik hujayralarga ta'sir qiluvchi neyromediatorlardir. Adrenalin va uning hosilalari uglevodlar almashuvining boshqarilishida muhim ahamiyatga ega. Uning ta'sirida

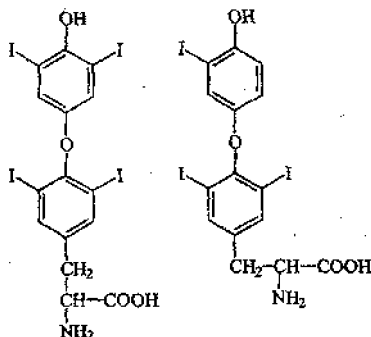


muskullarda glikogen parchalanib, qonda glyukoza, mushaklarda sut kislotasining miqdori ortadi.

Adrenalin va noradrenalin qon tomirlarni qisqartirib, qon bosimini ko'tarish, yurak urishini tezlatish xususiyatiga ega. Ular ta'sirida organizm qo'zg'algan holatga keladi. Bu gormonlar to'qimalarda nafas olishni, gaz almashinuvini, Krebs halqasida ishtirok etadigan metabolitlar almashinuvini tezlashtirib, makroergli birikmalar resintezini amalga oshirishda ishtirok etadi.

### Qalqonsimon bez gormonlari

Qalqonsimon bez tiroksin va triyodtironin gormonlarini ishlab chiqaradi. Ular kimyoviy tabiatiga ko'ra tirozinning hosilasi hisoblanadi.



Tiroksin

Triyodtironin

Triyodtironin tiroksindan 5 marta yuqori biologik faollikka ega. Lekin qonda uning miqdori tiroksindan ancha kam. Qondagi gormonlarning  $\frac{3}{4}$  qismini tiroksin tashkil qiladi. Tiroksinning qondagi miqdorini saqlab turishda jigar muhim rol o'ynaydi. Uning qalqonsimon bezda ishlab chiqarilishi, normada giopofiz gormonini triyodtironin bilan teskari bog'lanishi orqali boshqarilib turadi.

Tiroksin sintezida yodning qondagi konsentratsiyasi ham alohida ahamiyatga ega. Suvda, oziq-ovqatda yod kam bo'lsa, qalqonsimon bezning hajmi kattalashib, buqoq (endemik buqoq, joyga xos buqoq) kasalligi kelib chiqadi. Lekin organizmga qo'shimcha yod berib, bu kasallikni oldini olish oson va davolash mumkin. Mazkur gormonlarning yetishmasligidan miksedema kasalligi kelib chiqadi. Bu kasallik bilan kasallangan odamning terisi ostida suv to'planadi, semirib ketadi. Bu vaqtda suv, tuzlar va lipidlar almashinuvi buziladi. Bolalarda tiroksin yetishmasa, organizm o'sishdan to'xtaydi. Bolaning bo'yi past, tana

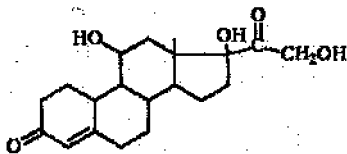
tuzilishi noto'g'ri bo'lib, jinsiy va aqliy jihatdan rivojlanish orqada qoladi. Bu kasallik kritinizim deyiladi.

Qalqonsimon bezning faoliyati kuchayib, qonga tiroksin ishlab chiqarish orqasida, moddalarning oksidlanishi kuchayadi. ATF zarur miqdorda sintezlanmaydi. Hosil bo'lgan energiya, erkin energiyaga aylanadi. Bunday hol davom etaversa organizm ozib, yurak urish kuchayadi, tana harorati odatdagidan yuqori bo'ladi. Odamning ko'zi chaqchayib, go'yo kosasidan chiqib turgandek bo'ladi.

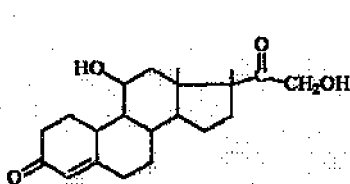
Tireoid gormonlarining retseptorlari hujayra yadrosida bo'lib, gormon-retseptor kompleksi DNK bilan bog'lanib, ayrim genlarning faoliyatiga ta'sir qiladi. Jumladan, bu gormonlar transkripsiya jarayonining induksiyasini faollashtirib, o'z navbatida oqsil sinteziga ham ta'sir qiladi. Bunday gormonlar ta'sirida  $Na^+/K^+$ -ATF-aza nasosining faoliyati ham jadallashadi.

#### 9.4 Steroid gormonlar

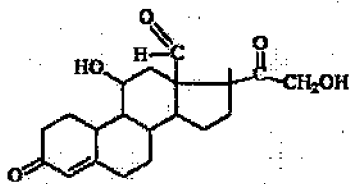
Steroid gormonlar molekula asosini siklopentanopergidrofenantren haqiqasini tashkil etuvchi sterollarning hosilalaridir. Ular buyrak usti bezlarining po'st qavatida va jinsiy bezlarda ishlab chiqariladi. Buyrak usti bezlarining po'st qavatidan 46 dan ortiq steroid moddalar ajratib olingan, ularni kortikosteroidlar deb ataladi. Bularning ichida eng ahamiyatlisi, gidrokortizon, kortikosteron va aldosteronlardir.



Gidrokortizon



Kortikosteron



Aldosteron

Shuningdek, buyrak usti bezlarining po'st qavatida jinsiy gormonlar ham sintezlanadi.

KORTIKOSTEROIDNING asosiy metabolismik vazirasi uglevod, oqsil va lipidlar almashinuvida ishtirok etishdir. Uning miqdori normadan kam bo'lganda qonda glyukoza, jigarda esa glikogen miqdori kamayib, oqsillarning parchalanishi va lipolitik jarayonlar kuchayadi. Buyrakda ularning qayta so'rilishi buziladi.

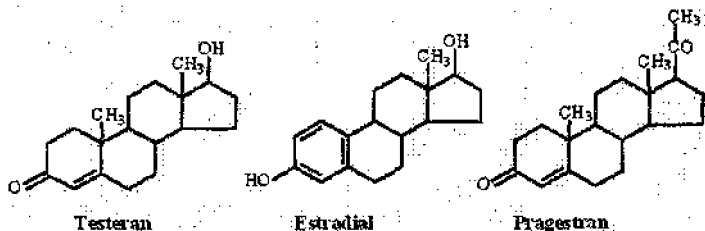
Gidrokortizon miqdori kam bo'lsa, moddalar almashinuvida xuddi yuqoridagidek o'zgarishlar sodir bo'ladi. Lekin gormonning miqdori me'yordan ko'p bo'lsa, uglevodlar almashinuvi buziladi, aminokislotalarning uglevodlarga aylanishi kuchayib, qonda glyukoza miqdori ortadi. Shu sababdan yog'lar sintezi kuchayishiga va muskullarni atrofiyalanishiga olib keladi.

Aldosteron mineral moddalar  $-K^+Na^+$  almashinuvida ishtirok etadi. Shuning uchun ham mineralokortikosteroid gormon deb ataladi. Uning miqdori qonda kam bo'lganida  $K^+$  to'planishi,  $Na^+$  ko'p miqdorda chiqarilishi kuzatiladi. Bu gormon ko'p ishlanib chiqsa, qon zardobida kaliy miqdori kamayib, natriy konsentratsiyasi ortib ketadi. Buning natijasida qon bosimi ko'tariladi, muskullarning bo'shshishi va holsizlanish kuzatiladi.

### 9.5 Jinsiy gormonlar

Erkaklar va ayollar jinsiy bezlaridan steroid tabiatli bir necha gormonlar sintezlanadi, ularni jinsiy gormonlar deb ataladi. Bunday gormonlar erkaklik jinsiy gormonlari - androgenlar (andosteron, testesteron), ayollik jinsiy gormonlari - estrogenlar (estradiol, estriol) va sariq tana gormonlari (progesteron) guruhlariga bo'linadi. Mazkur jinsiy gormonlarning eng ahamiyatlisi erkaklik jinsiy gormonlaridan testesteron va ayollik jinsiy gormonlaridan estradiol, sariq tana gormoni progesterondir.

**Testesteron.** U umumiy metabolizimga, ayniqsa, nuklein kislota va oqsillar biosinteziga kuchli ta'sir qiladi. Organizmda uning miqdori kamaysa, oqsil miqdori ham kamayib, tanani yog' bosishi va boshqa o'zgarishlar kuzatiladi.



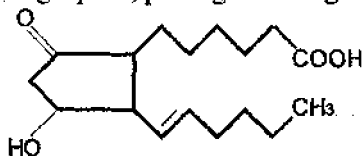
**Androgenlar** to'qimalarning defferentatsiyasi va bo'lak vazifalarga javob beradi. Ular tuxumdonlarda sintezlanib, hujayra - mishenga oddiy diffuziya orqali kirib, retseptor oqsili bilan bog'lanadi. Gormon-retseptor kompleksi yadroga o'tib, xromatin bilan bog'lanadi va oqsil sintezini tezlashtiradi. Jinsiy differentatsiyada bu jarayon xromosoma-gonadalar-fenotip asosida shakllanadi. Bulardan tashqari, androgenlar spermagenez - jinsiy yetilish jarayonlariga ham ta'sir qiladi. Ular transkripsiya jarayonida qatnashadi. Androgenlar faqat urug'donda sintezlanmay, oz miqdorda tuxumdonda ham hosil bo'lib, ular insonlarning hulq-atvoriga ta'sir qiladi.

**Estradiollar** ayollik jinsiy a'zolari rivojlanishini, ikkilamchi jinsiy belgilar paydo bo'lishini ta'minlaydi. Uning miqdori kam bo'lganda, minstruatsiya sikli buziladi, homila tushib ketishi, semirib ketish kuzatiladi. Estradiol uglevodlar, oqsillar va nuklein kislotalar almashinuviga ta'sir etadi. Krebs siklining fermentlarini faollashtiradi. Estradiollar boshqa steroidlarga o'xshash sitoplazmaga kirib, gormon-retseptor kompleksi hujayra yadrosi bilan bog'lanadi. Estrogenlar transkripsiya initsiatsiyasini tezlashtiradi. Vaholanki, RNK polimerazaga ta'sir qilmaydi.

**Progesteron** (lyuteosteron) minstruatsiya siklidan keyin, ko'p miqdorda ayniqsa, homiladorlik davrida hosil bo'ladi. Bu gormon bachadon devoriga joylashib, homiladorlikning normal rivojlanishiga ijobiy ta'sir etadi. Ular sut bezlari rivojlanishi va navbatdagi jinsiy sikl boshlanishini tormozlaydi.

## 9.6 Prostaglandinlar

Bular to'qima va a'zolarida sintezlanadigan biologik faol moddalar qatoriga kiradi. Ular ko'p qo'shbo'g' tutuvchi to'yinmagan yog' kislotalarining o'zgarishidan hosil bo'ladi. Ularning molekula asosini yon zanjirlarga ega bo'lgan siklopentan halqasi tashkil etadi. Yog' kislotalarining prostaglandinlarga aylanishi endoplazmatik retikulumda bo'ladi. Fosfolipidlarga fosfolipaza A<sub>2</sub> ta'sirida araxidon kislota ajralib, fermentativ reaksiya xiliga qarab, prostaglandinlarga aylanishi kuzatilgan.



A guruhidagi prostoglandin

Prostaglandinlar membranalariga bilvosita ta'sir qilib, sAMF sintezini yog'li to'qimalarda, trombositlarda va boshqa a'zolarida tezlanishi aniqlangan. Ular gipofizga ta'sir etib, gormonlar sintezini tezlashtiradi.

Prostaglandinlar (PG) besh a'zoli halqasining tuzilishiga qarab 4 guruhga bo'linadi: A, B, E, F (PGA, PGB, PGS, PGF)ga bo'linadi. Ular metilli va karboksilli yoki zanjirdagi qo'shbog'lar soniga qarab, har bir guruhning maxsus vakillariga ajraladi.

Prostaglandinlar uglevodlar, lipidlar almashinuvida bevosita ishtirok etadi. Ularning qondagi oz miqdordagisi yog' kislotalar va glitserin konsentratsiyasini oshiradi, lekin ko'p miqdori, aksincha ta'sir etadi. Shuningdek, ular ta'sirida qondagi mineral moddalar miqdori o'zgarishi, glyutation va askorbin kislotalar muhim a'zolar bo'yicha qayta taqsimlanishida ishtirok etishi tasdiqlangan.

Prostaglandinlar bachadonning qisqarishini faollashtiradi. Ulardan ayollarning farzand ko'rish jarayoniga ijobiy ta'sir qiluvchi dori-darmon sifatida foydalaniladi. Ularning kalsiy transportida ishtirok etuvchi, fermentlar faoliyatiga ham ta'sir qilishi aniqlangan.

Umuman, prostaglandinlar moddalar almashinuvida muhim ahamiyatga ega bo'lgan faol biologik birikmalar qatoridan o'rin olgan.

### Sinov savollari

1. Gormonlarning kimyoviy tabiati.
2. Qanday ichki sekretiya bezlarini bilasiz?
3. Gormonlarning ta'sir qilish mexanizmi.
4. Gormonlar qanday guruhlarga bo'linadi?
5. Gipotalamus gormonlariga misollar keltiring.
6. Gipofiz gormonlari.
7. Oshqozon osti bezining gormonlari.
8. Opioidli peptidlarning ta'sir qilishi.
9. Aminokislotalar xarakteridagi gormonlar.
10. Steroid gormonlar.
11. Jinsiy gormonlar.
12. Prostaglandinlar haqida ma'lumot bering.
13. Fitogormonlar nimani anglatadi?
14. Gormonlarni dori-darmon sifatida ishlatishning ijobiy va salbiy tomonlari.
15. Gormonlarni sportchilar doping sifatida ishlatishi mumkinmi?

## Gormonlarga bag'ishlangan testlar

1. Nima uchun gormonlar biologik faol moddalar qatoriga qo'shiladi?  
a) qondagi miqdori kam bo'lib, ta'siri kuchli bo'lgani uchun;  
b) to'qima va a'zolarida miqdori ko'p bo'lganligi uchun;  
v) vitaminlik xususiyatiga ega bo'lganligi uchun.
2. Gormonlar qanday vazifani bajaradi?  
a) kimyoviy; b) regulyatorlik; v) katalitik; g) transportli.
3. Endokrin tizimini boshqaruvchi markaz:  
a) gipofiz; b) orqa miya; v) oshqozon osti bezi; g) gipotalamus.
4. Oqsil tabiatli gormonlarga kiruvchilar:  
a) tiroksin; b) paratgormon; v) adrenalin; g) aldosteron.
5. Insulinning kimyoviy tabiati:  
a) to'yinmagan yog' kislotalari; b) aminokislota tiroksin hosilasi;  
v) kichik molekulyali oqsil; g) glikolipid.
6. Tarkibida yod tutuvchi gormonlar:  
a) glyukagon; b) paratgormon; v) insulin; g) tiroksin.
7. Steroidli gormonlarga kiruvchilar:  
a) vazopressin; b) oksitotsin; v) testesteron; g) tiroksin.
8. Aramatik aminokislotalar hosilasining gormonlari:  
a) estradiol; b) tiroksin; v) insulin; g) noradrenalin.
9. Oshqozon osti bezida sintezlanuvchi gormonlar;  
a) tiroksin; b) adrenalin; v) glyukoza; g) insulin.
10. Qonda fosfor va kalsiy miqdorini boshqaradigan gormonlar:  
a) paratgormon; b) milantropin; v) adrenalin; g) aldosteron.
11. Peptidli gormonlar sintezlanadi:  
a) oshqozon osti bezida; b) jinsiy bezlarda;  
v) buyrak usti bezlarida; g) buqoq bezlarida.

12. Steroidli gormonlar sintezlanadi:  
a) oshqozon osti bezida; b) jinsiy bezlarda;  
v) buyrak usti bezlarida; g) buqoq bezlarida.
13. Adrenalinni faollashtiruvchi ferment :  
a) katalaza; b) adenilatsiklaza; v) xolinesteraza; g) fosfataza.
14. To'yinmagan yog` kislotalarning hosilasi:  
a) prolaktin; b) prostaglandinlar ; v) tiroksin; g) kerotin
15. Gipotalamus gormonlar guruhleri:  
a) peptidlar; b) aminokislota;  
v) to'yinmagan yuqori yog` kislotalar;  
g) to'yingan yuqori yog` kislotalari.
16. Tireoid gormonlari dori sifatida ishlatiladi:  
a) qandli diabitda; b) miksedemada;  
v) bazedov kasalligida; g) adisson kasalligida.
17. Glyukokortikoidli gormonlar dori-darmon sifatida ishlatiladi:  
a) qandli diabitda; b) bazedov kasalligida;  
v) adissan kasalligida; g) miksedemada.
18. Steroidli gormonlarni surunkali iste'mol qilinsa:  
a) ijobiy natija beradi; b) natija bermaydi;  
v) jinsiy a'zolarga salbiy ta'sir qiladi; g) membrana transporti buziladi.
19. Anabolik steroidlar doping sifatida ishlatiladimi?  
a) ishlatiladi; b) ishlatilmaydi; v) dopinglar ro'yxatiga kiritilgan emas.

## X BOB

### Moddalar va energiya almashinuvi

Hujayra yoki organizmda sodir bo'ladigan, fermentlar tomonidan amalga oshiruvchi kimyoviy reaksiyalar va fizikaviy jarayonlar majmuasi metabolitik almashinuv yoki metabolizm deb ataladi.

Biz biokimyo fanining birinchi bo'limi bo'lmish statikada biomolekulalardan oqsillar, nuklein kislotalar, uglevodlar, lipidlar va boshqa moddalar guruhлари bilan tanishdik. Mazkur fanning dinamik qismida shu ko'rsatilgan makromolekulalarning alohida almashinuvi o'rganiladi. Ularning almashinuvi tashqi ko'rinishda alohida bo'lsa ham, lekin ular o'zaro zamon va makon orqali bog'lanib, bir butun metabolizmni tashkil qiladi.

Organizmda metabolitik jarayon bir butun, yaxlit tizim bo'lib, biomolekulalarning o'zaro, muayyan qonun asosidagi ta'siri natijasida hayot degan mo'jiza yaratildi. Shunday qilib, biokimyo fani biomolekulalar o'zaro munosabatlarining mantiqiy natijasi bo'lgan hayotiy jarayonlarni o'rganish bilan shug'ullanadi.

Modda almashinish qonuniyatlari odamlar va hayvonlardan tortib, to o'simlik va mikroorganizmlargacha xos bo'lgan tizimdir. Tirik organizmda sodir bo'ladigan hayotiy jarayonlar tashqi muhit bilan uzluksiz bog'langan holda bo'lib, bu murakkab tizim nozik, bir-biriga bog'liq bo'lgan mexanizmlar orqali boshqariladi. Organizmda modda almashinuvi va uning boshqariluvchi fermentlarning bevosita yoki bilvosita ta'siri asosida amalga oshadi. Modda almashinuvi regulyatsiya va yangilanish asosidagi jarayon bo'lib, bu jarayon to'xtasa, hayot ham nihoyasiga yetadi. Modda almashinuvi turli xil fiziologik, fizikaviy va kimyoviy tizimlarini o'z ichiga oladi.

Fiziologik jarayonlarga tashqi muhitdan organizmni oqsil, uglevod, lipid, mineral moddalar, suv, vitamin va boshqalar bilan ta'minlanishi va ularni qayta ishlanishi natijasida hosil bo'lgan mahsulotlardan foydalanish va chiqindilarni tashqariga chiqarish jarayonlari kiradi. Fizikaviy jarayonlarga sorbsiya, so'rinish, kabi turli xil harakatlar kiradi. Kimyoviy jarayonlar esa ozuqa moddalarning parchalanishi hamda organizm uchun zarur bo'lgan ashyolarning sintezlanishidan iborat.

Modda almashinuvining kimyoviy jarayonlari tashqi va oraliq qismlardan iborat. Tashqi almashinuv deyilganda moddalarning aksariyat, hujayradan tashqaridagi almashinuvi, fermentlar ishtirokidagi



monerlarga parchalanishi, ularni transmembranali ko'chirilishi va molekular tushuniladi.

Oraliq modda almashinuvi – hujayra ichidagi kimyoviy reaksiyalar va ularni o'ziga o'ziga komponentlarining parchalanishi, oksidlanishi va yana parchalanishi bo'lib, bu jarayon metabolizm deyilib (metabole-almashinish, parchalanish), o'z ichiga katabolizm va anabolizm jarayonlarini qamraydi. Asosiy shu oraliq moddalar jarayonini o'rganuvchi bo'lim dinamik bo'lmay deyiladi.

Moddalarning oraliq almashinuvi metabolizm, hosil bo'lgan oraliq moddalar metabolitlar deb ataladi. Metabolizمنىng so'nggi mahsuloti tarkibida  $CO_2$ ,  $H_2O$ , mochevina, siydik kislota va boshqa kichik organik molekullar chegaralangan holda organizmdan tashqariga chiqariladi.

Organizmda kechadigan kimyoviy reaksiyalar juda ko'p va xilma-xil, mutanosib holda sodir bo'ladi. Kimyoviy reaksiyalar zanjiri metabolitik yo'llar yoki halqalar (sikllar) ni tashkil qilib, ularning har biri muayyan ma'lum vazifalarni bajaradi. Metabolizm bir-biriga teskari bo'lgan qismdan iborat. Bular katabolizm va anabolizmlardan tashkil topadi.

Katabolizm (yunoncha-pastga) jarayonida moddalar parchalanib, energiya ajralib chiqadi. Anabolizm (yunoncha-tepaga) jarayonida oddiy birikma-monomerlardan tortib hatto murakkab molekullar va biopolimerlarga sintezlanib, bu jarayon uchun energiya talab etiladi.

Energiya ajralishi natijasida katabolizm sodir bo'lib, ajralgan energiya qismlarga bo'linib, kichik ulushlardagi ATF shaklida to'planadi. Anabolik jarayonda energiyani yutilishi sodir bo'lib, energiya manbai sifatida aksariyat, ATF xizmat qiladi. Demak, ATF katabolizm bilan anabolizm jarayonlarini bog'lovchi omildir.

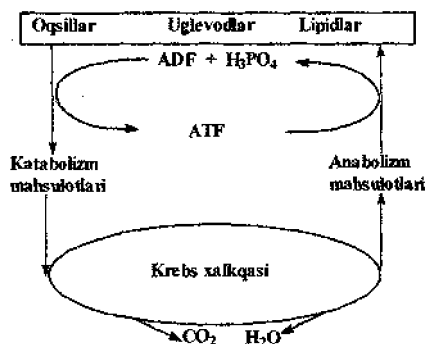
Ozuqa moddalarning katabolizmi uch bosqichdan iborat. Birinchi bosqichda yuqori molekullari moddalar tarkibiy qismlarga parchalanadi. Jumladan, polisaxaridlar glikozalar va pentozalarga ajraladi. Ikkinchi bosqichda hosil bo'lgan birikmalar oddiyroq molekullarga parchalanadi, uch atomli fosforlangan glitseraldegid-3-fosfatga, so'ng pirouzum kislota orqali atsetilkoenzim-A ga aylanib oksidlanadi. Ikkinchi bosqichda hosil bo'lgan molekullar, uchinchi bosqichda katabolizمنىning umumiy yo'li bo'lgan oxirgi mahsulotlarga- $CO_2$  va suvga parchalanadi.

Anabolizm jarayoni ham bir necha bosqichdan iborat bo'lib, uning so'nggi bosqichida hosil bo'lgan birikmalar bu jarayonda shakllanadigan molekullar-ning struktura bloki sifatida xizmat qiladi. Shunday qilib, katabolizm jarayoni-ning uchinchi bosqichida hosil bo'lgan birikmalar, anabolizm reaksiyalari uchun boshlang'ich mahsulot sifatida xizmat qiladi.

Katabolitik va anabolitik jarayonlarni bog'lovchi omillardan biri bilan bir qatorda asosiy metabolitik yo'llar yoki halqalar (sikllar) hisoblanadi. Moddalarning parchalanishi va sintezini birlashtiruvchi sikllarni amfibiologik yo'llar deyiladi. Amfibiologik siklga misol qilib Kreps halqasini ko'rsatish mumkin (23-rasm).

Moddalar oksidlanib,  $\text{CO}_2$  va suv hosil bo'lish jarayoni aksanlar amfibiologik yo'llar orqali amalga oshadi.

Katabolizm va anabolizm bir-birlari bilan uzviy bog'langan bo'lsa ham, lekin ularning yo'llari mustaqil hisoblanib, hujayra hajmida bir-biridan ajralgan alohida kompartmentalizatsiyani tashkil qiladi. Masalan oksidlanish reaksiyalari mitoxondriyalarda, nuklein kislotalarning sintezi yadroda, gidrolitik



23-rasm. Katabolizm va anabolizmi bog'lovchi chizma (I. Proskurina bo'yicha)

parchalanishlar lizosomalarda, oqsillarning sintezi ribosomada o'tadi. Bu jarayonlarning kechishi uchun lozim bo'lgan substratlar, enzimlar, kofermentlar ham shu organellalarda yetarli miqdorda tayyor bo'ladilar.

Organizmدا moddalar almashinuvi, energiya almashinuvini ham ta'minlaydi. Bu ikki jarayon bir-biri bilan uzviy bog'liq bo'lib, organizmning hayot faoliyatini belgilaydi. Tirik organizmда energiya almashinuvi termodinamika qoidalari asosida sodir bo'ladi. Termodinamikaning birinchi qonuniga asosan yopiq tizimдаgi energiyaning fizikaviy o'zgarishi har doim bir xil bo'ladi. Termodinamik tizimga ma'lum  $\Delta Q$  miqdorda issiqlik berilganda, tizimning ichki energiyasi ( $\Delta u$ ) ortadi va tashqi kuchlarga qarshi ( $\Delta A$ ) ish bajariladi:

$$\Delta Q = \Delta u + \Delta A$$

Mazkur formula energiyaning o'zgarish va saqlanish qonunining ifodasidir. Demak, tabiatda yuz beradigan barcha jarayonlarda energiya hosil bo'lavermaydi va yo'q bo'lmaydi ham; u faqat bir turdan ikkinchisiga o'zgaradi, xolos.

Termodinamikaning ikkinchi qonuniga asosan energiya ikki holatda "erkin" foydali yoki foydasiz issiqlik sifatida tarqalib ketadigan shakllarda bo'lishi mumkin. Mazkur qonunga asosan energiya har qanday fizikaviy o'zgarishga yuz tutganda, u tarqalishga, ya'ni erkin energiyaning kamayishiga va entropiyaning ortib borishiga sababchi bo'ladi. Biologik jarayonlar ochiq tizim bo'lib, erkin energiyaga muhtojdir. Tirik hujayra erkin energiyani qabul qilmas ekan, u tezda noorganik tabiat bilan muvozanat holatiga kelib qoladi. Bu esa o'lim bilan barobardir. Tirik organizm noorganik tabiat bilan nomutanosiblikni, muvozanatsizlikni ushlab turadi. Bu holat erkin energiya hisobiga sodir bo'ladi.

Foydali ishga aylanishi mumkin bo'lgan energiya erkin energiya, foydali ishga aylanishi mumkin bo'lmagan energiya esa bog'langan yoki o'z qiymatini yo'qotgan energiya deyiladi. Bu har ikkala energiya o'rtasidagi farq haroratga bog'liq bo'lib, tizimning entropiya vazifasi hisoblanadi. Entropiya S harfi bilan ifodalanadi. U molekulaning ichki tabiati yoki unga xos bo'lgan tebranish, aylanish va ichki deformatsiya holatlariga bog'liq.

Tizimning umumiy energiyasini quyidagi tenglama bilan ifodalash mumkin:

$$G=H+TS$$

G-erkin energiya; H-umumiy energiya; T-harorat; S-entropiya. Reaksiya davomida erkin energiyaning o'zgarishi esa quyidagicha belgilanadi:

$$\Delta G=\Delta H+T\Delta S$$

Agar  $\Delta G$  ning qiymati manfiy bo'lsa, V moddadagi erkin energiya A moddadagi erkin energiyadan kam bo'lganligini ko'rsatadi. Bu holatdagi reaksiya erkin energiya hisobiga o'z-o'zidan ketadigan ekzotermik yoki ekzergonik reaksiyalar deyiladi. Aksincha, G ning qiymati musbat bo'lsa, u vaqtda V moddadagi erkin energiya A moddadagiga nisbatan ko'p bo'ladi. Reaksiya energiya yutilishi hisobiga ketadi. Bunday jarayonlarni endotermik yoki endergonik reaksiyalar deyiladi.

Oksidlanish jarayonida hosil bo'lgan energiya issiqlik bo'lsa, organizm bunday shakldagi energiyadan foydalana olmaydi. Tirik

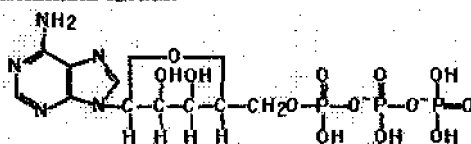
organizmdagi kimyoviy energiya issiqlik energiyasiga aylanmasdan, har xil shakllarda hujayra ehtiyojiga qarab sarflanadi.

Tirik tabiat uchun quyosh birlamchi energiya manbai hisoblanadi. Quyosh energiyasidan foydalanish bo'yicha yerdagi barcha jonzoqlar ikki katta guruhga bo'linadi. Bular autotrof va geterotrof organizmlardir. Autoroqlarga o'simlik hujayralari kirib, quyosh energiyasini to'g'ridan-to'g'ri o'zlashtirib, kimyoviy energiyaga aylantiradi. Geterotrof organizmlarga hayvon va odamlar kirib, bular quyosh energiyasidan bevosita emas, balki bilvosita foydalanadilar. Autotrof organizm tayyorlagan kimyoviy birikmalardan geterotrof jonzoqlar bevosita foydalanadilar.

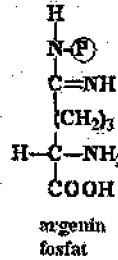
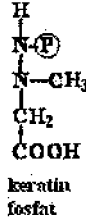
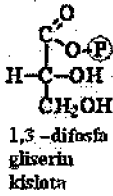
Uglevodlar, lipidlar, oqsillar va ularning parchalanishidan hosil bo'lgan mahsulotlar hujayradagi kimyoviy jarayonlar uchun to'g'ridan-to'g'ri "yoqilg'i" bo'la olmaydi. Balki, dissimilyatsiya jarayonlari - to'qimalarning nafas olishi, achish va glikoliz jarayonlari energiya va modda almashinuvida markaziy o'rin egallaydilar. Mazkur kimyoviy jarayonlar natijasida murakkab organik birikmalar tarkibidagi energiya qisman ATF shaklidagi energiyaga transformirlanadi. ATF hujayraning universal "yoqilg'isi" hisoblanadi.

Tirik materiya tarkibidagi organik birikmalarning atomlari orasidagi kimyoviy bog'lari ma'lum miqdordagi energiya zaxirasiga ega. Mazkur molekuladagi kimyoviy bog'lar uzilganda ajralgan energiyaning miqdori 25 kDj dan yuqori bo'lsa, bunday bog'larni makroergli (yuqori energiyali) deb ataladi. Biokimyofanidagi makroergli bog'lar degan atama fizika-kimyodagi "bog' energiyasi" tushunchasidan farq qiladi. Energiyaga boy (makroerg) bog' ustida so'zlanganda uni aynan kimyoviy bog'ni tutuvchi birikmalarning erkin energiyasi bilan ular uzilgandan so'ng hosil bo'lgan birikmalar erkin energiyasi orasidagi farq sifatida ta'riflanadi. Hosil bo'lgan erkin energiya masalan, 5 kkal/mol dan kam bo'lmasa, u yuqorida ta'kidlanganidek, makroerg bog' qatoriga kiradi.

Energiyaga boy birikmalar qatoriga yana boshqa nuklozidtrifosfatlar: UTF, GTF, STF, TTF, kreatinofosfat, pirofosfat, tioefirlar (atsetil KoA), fosfoenolpirouzum kislotasi, 1,3-difosfoglitserin kislotasi, karbomil fosfat va boshqa bir qator birikmalar kiradi.



ATF (adenozin 5-trifosfat)



9-jadval

Ayrim fosfatli bog'larni tutgan birikmalarning  
erkin energiya ( $\Delta G$ ) miqdori

Birikmalar	$-\Delta G$ , kDf/mol
Fosfoenolpiruzum kislota	61,7
Karbomilfosfat	51,5
1,3 - difosfogilitserin kislota	49,1
Kreatinfosfat	40,1
Adenozintrifosfor kislota (ATF)	32,5
Adenozindifosfor kislota (ADF)	28,3
Glyukoza - 1 - fosfat	20,8
Fruktoza - 6 - fosfat	15,8
Glyukoza - 6 - fosfat	13,8

Adenozinmonofosfat (AMF) kislotaga fosfat guruhi makroerg bog' yordamida emas, balki oddiy efir bog'i orqali birikkanligi uchun, u makroerg birikmalar qatoriga kirmaydi.

9-jadvaldan ko'rinib turibdiki, ATF makroergli birikmalar ichida erkin energiyasining miqdori bo'yicha o'rta o'rinlarni egallaydi. ATF dan bir necha marta ko'p energiyali birikmalar bor, lekin ATF moddalar almashinuvida alohida ahamiyatga ega. Termodinamik jadvalning yuqori pog'onasidagi birikmalar fosfat guruhlarini ajratishga moyil bo'lsa, pastki qismdagilar fosfor guruhini mustahkam ushlashga harakat qiladi. Adenil tizim (ADF) esa yuqoridagi makroergdan energiyani qabul qilishga va pastga uzatishda, donor va akseptorlik vazifasini o'taydi.

ATF da ikki xil zaxiradagi energiya bo'lib, pirofosfat tomonini makroerg bog' oxiridagi purinni esa, elektronlarning qo'zg'algan holatdagi energiyasi bilan ta'riflash mumkin. Shunday qilib, kimyoviy bog' shaklidagi va qo'zg'algan elektronlar energiyasi (ATF) har xil sintetik reaksiyalarga sarflanishi mumkin.

ATF sintezlanishi bilan, bir minut orasida organizm undan foydalanadi. Misol uchun, tinch holatda inson 24 soatda 40 kg ATF sarflaydi, odam muttasil ishlayotgan bo'lsa, har bir minutda 0,5 kg ATF sarflaydi. ATF ning odamda sintezi ham yuqori darajada sodir bo'ladi. Jumladan, massasi 70 kg bo'lgan inson bir kunda 75 kg ATF sintezlar ekan. Bu esa to'qimaning quruq vazniga nisbatan bir g massaga 3 g ATF sintezlanadi. Bugungi kunda sanoatda ishlab chiqarilgan texnikaviy toza 75 kg ATF xalqaro bozorda 200000 dollar turadi. Shunday qilib, ATF ni tirik hujayra-ning mo'jizaviy "yoqilg'isi" va energetik "valyutasi" deb atash mumkin.

Tirik organizmda energiya almashinuvi faqat kimyoviy energiyaning boshqa shakllarga aylanishi - transformatsiyasi bilan chegaralanmaydi. Biokimyoning bu bo'limi juda keng ma'noga ega. Jumladan, ko'z to'ridagi tayoqchalar va kolbachalar yorug'lik energiyasini elektr, ichki quloqdagi maxsus struktura, tovush va gidrodinamik energiyani elektr energiyasiga aylantiradi.

Organizmda turli xil morfologik elementlari-xloroplastlar, mushaklar, mitoxondriyalar, retseptorlar bir energiya turini ikkinchi xil energiyaga transformatsiya qilishini ham esdan chiqarmaslik lozim.

Shunday qilib, metabolizm vazifasi quyidagilardan iborat:

- Hujayradagi struktura komponentlarining parchalanishi;
- Kimyoviy birikmalarning parchalanishidan hosil bo'lgan energiyani akumulatsiya qilish;
- Zarur molekullar sintezi va muayyan ish bajarish uchun energiyadan foydalanish.

Yosh organizmda anabolik jarayonlar, katabolik jarayonlardan ustun turadi. Bu albatta tushunarli bo'lib, anabolik jarayonlar organizmni o'sishi va to'qima a'zolarini hajm jihatdan kattalashuvini ta'minlaydi. Inson 18-20 yoshlarida metabolizm fazalari, ya'ni sintez va parchalanish dinamik muvozanat holatiga keladi. Mazkur yoshga borganda insonda o'sish jarayoni amaliyotda to'xtaydi. Odanning yoshi o'tgan sari katabolik jarayonlar ko'payib, organizm uchun zarur bo'lgan ayrim moddalar kamayadi. Natijada insonda quvvatsizlanish, ichki a'zolarining funksional faoliyati pasayib ketadi.

Termodinamikaning ikkinchi qonuniga asosan, tashqi muhit organizm uchun salbiy ta'sirga ega bo'lib, buzilishga, xaosga sababchi bo'ladi. Lekin tirik organizmda shunday mexanizmlar borki, o'zining modda almashinuvi va energiyasi tufayli ular o'z holatini mo'tadil, bir xil gomeostaz holatda saqlab turadi.

### Sinov savollari

1. Modda almashinuv qanday jarayonlarni o'z ichiga oladi?
2. Tashqi modda almashinuv jarayonlarini misollar bilan tushuntiring.
3. Oraliq modda almashinuv qanday tizimga asoslangan?
4. Metabolizm deb nimaga aytiladi? Uning ikki qarama-qarshi tomonlari.
5. Qanday birikmalar makroerglar deyiladi?
6. Makroergli birikmalarning eng asosiy vakili.
7. Termodinamika qonunlarini biologik tizimlarga tatbiqi.
8. Termodinamikaning ikkinchi qonuni va biologik tizim o'rtasidagi bog'lanish.
9. ATF ning boshqa makroerglardan farqi va o'ziga xosligi.
10. Organizm qanday moddalar orqali energiya bilan ta'minlaydi?
11. Organizmda energiya almashinuvining kimyoviy usullaridan tashqari yana qanday o'zgarishlarini bilasiz?
12. Metabolizmning asosiy vazifalari nimafardan iborat?
13. Organizmda anabolik va katabolik jarayonlarning inson yoshiga qarab o'zgarishi qanday?

### Moddalar va energiya almashinuviga tegishli testlar

1. Hujayra tashqarisidagi modda almashinuvining atalishi:

- a) metabolizm;            b) tashqi modda almashinuv;  
v) katabolizm;            g) anabolizm.

2. Sodda molekulalardan murakkab molekulalarni energiya yutilishi asosida sintezlanish jarayoni:

- a) anabolizm; b) katabolizm; v) kondensatsiya; g) polimerizatsiya.

3. ATF termodinamik jadvalda qanday o'ringa ega?

- a) eng yuqorida; b) eng pastda; v) o'rtada; g) o'rin yo'q.

4. ATF, AMF ga parchalanganda qanday modda hosil bo'ladi?

- a) ADF va fosfor kislota; b) AMF va pirofosfat; v) adenzin va fosfor kislota.

5. Makroergli birikmalarga ko'rsatilgan moddadan tashqarilari kiradi:

- a) ADF; b) karbomil fosfat; v) kreatin fosfat; g) glyukoza - 6 - fosfat.

6. Yosh organizmda qaysi jarayon, anabolizm yoki katabolizm ustun bo'ladi?

- a) anabolizm; b) katabolizm; v) muvozanat holatda; g) modda almashinuvi.

7. Makroergli bog` faqat ADF va ATF da bo`ladimi yoki boshqa nukleozidtrifosfatlarda ham bormi?

- a) faqat ADF va ATF da;
- b) boshqa nukleozid va trifosfatlarda
- v) hamma fosforli birikmalarda; g) hamma fosfor efir bog`larida.

8. Autotrof organizmlarga kiruvchilar:

- a) hayvonlar; b) viruslar; v) o`simliklar; g) bir hujayralilar.

9. Geterotrof organizmlarga kiruvchilar:

- a) hayvonlar; b) viruslar; v) o`simliklar; g) bir hujayralilar.

10. Entropiya qanday energiya turi:

- a) erkin energiya; b) bog`langan energiya;
- v) umumiy energiya; g) issiqlik energiyasi.



## XI BOB

### Biologik oksidlanish

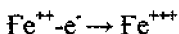
Tirik organizmda sodir bo'ladigan jarayonlar orasida kimyoviy energiyaning almashinuvi va uning fiziologik vazifalarda zarur shaklga aylanishida biologik oksidlanish asosiy o'rin egallaydi. Biologik oksidlanish keltirilgan ta'rifdan ham kengroq ma'noga ega bo'lib, uning ishtirokida organizmda paydo bo'lgan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

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

Bundan 250 yil ilgari A.Lavuaze organizmda ozuqa moddalarning sekin-asta parchalanishi, tashqi muhitdagi yonish reaksiyasiga o'xshashligini aniqlab, ikkala jarayon ham oksidlanish ekanini va ularda oxirgi mahsulot  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  dan iboratligini aniqlagan.

Biologik oksidlanish havo kislorodi barcha hujayra va to'qimalarga borib, u yerdagi organik moddalarga birikib, ular  $\text{CO}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  gacha parchalanishini o'z ichiga oladi. Bu jarayonlar to'qima va hujayralarda kechadigan organizmdagi biologik oksidlanish hodisasi to'qimaning yoki hujayraning nafas olishi deb ataladi.

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



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

Biologik oksidlanish har vaqt substratdan vodorodni ajralishi bilan sodir bo'ladi. Organizmda oksidlanadigan moddalar - oqsillar, uglevodlar,

yogʻlar vodorod donorlari, molekulyar kislorod esa uning akseptori sifatida nafas olish jarayonida qatnashadi.

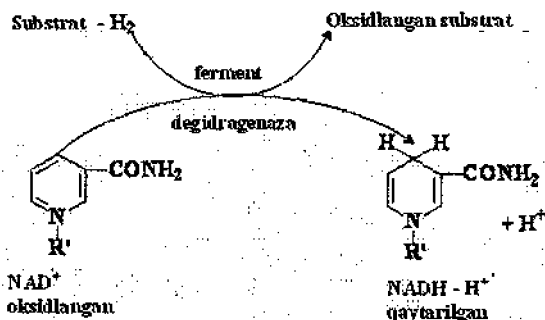
Yuqori energiyali elektronlarning qaytarilayotgan substratlarga transporti murakkab tizim asosida, mitoxondriyalarning ichki membranasida joylashgan oksidlovchi-qaytaruvchi fermentlar orqali sodir boʻladi.

Substratdan elektronlarni molekulyar kislorodga uzatilishida quyidagi moddalar qatnashadi:

- Piridinga bogʻliq dehidrogenazalar boʻlib, ularning kofermentlari sifatida  $NAD^+$  yoki  $NADP^+$  (nikotinamidadenin dinukleotidlar) qatnashadi;
- Flavinga bogʻliq dehidrogenazalar (flavin fermentlari), ularning prostetik guruhlarini FAD yoki FMN lar bajaradi;
- Sitoxromlar gemoproteinlarga kiradi.

Nafas olish zanjirining komponenti sifatida ubixinon (koenzim Q) va temir atomini tutuvchi oqsillar borligi aniqlangan. Degidrogenazalarning kofermenti sifatida yuqorida taʼkidlanganidek,  $NAD^+$  va  $NADP^+$  tutadi. Bu kofermentlarning oksidlangan va qaytarilgan shakllari fermentlar bobida koʻrsatilgan.

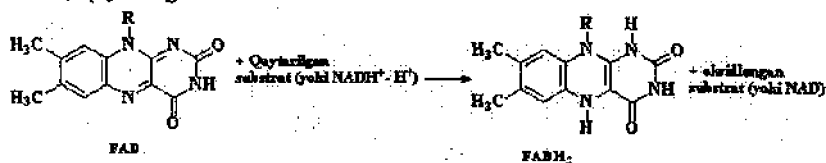
$NAD^+$  va  $NADP^+$  bilan apoferment oʻrtasida bogʻlabil, mustahkam boʻlmay, oksidlanish-qaytarilish jarayonida bu kompleks stabil holatiga oʻtishi aniqlangan. Kofermentning oksidlangan va qaytarilgan shakllarida elektron va protonlarning taqsimlanishi quyidagi reaksiyada koʻrsatilgan:



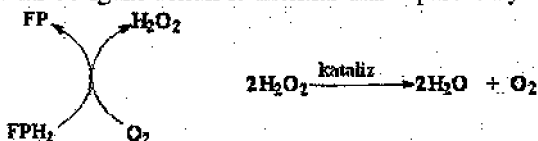
$NAD^+$  ga bogʻliq dehidrogenazalar asosan mitoxondriyalarning matriksida boʻlib,  $NADP^+$  - dehidrogenazalar esa sitoplazmatik fermentlar qatoriga kiradi. Eslatish joizki, adenil tizimidagi ribozada fosfat kislotasi boʻlsa  $NADP^+$  boʻladi.

Qaytarilgan nikotinamidadenindinukleotidlar o'z vodorod atomini flavin fermentlariga uzatadi. Flavoproteinning oksidlangan shakli sariq (flavus-sariq) rangga ega. Flavoproteinlarning kofermenti (FAD) flavinadenindinukleotid hisoblanadi. Flavinli kofermentlarning donor-akseptor ko'rinishi ham fermentlar bobida ko'rsatilgan. Flavin kofermentlari o'ziga mos bo'lgan oqsillar bilan mustahkam bog'langan.

FAD ning faol qismi vitamin B<sub>2</sub> ning izoalloksazin halqasidan iborat bo'lib, qaytarilganda vodorod atomini biriktiradi.



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



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



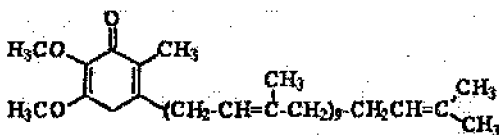
Vodorod peroksidini parchalaydigan fermentlardan yana biri peroksidazadir. U ferment qaytarilgan piridin va flavin fermentlaridan vodorodni peroksidga tashiydi:



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

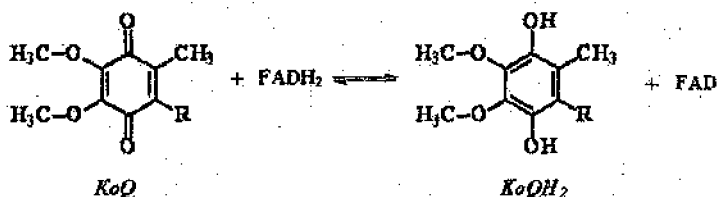
Vodorod atomlari qaytarilgan flavin fermentlaridan ubixinon (koenzim Q) ga uzatiladi. "Koenzim Q" atamasi xinonlar sinfiga mansub

bo'lganligi uchun (Q - inglizcha Quinone) ubiquinonlar (ubiquitous) deb ataladi. KoQ benzoxinonlar hosilasi bo'lib, o'nta izoprenoiddan tashkil topgan.



Koferment Q (ubixinon)

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



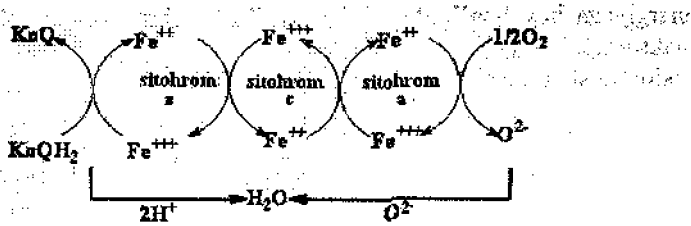
Ubixinonlar nafas olish zanjirida oqsil bilan birikkan holda bo'lmaydi. Shuning uchun ular fermentlar qatoriga qo'shilmaydi. Mazkur kofermentlar mitoxondriyaning ichki membranasidagi lipid qismida joylashgan bo'ladi.

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

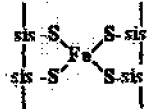


Buning natijasida sitoxrom oksidlangan va qaytarilgan shaklga o'tib turadi. Shunday qilib, sitoxrom tizimi qaytarilgan KoQ bilan kislorod o'rtasidagi elektron o'tkazuvchi oraliq bog'lovchi bo'lin vazifasini bajaradi.

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

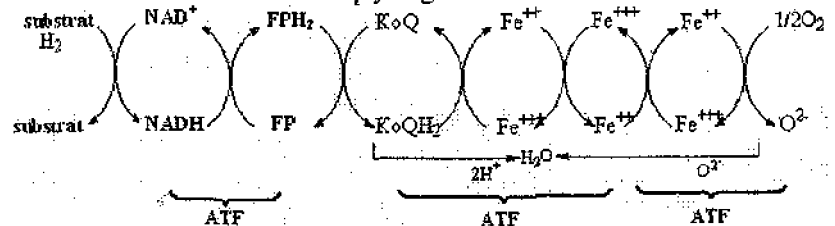


Elektronlarning kislorodga ko'chirilishini sitoxrom a<sub>3</sub>-sitoxrom-oksidadza fermenti amalga oshiradi. Oxirgi bosqichda temir atomi molekulyar kislorodni oksidlab, uni "faol" holatga aylantiradi. Bu "faol" kislorod tashqi muhitdan ikkita protonni qabul qilib, suvga aylanadi. Mitoxondriyalar tarkibidagi sitoxromlarning shunday xillari borki, ularning molekulasida xromoproteinlardagi temir bo'lmaydi. Bunday oqsillarda temir gem tarkibida bo'lmay, sistein aminokislotalar qoldig'idagi oltinugurt atomi bilan bog'langan bo'lib, ularni temiroltinugurtli oqsillar deb, Fe-S shaklida belgilanadi. Ularning ko'rinishi quyidagicha:



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

Nafas olish zanjirining umumiy ko'rinishi quyidagicha:



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

Biologik oksidlanish hujayralarining mitoxondriya deb ataluvchi organida sodir bo'lib, ularni organizmning energiya stantsiyasi yoki generatorlik vazifasini bajaradi. Mitoxondriyalarda turli substratlar oksidlanishi natijasida energiya ajralib, bu o'z navbatida makroerg-

energiyaga boy bog'larda to'planadi. Turli substratlarning oksidlanishida makroergli bog'ga ega bo'lgan birikmalar, mitoxondriyalarda oksidlanishli fosforlanish natijasida hosil bo'ladi.

### 11.1 Mitoxondriyalarning strukturaviy tuzilishi

Mitoxondriyalarning hamma eukariot hujayralarda borligi aniqlangan, lekin ularning o'lchami, shakli, miqdori, hujayraning turiga qarab har xil bo'lishi mumkin. Ularning mana shu uch ko'rsatkichi metabolizmning o'zgarishiga, hujayralarning yoshiga qarab o'zgarib boradi. Bulardan tashqari, hujayradagi turli xil patologik o'zgarishlar ham mitoxondriyalarning tashqi ko'rinishiga va ichki faoliyatiga ta'sir qiladi.

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

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

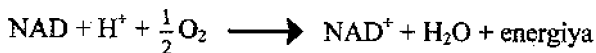
Mitoxondriyaning ichki, tashqi membranalari, matriks va membranalararo bo'shliq, har xil fermentlar yig'inlaridan iborat. Tashqi membrana 50% oqsil va 50% lipidlardan, ichki membrana esa 75% oqsil va 25% yog'lardan tashkil topgan. Mitoxondriyalar hujayradagi aerob metabolizmning, jumladan hayotiy zarur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



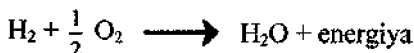
24 -rasm. Mitoxondriyaning tuzilishi:

## 11.2 Oksidlanishli fosforlanish

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



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



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

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

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

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

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



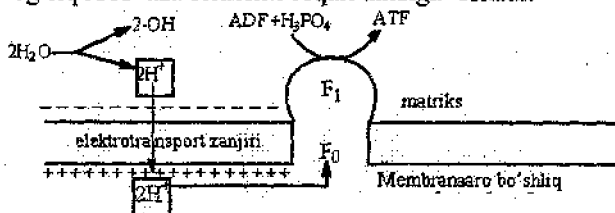
Protonlarning ichki membranadan tashqariga uzatilishi, protonli translokaza fermentlari orqali amalga oshadi. Shunday transport natijasida

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

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

### Adenozintrifosfat sintezi

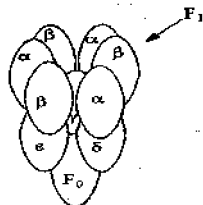
Protonlarning transmembranali elektrokimyoviy gradienti tufayli hosil bo'lgan mitoxondriyaning ichki membranalari energiyalangan deb ataladi. Energiyalangan membrana o'z zaryadini yo'qotish uchun protonlarni o'z joylariga qaytarishga harakat qiladi. (25-rasm). Bu jarayon protonga bog'liq ATF-aza fermenti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



25-rasm. Elektrontransport zanjirida ATF sintezi  
(I. Proskurina bo'yicha).

H<sup>+</sup>-ATF-aza mitoxondriyaning ichki membranasida joylashgan. U zamburug'ga o'xshab ikkita oqsil F<sub>0</sub>, F<sub>1</sub> omillaridan tashkil topgan. Ichki membrananing devori bo'yicha joylashgan omil bu F<sub>0</sub> dir. Mitoxondriyaning matriks tomonidagi yumaloq shakldagi oqsil F<sub>1</sub> omilidir. Bu omillarning tuzilishi, xossalari va vazifalari bir-biridan farq qiladi (26-rasm).





26-rasm. Protonga bog'liq ATF-azaning tuzilishi

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

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

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

Vodorod atomlari yoki elektronlar nafas olish zanjirining ma'lum bir komponentiga kelganda, membrana matriksidan ikkita vodorod protoni membranaaro bo'shliqqa chiqarilganda mitoxondriyaning ichki membranasida ( $H^+$ ) transmembranali gradient hosil bo'ladi. Mazkur jarayonda proton o'tkazuvchi kanal orqali protonlar  $F_1$  omiliga va  $H^+$ -ATF-azaga yetganda ATF sintezlana boshlaydi. Agar zanjiri NAD vodorod atomini yetkazsa, unda zanjirning uchta nuqtasida uch molekula ATF sintezlanadi. Nafas olish zanjiriga vodorod atomini FAD ta'minlasa ikki molekula ATF sintezlanadi.

Nafas olish zanjiridagi energiyadan foydalanishni xuddi tepadan pastga oqayotgan daryoga o'rnatilgan gidroelektrostansiyaga o'xshatish mumkin. Elektrostansiyada suvning kinetik energiyasi elektroenergiyaga aylantirilsa, elektrontransport zanjirida vodorod ( $H^+$ ) ionlarining oqimi

asosida paydo bo'lgan energiya ATF shaklida kimyoviy energiya transformatsiya qilinadi.

Mushak hujayralarida mitoxondriyaning retikulumi bo'lib, 10<sup>6</sup> o'zaro bir-birlari bilan bog'langan bir butun zanjirni tashkil qiladi. Ushbu energiyalangan membranada ( $\Delta\mu H^+$ ) transmembranali gradient asosida hosil bo'lgan ATF mushaklar ish faoliyatini ta'minlash maqsadida ma'lum masofalarga uzatilishi ham mumkin.

### Sinov savollari

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

### Biologik oksidlanish va fosforlanishga oid testlar

I. Nafas olish zanjiri hujayraning qaysi organida joylashgan?

- |                |                    |
|----------------|--------------------|
| a) ribosomada; | b) yadroda;        |
| v) lizosomada; | g) mitoxondriyada. |

1. Biologik oksidlanishning oxirgi maxsulotlari:
  - a)  $\text{CO}_2$ , mochevina,  $\text{H}_2\text{S}$ ;
  - b) suv,  $\text{CO}$ , pirouzum kislota;
  - v) energiya,  $\text{CO}_2$ , suv;
  - g) mochevina, aminokislota, suv.
2. NAD ning tarkibida qanday vitamin komponenti bor:
  - a) PP vitamin, nikatin kislota;
  - b)  $\text{B}_{12}$  vitamini bor;
  - v) vitamin komponenti yo`q;
  - g) A vitamini bor.
3. Nafas olish zanjirida vodorodning akseptori kislorod bo`lmasdan kimyoviy moddalar bo`lsa, uning atalishi:
  - a) to`qimalarning nafas olishi;
  - b) biologik oksidlanish;
  - v) achish;
  - g) mikrosomal oksidlanish.
4. Eukariot hujayralarda ATF sintezi:
  - a) mitoxondriyaning ichki membranasida;
  - b) membrananing tashqi qismida;
  - v) yadroda;
  - g) hujayra qobig`ida.
5. Nafas olish zanjirida vodorodning birlamchi akseptori:
  - a) Koenzim Q;
  - b) piridinli degidrogenazalar;
  - v) sitoxromlar;
  - g) endoplazmatik retikulum.
6. Piridinli degidrogenazalar qanday kofermentlarni tutadi?
  - a) gem;
  - b) NAD;
  - v) FAD;
  - g) KoQ.
7. Koenzim Q qaysi molekulaning hosilasi?
  - a) piridinni;
  - b) benzoxinonni;
  - v) izoalloksazinni;
  - g) porfin yadrosini.
8. FAD ning faol qismi:
  - a) pirimidin;
  - b) piridin;
  - v) izoalloksazin
  - g) ribitol.
9. Nafas olish zanjirida ajralgan vodorodni kislorodga berilishida hosil bo`lgan energiya (ATF) sintezi nima deb ataladi?
  - a) substratli fosforlanish;
  - b) oksidlanishli fosforlanish;
  - v) fosforlanish;
  - g) xemosintetik fosforlanish.
10. Flavlinli degidrogenazalarning koferment sifatida qanday vitamin uchraydi?
  - a)  $\text{B}_1$ ;
  - b)  $\text{B}_2$ ;
  - v)  $\text{B}_5$ ;
  - g)  $\text{B}_3$ .

12. Piridinli degidrogenazalar qayerda joylashgan?  
a) faqat sitoplazmada;      b) faqat mitoxondriyada;  
v) sitoplazmada, mitoxondriyada.
13. Xemoosmotik gipotezaning asosini nima tashkil qiladi?  
a) membranada zaryadlarning 2 xil taqsimlanishi;  
b) substratlarning ko'pligi;      v) ATF ko'pligi;  
g) elektronlarning to'xtovsiz harakati.
14. To'qima va a'zolarning qaysi birida ATF ko'p bo'ladi?  
a) mushaklarda;      b) asab to'qimalarida;  
v) teri to'qimalarida;      g) gormonlarda.
15. Mitoxondriya membranalaridan protonlar qanday yo'l orqali o'tadi?  
a) membranada hosil bo'ladigan kanallar orqali;  
b) passiv ravishda;      v) gradientiga qarshi asosida;  
g) faol tashilish asosida.
16. Koenzim Q ni ferment desa bo'ladimi?  
a) yo'q;      b) oksidlovchi ferment;  
v) oraliq ferment;      g) faqat koferment.

## XII BOB

### Uglevodlar almashinuvi

Huyotiy jarayonlarda uglevodlarning katabolizmi muhim rol o'ynaydi. Uglevodlar almashinuvidan ajralgan energiya ATF shaklida olinib, hujayraning molekulyar komponentlari sintezida va boshqa amilolitik jarayonlarda foydalaniladi. Uglevodlarning katabolizmidan hosil bo'lgan metabolitlar aminokislotalar, lipidlar va nukleotidlar uchun muhim xom ashyo hisoblanadi.

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

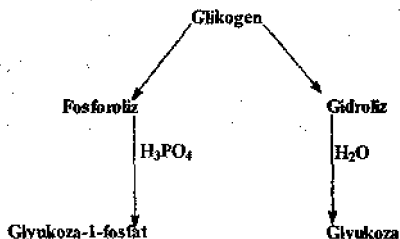
Uglevodlarning parchalanishi amilolitik fermentlar ishtirokida  $\alpha$ -glukozid bog'larini gidroliz qilishdan boshlanadi. Bunday fermentlar og'iz bo'shlig'ida so'lak tarkibidagi  $\alpha$ -amilazalar, kraxmal va glikogendagi 1-4  $\alpha$ -glukozid bog'larini gidroliz qiladi. Spetsifik disaxaridazalarga maltaza, invertaza (invertaza), laktaza kirib, ular disaxaridlarni monosaxaridlargacha parchalaydi.  $\alpha$ -Amilaza (1-6)- $\alpha$ -glukozid bog'iga ta'sir qilmagani uchun amilopektinning bir qismi parchalanib, asosiy qismi gidrolizga uchramaydi. Amilopektindan parchalangan qismini dekstrinlar deyiladi. Ular ingichka ichakda amilo- $\alpha$ -(1-6)-glukozidaza fermenti orqali parchalanadi. Uglevodlarning parchalanadigan asosiy joyi ingichka ichaklar hisoblanadi. U yerda uglevodlarga oshqozon osti bezidan ajraladigan va ichak devorlaridagi  $\alpha$ -amilaza ta'sirida monosaxaridlargacha parchalanadi. Hosil bo'lgan monosaxaridlar yuqori samaradorlikda, lekin turli xil tezlikda qonga so'riladi. Monosaxaridlarning qonga so'rilish tezligini shartli ravishda glyukoza uchun 100% deb olsak, qolganlari quyidagicha joylashadi:

100      100      43      19      15      9  
Galaktoza > Glyukoza > Fruktaza > Mannozaza > Ksilozaza > Arabinozaza

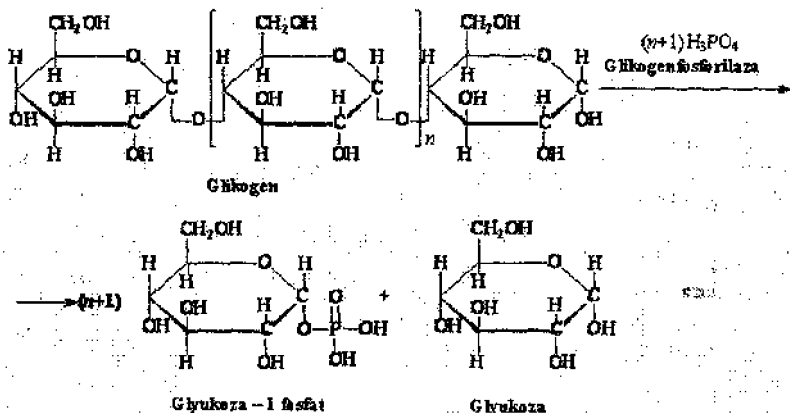
Mannozaza va pentozalar ichak epiteliyasidan maxsus tashuvchilar orqali qonga yengil diffuziya orqali uzatiladi. Galaktoza va glyukoza gradientga qarshi transport qilinib, ikkilamchi faol transport ( $\text{Na}^+$  bog'liq simport) mexanizmi asosida ko'chiriladi. Glyukozaning qondan hujayraga oqimi gradientning pasayishi asosida bo'lib, hayvon hujayra sitozolida uning miqdori juda kam bo'ladi. Qonda glyukozaning miqdori 5 mmol

atrofida bo'ladi. Lekin jigar va miya hujayralariga glyukozaning uzatilish passiv diffuziya asosida sodir bo'ladi. Barcha to'qimalarga glyukozani transporti insulin ta'sirida, diffuziya asosida amalga oshadi.

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



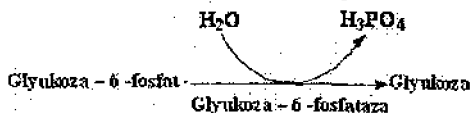
Fosforoliz glikogen parchalanishidagi asosiy yo'l bo'lib, bu jarayonni transferaza sinfiga kiruvchi glikogenfosforilaza fermenti katalizlaydi. Glikogenfosforilaza yoki fosforilaza fermenti glikogen yoki kraxmal molekulasini qaytarilmaydigan reaksiya asosida  $\alpha$ -1-4 glyukozi bog'ini fosfat kislota yordamida uzib, glyukoza-1-fosfat hosil qiladi. B jarayon bosqichma-bosqich amalga oshib, to  $\alpha$ -1-6 bog'ga yetguncha davom etadi.



Glyukoza-1-fosfat tezda izomerizatsiyaga uchrab, glyukoza-6-fosfatga aylanadi. Fosforlangan glyukoza sitoplazmatik membranadan

olmaydi, natijada u hujayrada "berkitilgan" holatda bo'ladi. Shunday qilib, glyukoza-6 fosfat uglevod almashinuvida markaziy rol o'ynaydi.

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



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

- 1) gormonlar orqali (jigardagi glyukagon, mushaklardagi adrenalin);
- 2) allosterik boshqarilishi;
- 3) proteinkinazali reaksiyalar orqali (glikogenfosforilaza fermenti tarkibidagi serinning fosforlanishi tufayli).

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

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

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

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

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

### 12.1 Glyukozaning dixotomik parchalanishi

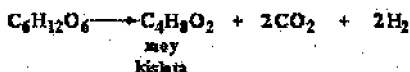
Glyukozaning to'qimalarda parchalanishi anaerob (kislorodsiz) va aerob (kislorodli) muhitda bo'lishi mumkin. Glyukozaning anaerob

muhitda parchalanishini achish deyiladi uning tabiatda bir necha turlari ma'lum.

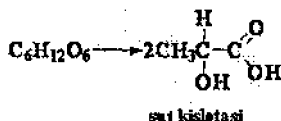
1. Spirtli achish:



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



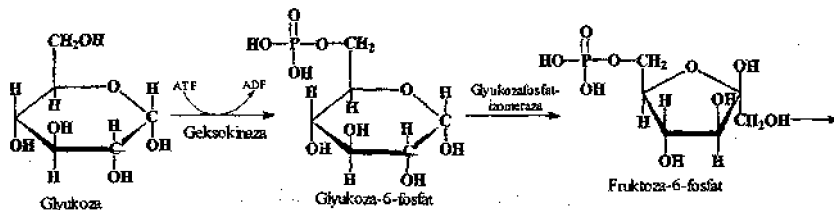
3. Achish turlaridan yana biri-sut kislotali achishdir, bunda oxirgi mahsulot sut kislotasi hisoblanadi.



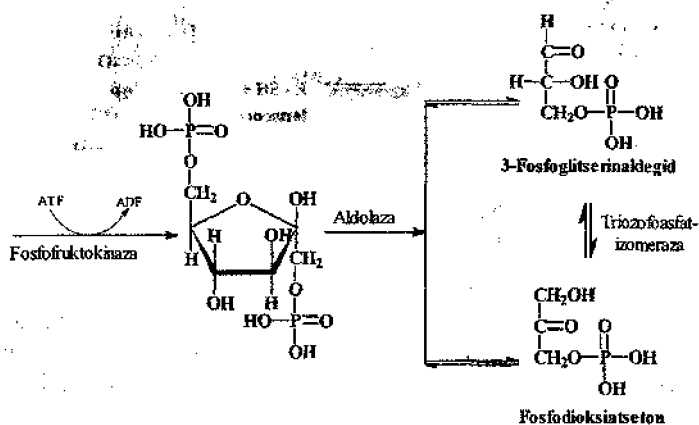
Bu jarayonni yana glikoliz deb ham ataladi (yunoncha glicos-shirin, lysis-erish, parchalanish). Glikoliz reaksiyalarini o'n bir xil ferment amalga oshiradi. Mazkur fermentlar bir-birlari yoki substratlar ta'sirida faol holga keladi.

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

Glikoliz jarayonida triozalarni hosil bo'lishi quyidagicha:



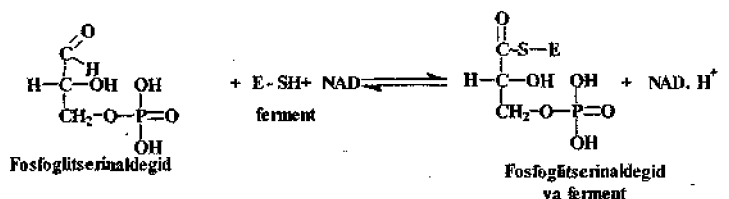




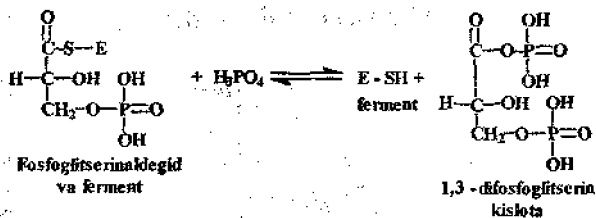
Fosfodioksiatseton kam miqdorda hosil bo'ladi. Hosil bo'lgani ham tezda fosfoglitserinaldegidga ferment orqali aylanadi. Demak, har bir glikoza ikki molekula fosfoglitserinaldegidini hosil qiladi.

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

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



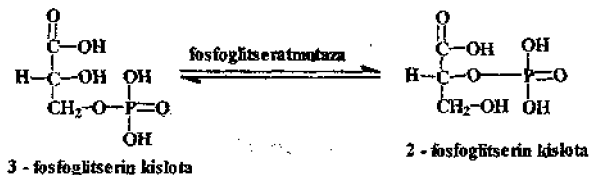
Hosil bo'lgan tioefir bog'ini fosforlanishi va ikkinchi bosqichda esa 1,3 difosfoglitserin kislotasi hosil bo'lib, ferment ajralib chiqadi.



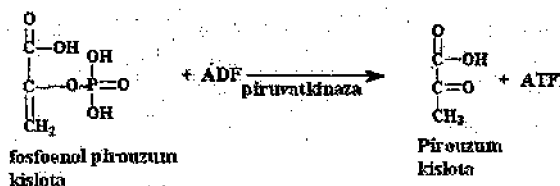
Shunday qilib, aldegid guruhining fosforlanishidagi oksidlanishdan hosil bo'lgan energiya 1,3-difosfoglitserin kislota-dagi birinchi uglerod atomida makroergli fosfor bog'ini hosil qilishi bilan bu jarayon yakunlanadi. Bunday reaksiyani glikolitik oksidoreduksiya deyiladi.



Mazkur reaksiya natijasida hosil bo'lgan ATP ni substrat fosforlanish deb ataladi.

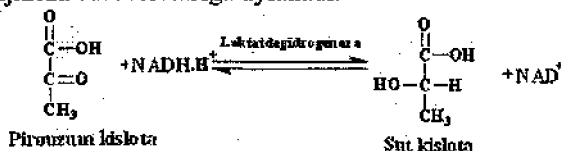


Keyingi reaksiyalarda yana bir substratli fosforlanishda ADF dan ATP sintezlanadi:



Achish jarayonlarining markazida pirouzum kislotalari turib, barcha biyog'ishlarning bosqichma-bosqich kimyoviy reaksiyalari deyarli bir xil bo'lib, pirouzum kislotalaridan so'ng tashqi muhitga, mikroorganizmlar turiga qarab ajraladi. Agar muhitda kislorod bo'lsa, pirouzum kislotalari CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>O gacha oksidlanadi.

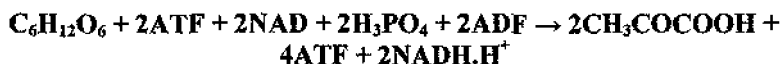
Glikolizning nihoyasida hosil bo'lgan pirouzum kislota laktatdehidrogenaza va koferment NADH.H<sup>+</sup> ishtirokida qaytalama reaksiya natijasida sut kislotalariga aylanadi.



Glyukoza shunday dioximik parchalanishi skelet mushaklarida, yurak, jigar to'qimalarida, eritrotsitlarda sodir bo'lib, hosil bo'lgan sut kislotalari qonga so'rilib, jigar va buyrakda glikogenga aylanadi. Sut kislotalarining ko'p miqdorda to'planishi aksariyat sport bilan muntazam shug'ullanuvchi shaxslarda kuzatiladi.

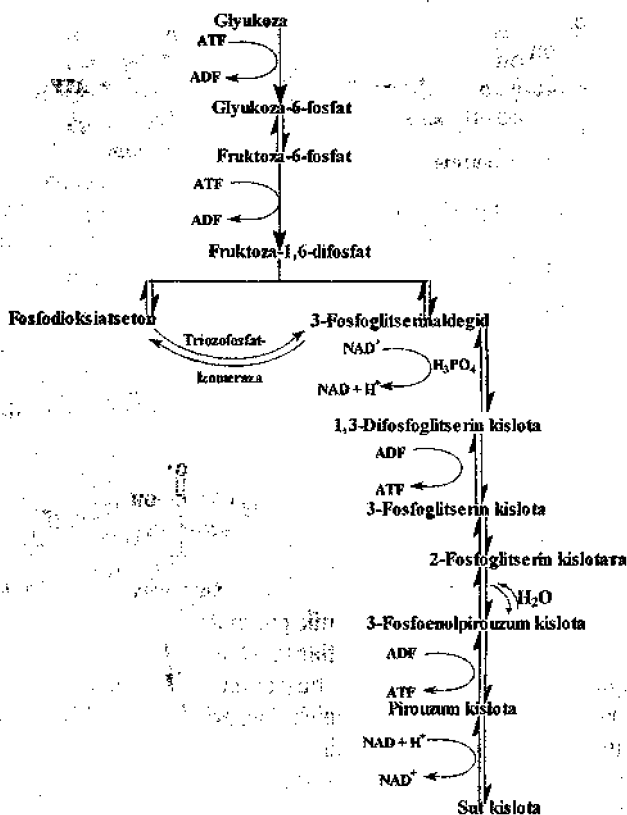
Sut kislotalarining ozgina qismi yana pirouzum kislotalariga aylanishi mumkin, buning natijasida esa aerob sharoitda so'ngi mahsulotlarga gacha oksidlanadi.

Glikolizning umumiy reaksiyasi quyidagicha:



Ma'lumki, oksidlanish mitoxondriyalarda, glikoliz esa sitoplazmada sodir bo'ladi.

Glikoliz jarayonining umumiy chizmasini xulosa tariqasida keltirish mumkin:



27-rasm. Glikoliz

## 12.2 Uglevodlarning aerob oksidlanishi (Uch karbon kislotalar sikli)

Ko'pchilik organizmlar biosferadagi aerob muhitda yashaydilar. Organizmda kislorodning bo'lishi uglevodlarni to'liq oksidlanishiga sababchi bo'lib, oxirgi mahsulot sifatida  $\text{CO}_2$  va  $\text{H}_2\text{O}$  hosil bo'ladi. Glyukoza-ni to'liq oksidlanishi quyidagicha sodir bo'ladi:

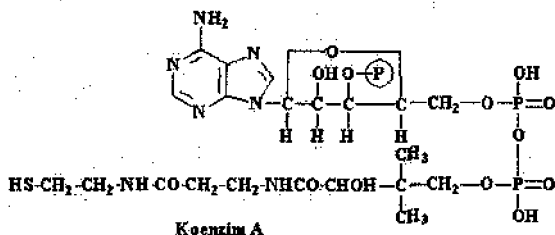


Uglevodlarning aerob sharoitda oksidlanishida oraliq modda (metabolit) sifatida sirka kislotasi ishtirok etadi. Bir kunda odam 400g uglevod iste'mol qilsa, uning uchdan ikki qismi, ya'ni 267g sirka kislotaga aylanadi. Shuningdek, yog' (70g) va oqsil (100g) lardan ham (1sutkada)

sirka kislota hosil bo'lib, uning bir kundagi umumiy miqdori 370 g teng bo'ladi.

Sirka kislota organizmga zahar sifatida ta'sir qilmasligiga sabab:

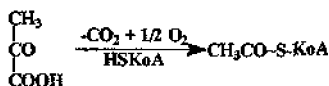
1. To'qimalarda hosil bo'ladigan sirka kislota erkin holda to'planmay, balki atsetil -koferment A sifatida sintezlanadi.



Formuladan ko'rinib turibdiki, atsil koenzim tarkibi 3-fosfoadenozil, dioksidimetil yog' kislota,  $\beta$ -alanin (pantoten kislota, vitamin B<sub>3</sub>) va tioetanolanin qoldiqlaridan iborat. Atsetil koenzim A sirka kislotasini o'ziga biriktirib, makroerg tutgan tioefir bog'iga ega bo'lgan atsetil koenzim A hosil bo'ladi (CH<sub>3</sub>CO~S-KoA).

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

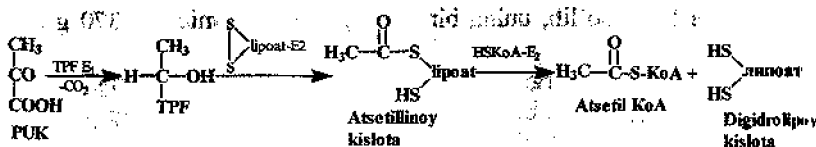
Aerob sharoitda pirouzum kislotasining oksidlanishini uning oksidlanishli dekarboksillanishi deb ataladi:



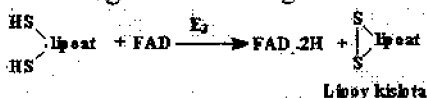
Bu jarayonni piruvatdehidrogenaza multienzimli uchta ferment va beshta kofermentdan tashkil topgan kompleks amalga oshiradi.

Pirouzum kislotasining dekarboksillanish reaksiyasini birinchi bosqichida, ferment-piruvatdekarboksilaza (E<sub>1</sub>), uning kofermenti sifatida tiaminpirofosfat (TPF) ishtirok etadi. Natijada pirouzum dekarboksillanib, koferment bilan kovalent bog'langan oksietil radikal hosil bo'ladi.

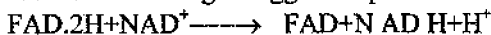
Pirouzum kislotasining (PUK) oksidlanishli dekarboksillanishini amalga oshiruvchi ferment-lipoat-atsetiltransferaza tarkibida ikkita koferment lipoy kislota va koenzim A (KoASH) mavjud. Mazkur reaksiyaning ikkinchi bosqichida oksietil radikal atsetilga oksidlanishida u nval lipoy kislota bilan bog'lanib,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



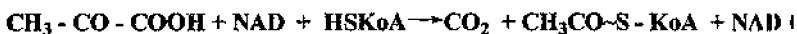
PUK ning oksidlanishli dekarboksillanishini nihoyasiga yetkazuvchi ferment-degidrolipoyildegirogenaza bo'lib, uning kofermenti FAD hisoblanadi. Digidrolipoy kislotasidan koferment ikkita vodorod atomini ajratadi, ferment esa o'zining asl strukturasi o'tadi:



NAD vodorod atomining so'nggi akseptori hisoblanadi:



Yuqoridagi reaksiyalarni quyidagicha umumlashtirish mumkin:



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

### 12.2.1 Di-va trikarbon kislotalar sikli

Pirouzum kislotasining oksidlanishli dekarboksillanishidan hosil bo'lgan faol atsetil qoldig'i limon kislotali yoki Krebs siklida to'liq CO<sub>2</sub> va H<sub>2</sub>O gacha oksidlanadi. Organizmdagi bu jarayon 1937-yilda ingliz olimi G.Krebs tomonidan bosqichma-bosqich reaksiyalar ekanligi aniqlangan. Keyinchalik 1953-yili olim bu jahonshumul ilmiy ixtirosi uchun halqaro Nobel mukofotiga sazovor bo'ldi. Krebs sikli uglevod amashinuvi sifatida qaralsa ham, metabolizmida uning ahamiyati benihoya kattadir. Birinchidan, biomolekulalar (uglevod, lipid, aminokislotalar) ning oxirgi oksidlanishli katabolizmi hisoblanib, uglerodli birikmalarning metabolitik markazi hamdir. Ikkinchidan, tirik organizm uchun asosiy energetik manba hisoblanadi. Shuning uchun bu siklni hujayraning energetik tegirmoni deyiladi. Krebs sikli nafas olish zanjiridagi NAD<sup>+</sup> yoki FAD-degidrogenazalar vodorod atomini donori hisoblanadi. Energiyaga boy bo'lgan vodorod atomlari Krebs siklidan ajralib, nafas olish zanjiriga uzatilishini, oksidlanishli fosforlanish jarayoni deyiladi.

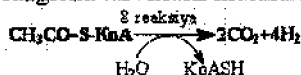
Krebs sikli aerob sharoitda nafas oluvchi hayvon, o'simlik va mikroorganizmlardagi atsetil guruhini oksidlovchi universal mexanizmdir. Demak, uch karbon kislotalar sikli organizmda kechadigan ketma-ket, bosqichma-bosqich, bir-biriga bog'liq bo'lgan reaksiyalarni o'zaro bog'lovchi hujayra metabolizmdir.

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

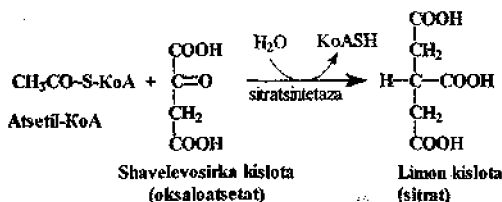
Umuman olganda, hujayrada uch karbon kislotalar siklini ixtiro qilinishi, biologiyani tavsifiy ko'rinishdan eksperimental fanga aylanishidagi asosiy omillaridan biri hisoblanadi.

### 12.2.2 Uch karbon kislotalar siklining kimyosi

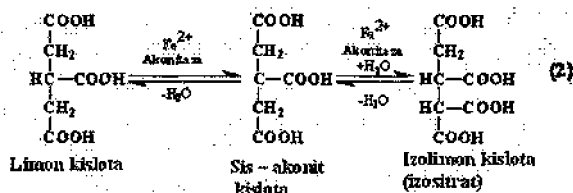
Krebs siklidagi ko'p bosqichli reaksiyalarni tezlashtiruvchi fermentlar mitoxondriya membranasining ichki qismida joylashgan. Mazkur jarayon mitoxondriya matriksidagi ketma-ket sakkizta reaksiyadan iborat bo'lib, ularni quyidagicha tasvirlash mumkin:



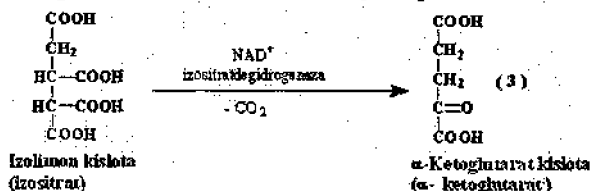
Uch karbon kislotalar sikli (UKS) atsetil-KoA to'rt uglerodli shavelevosirka kislota (oksaloatsetat) bilan reaksiyaga kirishib, limon kislota (sitrat) hosil bo'ladi:



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

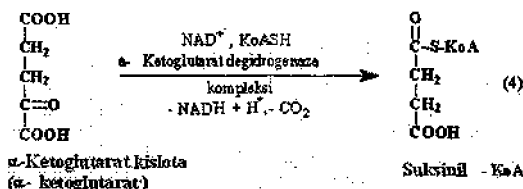


Keyingi bosqichda izolimon kislota, izositratdehidrogenaza fermenti ta'sirida  $\alpha$ -ketoglutar kislota va  $\text{CO}_2$  hosil qilib, parchalanadi:

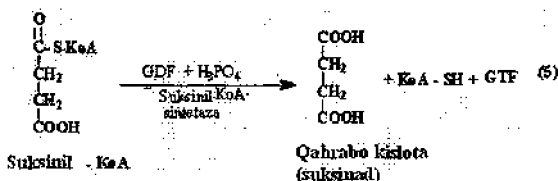


Hosil bo'lgan  $\alpha$ -ketoglutar kislota, xuddi pirouzum kislota o'xshash oksidlanishli dekarboksillanish yo'li bilan parchalanadi. Bu bosqich ham murakkab bo'lib,  $\alpha$ -ketoglutar dehidrogenaza enzim kompleksi tomonidan  $\text{NAD}^+$ , FAD, TPF, KoA va lipoy kislota kofermenti ishtirokida bajariladi.

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

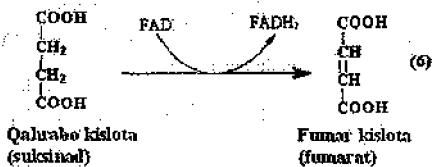


Beshinchi reaksiyada yagona substratli fosforlanish bo'lib, suksinil-KoA-sintetaza ishtirokida GDF dan GTF hosil bo'ladi:

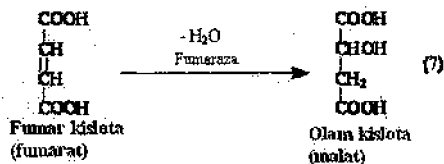


Oltinchi reaksiyada qahrabo kislota suksinatdehidrogenaza fermenti ta'sirida dehidrirlanib, fumar kislota o'tadi:

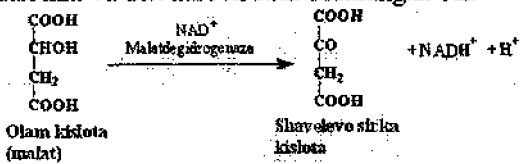




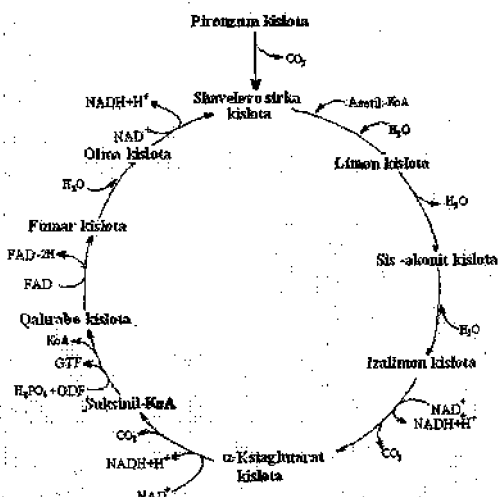
Yettinchi reaksiyada fumar kislota gidrotatsiya asosida olma kislota (malat) aylanadi:



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



Yuqoridagi reaksiyalarni quyidagi chizma tarzida tasvirlash mumkin:



28 -rasm. Krebs sikli

## 12.3 Glikoliz va Krebs siklining energetik samaradorligi

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

Glikoliz jarayonini energetik samaradorligini hisoblashd quyidagilarga ahamiyat beriladi:

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

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

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

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

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

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

Glikolizning ikkinchi bosqichida substratli fosforlanish asosida 4 mol ATF sintezlanadi. Ferment 3-fosfoglitseraldegidrogenaza substratdan ikkita vodorod atomini nafas olish zanjiriga uzatganda 3 mol ATF hosil bo'ladi. Bir mol glyukozadan ikki mol 3-fosfoglitserin aldegid sintezlanganligi uchun ATF soni oltitaga teng bo'ladi.

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

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

### Krebs halqasining energetik samaradorligi

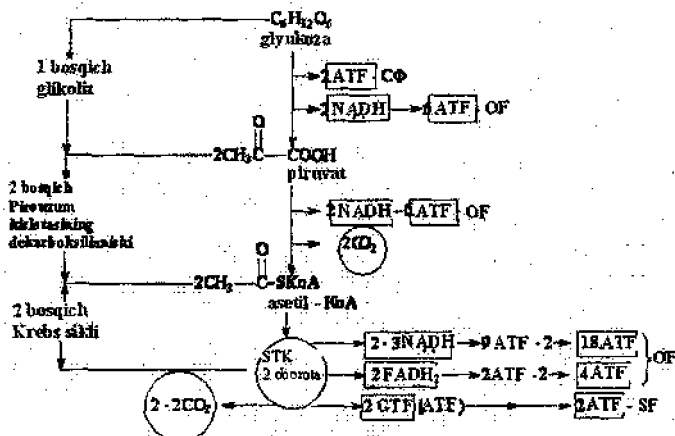
10-jadval

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

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

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

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



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

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

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

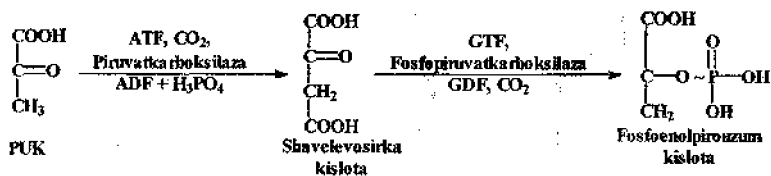
#### 12.4 Uglevodlar biosintezi

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

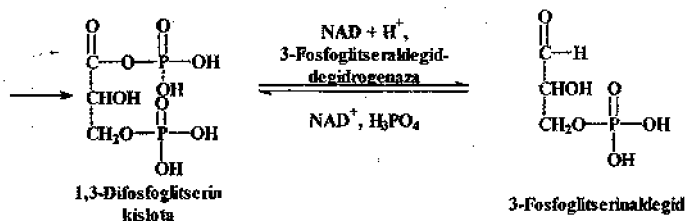
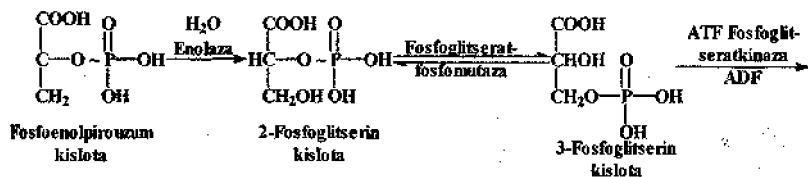
Glyukozani uglevod bo'lmagan moddalardan sintezlanishini glyukoneogenez deb ataladi. Bu jarayonning substrati sifatida pirouzum va shaveleosirka kislotasiga aylanuvchi aminokislotalar xizmat qiladi. Bunday aminokislotalarni glikogenlilar deb nomlanadi. Glikogenlilar tarkibiga leysindan boshqa barcha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

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

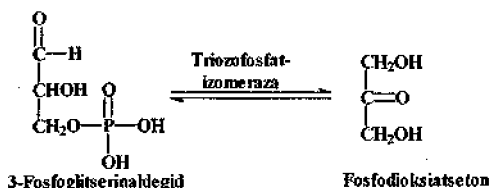
Pirouzum kislotasi fosfoenolpirouzum kislotasiga aylanishi shaveleosirka kislotasi orqali amalga oshadi:



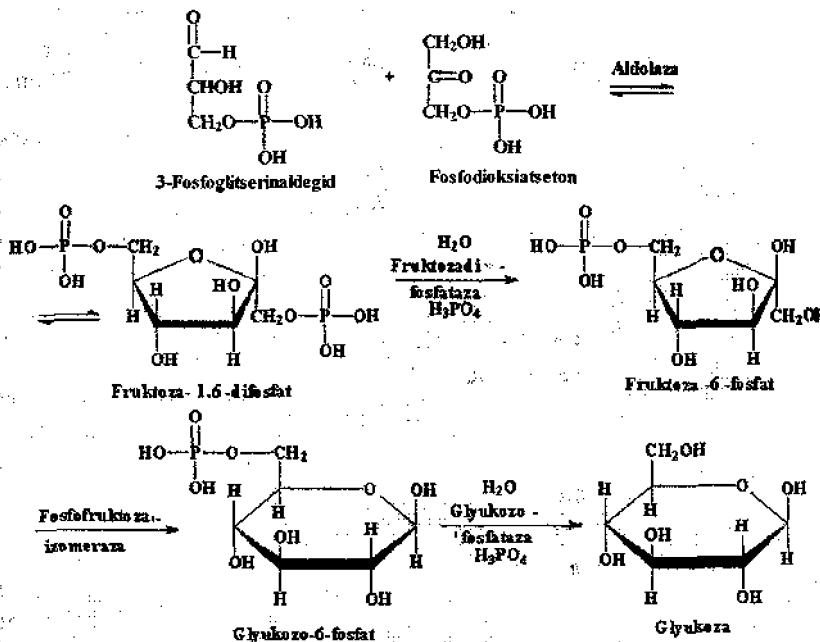
Keyinchalik fosfoenolpirouzum kislota fosfortriozalarga aylanib, ular fruktoza-1,6-difosfatga o'tadi:



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

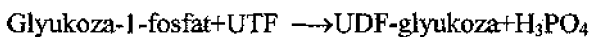


Keyingi reaksiyalarda ikkita fosfortrioz molekulasidan fruktoza-1,6-difosfat hosil bo'ladi. Glyukoneogenez jarayonining so'nggi bosqichlarida glikolizda qatnashmaydigan fosfataza fermentlari ishtirok etadi.

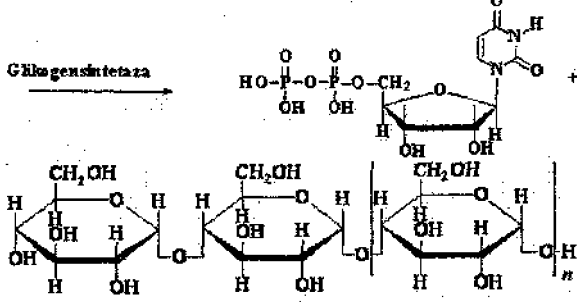
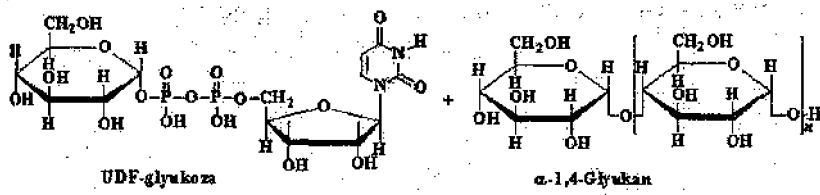


Glyukoneogenez jarayoni gormonlar orqali to'qimalarda boshqarilib turiladi. Uglevodlarni aminokislotalardan hosil bo'lishiga insulin gormoni to'sqinlik qiladi. Kortikosteroidlar esa bu jarayonni tezlashtiradi.

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



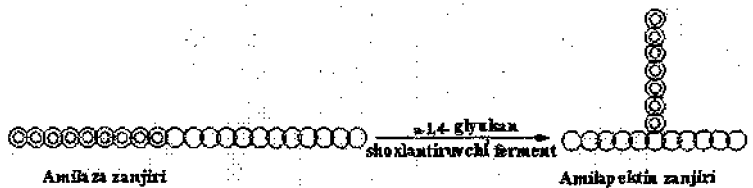
Glikogen sintezini glikogensintetaza fermenti amalga oshiradi. Mazkur ferment UDF-glyukoza dan glyukoza ni ajratib ko'payotgan polisaxarid oxiridagi redutsirlanish qobiliyatiga ega bo'lmagan (qaytara olmaydigan) qandga ulaydi.



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

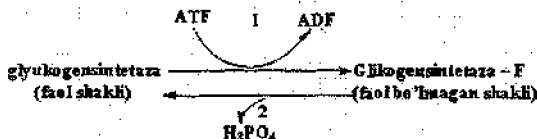
O'simliklarda glyukozil guruhining donori sifatida UDF-glyukoza bo'lmasdan, balki ADF-d-glyukoza kraxmalning sintezida ishtirok etadi.

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



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

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



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

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

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

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

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

### Sinov savollari

1. Uglevodlarning oshqozon-ichak yo'lida parchalanishi.
2. Uglevodlar parchalanishida ishtirok etuvchi fermentlar.
3. Monosaxaridlarning qonga so'rilish usullari.
4. Fosforoliz qanday reaksiya, biologik ahamiyati?
5. Glyukoza qanday dioxotomik parchalanishi.
6. Glyukoza qanday achish turlari.
7. Glikoliz jarayonida qatnashuvchi fermentlar.
8. Glikoliz jarayonida energiya sarflanishi va ajralish bosqichlari.
9. Glikolizning oksidlanish reaksiyalarini yozing.



10. Achishdagi bir xil reaksiyalar va ajralish nuqtalari.
11. Substratli fosforlanish reaksiyalarini yozib ko'rsating.
12. Glikoliz reaksiyalarini chizma holda ko'rsating.
13. Piruvatni dekarboksillanish reaksiya bosqichlarini yozing.
14. Krebs siklining biologik ahamiyati.
15. Krebs siklida qatnashuvchi fermentlar.
16. Krebs siklining chizmasini ko'rsating.
17. Krebs siklida nechta degidrilanish reaksiyalari bor?
18. Krebs siklida nechta reaksiyada  $\text{CO}_2$  hosil bo'ladi?
19. Glikoliz va Krebs siklini termodinamik hisobi.
20. Glyukoneogenez qanday ma'noni anglatadi?
21. Glikogen sintezi bilan glikoliz o'rtasidagi o'xshashlik va ajratuvchi reaksiyalar.
22. Pirouzum kislotasining glyukozaga aylanish chizmasini yozing.
23. Uglevod sintezida UDF-glyukozani qanday ahamiyati bor?
24. Glikogen qanday reaksiya asosida shoxlanadi?
25. Glikogen sintezining boshqarilishi.

#### Uglevodlar almoshinuviga oid testlar

1. Oshqozon-ichak yo'lida glikogen va kraxmalni parchalovchi fermentlar:  
a)  $\alpha$ -amilaza; b)  $\beta$ -amilaza; v) proteaza; g) lipaza.
2. Inson uchun uglevod manbai:  
a) sellyuloza; b) fibrinlar; v) kollagen; g) kraxmal, glikogen.
3. Amilaza fermenti uglevodlardagi qanday kimyoviy bog'ni uzadi?  
a)  $\alpha$ -1,6 glikozid bog'ini; b)  $\beta$ -1,6- glikozid bog'ini;  
v)  $\alpha$ -1,4-glikozid bog'ini; g)  $\beta$ -1,4- glikozid bog'ini.
4. Polisaxaridlardagi  $\alpha$ -(1→6) glikozid bog'ini uzuvchi fermentlar:  
a) glikogenfosforilaza; b)  $\alpha$ -(1→6) glyukantransferaza;  
v)  $\alpha$ -(1→6)-glyukozidaza; g)  $\alpha$ -amilaza.
5. Qanday reaksiya natijasida glyukoza-6-fosfat hosil bo'ladi?  
a) fruktoza-6-fosfatning izomerlanishi natijasida;  
b) 6-fosfogleyukonatning oksidlanishi asosida;  
v) glyukogenning parchalanishi natijasida; g) ferment transkatalaza asosida.
6. Glikolizning bir tomonlama reaksiyasida hosil bo'ladigan moddalar:  
a) 3-fosfoglitseraldegid; b) fruktoza 1,6-difosfat;  
v) glyukoza-6-fosfat; g) 1,3-difosfoglitserat; d) piruvat.

7. 3-fosfoglitserin oksidlanganda hosil bo`ladi:

a) ATF sarflanadi; b) ATF sintezlanadi;

v) GTF sintezlanadi; g)  $\text{NADH.H}^+$  hosil bo`ladi.

8. Glikoliz jarayonidagi NAD qaytarilganda qanday moddalar oksidlanadi?

a) glitseraldegid-3-fosfat oksidlanadi; b) glyukoza-6-fosfat hosil bo`ladi.

v) 3-fosfoglitserat hosil bo`ladi; g) 2-fosfoglitserat hosil bo`ladi.

9. Glikoliz reaksiyasining qaysi joylarida ATF sarflanadi?

a) fruktoza-6-fosfat sintezida; b) glyukoza-6-fosfat hosil bo`lishida.

v) fruktoza-1-6-difosfat sintezida; g) 3-fosfoglitserat hosil bo`lishida.

10. Glikoliz jarayonining qaysi reaksiyalarida ATF sintezlanadi?

a) 1,3-diglitserofosfatda; b) 2-fosfoenolpiruatda;

v) fruktoza-1,6 difosfatda; g) 2-fosfoglitseratda.

11. Glikoliz jarayonida 1,3-difosfoglitseratni hosil bo`lishini:

a) glikolitik oksireduksiya deyiladi; b) substratli fosforlanish;

v) izomerizatsiya; g) oksidlanishli fosforlanish deb ataladi.

12. NAD qaysi fermentning kofermenti?

a) glikogenfosforilazani; b) aldolazani;

v) piruatkinazani; g) D-glitseraldegidfosfatdegidrogenazani.

13. 2-fosfoglitseratni 2-fosfoenolpiruatga aylanishida ishtirok etuvchi fermentlar:

a) enolaza; b) triozofosfatkinaza; v) piruatkinaza; g) fosfofruktokinaza.

14. 2-fosfoglitserat degradatsiya bo`lganda hosil bo`ladi:

a) ATF; b)  $\text{NADH.H}^+$  v) 2-fosfoenolpiruat; g) GTF.

15. Spirtli achishda qaysi ferment ishtirok etadi?

a) piruatdekarboksilaza; b) enolaza; v) alkogol degidrogenaza;

g) fosfoglitseratkinaza.

16. Glikogendan glyukoza-6- fosfat hosil bo`lishida ishtirok etuvchi ferment:

a) glyukokinaza; b) fosfoprotein kinaza; v) glikogenfosforilaza;

g) fosfoglyukomutaza.

17. Krebs sikli hujayraning qaysi organoidida sodir bo`ladi?

a) sitoplazmada; b) yadroda; v) membranada; g) mitoxondriyada.

18. Glikoliz jarayoni hujayraning qaysi organoidida ketadi?

a) sitoplazmada; b) yadroda; v) membranada; g) mitoxondriyada.

19. Krebs siklining foydali ish keffitsienti:  
 a) 100%; b) 30%; v) 55%; g) foydasi yo`q.
20. Krebs siklida nechta mol ATF sintezlanadi?  
 a) 20; b) 30; v) 24; g) sintezlanmaydi.
21. Glyukozaning to`liq oksidlanishidan hosil bo`lgan ATF miqdori:  
 a) 38; b) 50; v) 25; g) 55.
22. Umumiy katabolizm yo`lini tashkil qiluvchilar:  
 a) pentozomonofosfat yo`li; b) piruvatni oksidlanishli dekarboksillanishi;  
 v) glikoliz; g) Krebs sikli.
23. Koenzim A qanday vazifani bajaradi?  
 a) metil guruhini ko`chiradi; b) atsil guruhini tashiydi;  
 v) fosfat kislotani ko`chiradi; g) amino guruhini tashishda xizmat qiladi.
24. Krebs siklidagi katabolizm vazifasi:  
 a) aminokislota va lipidlarni oksidlash; b) katabolizmning umumiy yo`li; v) uglevodlarning o`ziga xos oksidlanishi.
25. Krebs siklidagi substratli fosforlanishda qatnashuvchi substrat:  
 a) suksinat; b) ketoglyutarat; v) malat; g) atsetil-KoA;  
 d) suksinilkoenzim A.
26. Krebs halqasida qaysi substratlar dekarboksillanadi?  
 a) piruvat; b) izositrat; v) ketoglyutarat; g) sitrat.
27. Krebs halqasida ishtirok etuvchi fermentlar:  
 a) akonitaza; b) ketaglyutaratdegidrogenaza;  
 v) suksinatdegidrogenaza; g) sitratdegidrogenaza.
28. Glyukoza sintezida ishtirok etadilar:  
 a) glikogenli aminokislotalar; b) ketogenli aminokislotalar;  
 v) glitserin; g) xolesterin.
29. Glyukoneogenez jarayonini faollantiruvchi gormon:  
 a) vazopressin; b) tiroksin; v) adrenalin; g) insulin.
30. Glikogen sintezida glikozil guruhini tashuvchilar:  
 a) ATF; b) GTF; v) ADF; g) UDF.
31. Glikogensintetaza fermentini faollantirish reaksiyasi:  
 a) fosforlanishi bilan; b) defosforlanishi bilan;  
 v) fruktoza-1,6-difosfat yordamida; g) glyukoza-1-fosfat orqali.

## XIII BOB

### Lipidlar almashinuvi

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

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

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

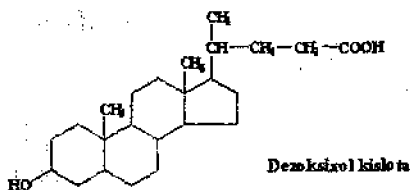
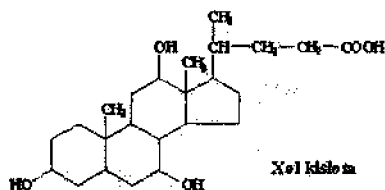
Lipidlarning asosiy massasi atsilglitserollar bo'lib, lipolitik fermentlar (lipazalar) orqali gidrolizlanadi. Hayvon va odamlarda triatsilglitserollarning gidrolizi pankreatik va ichak tarkibidagi lipazalar ta'sirida, ingichka ichaklarda sodir bo'ladi. Katta yoshdagi inson oshqozonidagi suyuqlik tarkibida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

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

Ichakda yog'larning emulsiyalanishi uchun qulay sharoit mavjud. Birinchidan, bu yerda oshqozon shirasining kislotasi, bikarbonat ishtirokida neytrallanadi. Reaksiya natijasida ajralib chiqadigan CO<sub>2</sub> pufakchalari ovqatning hazm qilish shiralari bilan yaxshi aralashishiga sharoit tug'diradi.

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

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



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

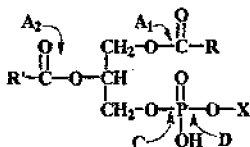
Oshqozon bezining shirasi tarkibida esterazalar ham mavjud bo'lib, ular qisqa zanjirli yog' kislotalarning efir bog'larini, xolesterin efirlarini gidrolizlaydi. Keyingi navbatda, ingichka ichakda o't kislota tuzlari va sovunlar bilan emulgirlangan yog' kislotalar, mono-, di-, triglitseridlar bo'lib,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

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

O't va yog' kislotalar bilan suvda eruvchi xolin kislotalar kompleksini hosil qilib, ichak devorlarida so'riladi. Shu vaqtning o'zida ular epiteliy hujayralarida dissotsiatsiyalanib, vena orqali jigarga boradi va o't suyuqligi bilan birga yana 12 barmoqli ichakka tushadi. Yog' kislotalar

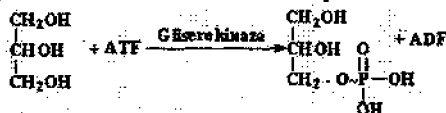
monoglitseridlar triglitseridlarga aylanib limfa tizimiga o'tadi. Ichak epiteliy hujayralarida sintezlangan triglitseridlar yog' depollariga o'tib, so'ng organizm ehtiyojiga qarab sarflanadi.

Fosfolipidlar gidrolizlanganda glitserin uzun zanjirli yog' kislotalari, azot asoslari va fosfor kislotalari hosil bo'ladi. Mazkur jarayonni katalizlovchi turli xil spetsifik fosfolipazalar mavjud. Fosfolipid tarkibidagi murakkab efir bog'larini turiga qarab gidrolizlovchi fosfolipazalar A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, S, D deb ataladi.

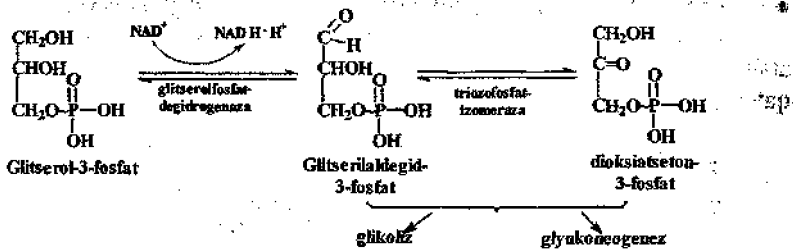


X-azotli asoslar

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



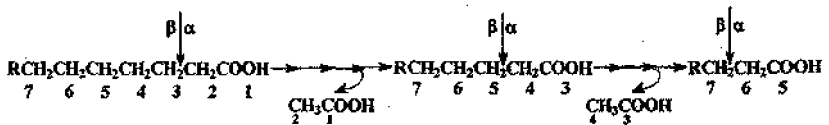
Glitserofosfat (glitserinning faol shakli) NAD ga bog'liq glitserolfosfatdegidrogenaza ta'sirida dehidridlanib, triozofosfatlar hosil bo'ladi. Yuqorida ta'kidlanganidek, sintezlangan mahsulotlar glikoliz yoki glyukoneogenez (glyukoza sintezi) almashinuviga qo'shiladi. Shunday qilib, yog' almashinuvi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



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

### 13.1. Yog' kislotalarining oksidlanishi

Yog' kislotalarining oksidlanish yo'li bilan parchalanishi barcha organizmlar uchun universal biokimyoviy jarayondir. Bu reaksiyalar sut emi-zuvchilarning jigar, buyrak, yurak va skelet mushaklarining to'qimalarida faol davom etadi. Yog' kislotalarining oksidlanishi mitoxondriyalarning matriksida sodir bo'ladi. Yog' kislotalarining oksidlanish g'oyasi 1904 yilda F.Knoop tomonidan bildirilgan bo'lib, u "β- oksidlanish" nazariyasini yaratgan. Mazkur gipotezaga asosan, yog' kislotalarining to'qima va hujayralaridagi degradatsiyasi yoki sintezlanishi ikki uglerodli fragmentning uzilishi yoki birikishi hisobiga sodir bo'ladi. Ikki uglerodli (CH<sub>3</sub>COOH) fragmentni yog' kislotasidan ajralishi oxirgi karboksil tomonidan izchil ravishda davom etadi. Bu jarayonni β- oksidlanish deb atalishiga sabab, har gal kimyoviy bog' uzilishi C<sup>α</sup>- C<sup>β</sup> holatidan β-uglerod atomi tomonidan sodir bo'ladi:

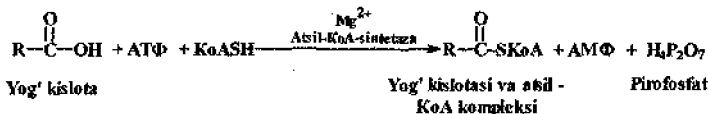


Tabiiy yog' kislotalarining tarkibida uglerod atomlar soni juft bo'lganligi uchun oksidlanish nihoyasida bir juft sirka kislotasi hosil bo'ladi. Yog' kislotalarining β-oksidlanish jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat:

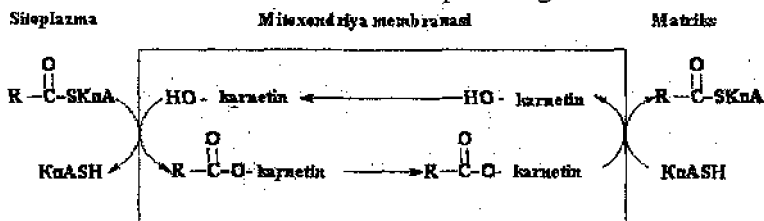
- hujayra sitoplazmasida yog' kislotalarining faollashishi;
- mitoxondriyalarga atsil guruhlarining transporti;
- β-oksidlanish jarayonining izchilligi;

- yog` kislotalarining oksidlanishidan hosil bo`ladigan energiya.

Birinchi bosqichda yog` kislotalarining faollashishini ta'minlovchi atsil-KoA-sintetaza fermenti mitoxondriya membranasiining tashqi qavatida va endoplazmatik to`rning membranalarida joylashgan bo`ladi:



Uzun zanjirli yog` kislota-sining faollanishi mitoxondriyadan tashqarida bo`lganligi uchun, atsil guruhlarini mitoxondriya membranalarining ichki qismiga transport qilinishi zarur bo`ladi. Transport jarayoni tashqi membranadagi karnitin orqali sitoplazmadagi atsilni mitoxondriyaga uzatadi. Hosil bo`lgan atsil-karnitin membrana orqali atsil guruhini diffuziya asosida mitoxondriya matriksidagi koenzim A ga ko`chiriladi. Atsil guruhini karnitin bilan A koenzim o`rtasidagi transporti ferment atsil- KoA- karnitin-transferaza orqali amalga oshadi:

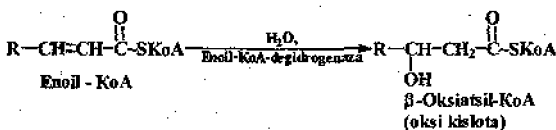


30-rasm. Mitoxondriya membranasiidagi yog` kislota-ni transport chizmasi

Mitoxondriya matriksida yog` kislotalarining  $\beta$ - oksidlanishi boshlanadi.  $\beta$ -oksidlanishning birinchi bosqichida yog` kislota-dagi  $\alpha$  va  $\beta$  uglerod atomidagi ikkita vodorodni degidrogenaza o`ziga birlashtiradi:

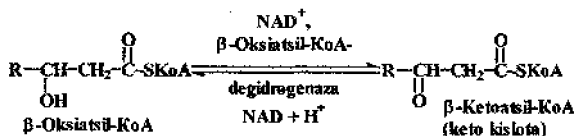


Keyingi reaksiyada suv molekulasining bog`lanishi bo`lib, OH-guruhi  $\beta$ - holatga, vodorod atomi esa  $\alpha$ - uglerod atomlariga bog`lanadi:

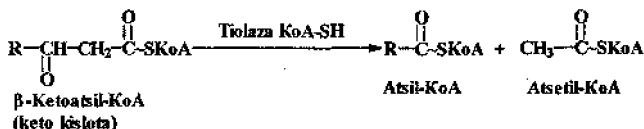




Navbatdagi oksidlanish bosqichida  $\beta$ - oksiatstil- KoA ferment degidrogeneza ta'sirida  $\beta$  ketoatsil - KoA ga o'tadi



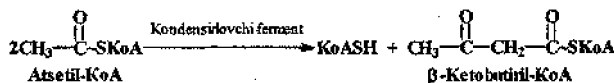
Yog' kislotalari  $\beta$ - oksidlanish jarayonining nihoyasida gidrolitik bo'lmagan parchalanish asosida  $\beta$ - ketoatsil KoA molekulasidan ikki uglerod atomli atsil ajralib, Koenzim-A molekulasiga uzatilishi asosida atsetil- KoA hosil bo'ladi. Demak, uzun zanjirli yog' kislotalari ikkita uglerod atomiga qisqaradi:



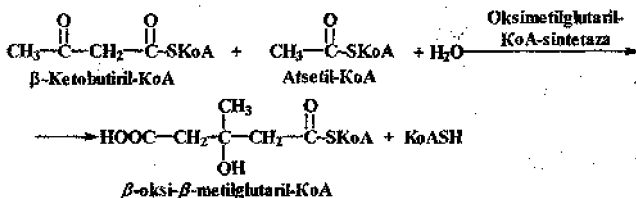
Ikki uglerod atomiga qisqargan uzun zanjirli yog' kislotalari qaytadan yuqorida ko'rsatilgan reaksiyalar asosida yana  $\beta$ - oksidlanadi. Yog' kislotalarining  $\beta$ - oksidlanishi davriy ravishda takrorlanib, reaksiya nihoyasida yuqorida ta'kidlanganidek, atsetil-KoA molekulasini hosil bo'lishi bilan yakunlanadi. Uzun zanjirli yog' kislotalarining  $\beta$ - oksidlanishi organizm uchun energiya manbai bo'lib, ATF sintezining asosiy omillaridan hisoblanadi.

### 13.2. Keton tanachalari va ularning hosil bo'lishi

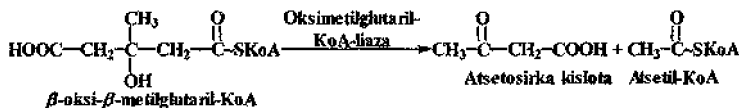
Hayvonlar jigarida yog' kislotalarining  $\beta$ - oksidlanishi va pirouzum kislotalarining dekarboksillanishida hosil bo'ladigan atsetil- KoA ning bir qismi erkin atsetoatsetat kislotaga va  $\beta$ - oksimoy kislotaga aylanishi mumkin. Bu kislotalar qon orqali periferik to'qimalarga o'tkazilib, Krebs sikli fermentlari ishtirokida oksidlanishi mumkin. Bu moddalar keton tanachalar deb yuritiladi. Atsetoatsetat kislotalarining oz miqdori yog' kislotalarining  $\beta$ - oksidlanishining oxiridagi mahsulotlaridan biri - atsetoatsetil -KoA ning gidrolitik deatsillanishidan hosil bo'ladi. Undan tashqari, ikki molekula atsetil -S -KoA kondensatsiyalanishidan ham atsetoatsetil -KoA hosil bo'ladi.



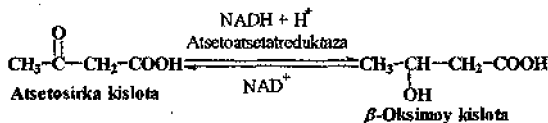
Keyingi bosqichda  $\beta$ -ketobutiril -KoA dan KoA ajralib, bi molekula atsetil -KoA qo'shiladi:



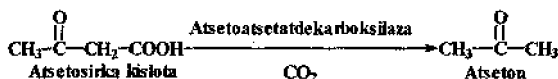
Sintezlangan  $\beta$ -oksi- $\beta$ -metilglutaril-KoA nogidrolitik parchalanishidan atsetosirka kislota hosil bo'ladi:



Atsetosirka kislota qaytarilib,  $\beta$ -oksimoy kislotasini beradi:



Uglevod almashinuvining buzilishi natijasida qonda atsetosirka va  $\beta$ -oksimoy kislotalar miqdori ko'payib ketadi. Atsetosirka kislota atsetonga aylanishi mumkin:



Atsetosirka kislota  $\beta$ -oksimoy kislotalar bilan bir qatorda atseton hamda keton tanachalariga kiradi. Ularning organizmda ko'payishi keto hodisasi deb yuritiladi. Qonda keton tanachalarining miqdori normada oshib ketsa ketonemiya deb, uning siydik bilan chiqarilishi esa ketonuriy nomi bilan yuritiladi. Bu kasallikning paydo bo'lishiga ovqat tarkibidagi uglevodlar miqdorining kam bo'lishi va gormon insulin yetishmaganidagi uglevod, yog'lar metabolizmining buzilishiga sabab bo'ladi.

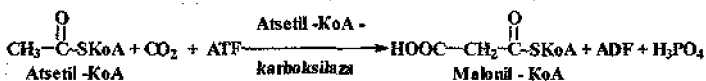
### 13.3. Lipidlar biosintezi

Triglitsrid va fosfolipidlarning asosiy struktura bloklari sifatida  $\alpha$ -glitserofosfat va atsil -KoA ning hosilasi (atsetil-KoA) hisoblanadi.  $\alpha$ -Glitserofosfat glitserin tutuvchi lipidlarning parchalanishida hosil

bo'ladigan glitserindan hujayrada sintezlanadi. Yuqori molekulari yog' kislotalari esa malonil-KoA ishtirokida biosintezlanadi. Yog' kislotalarining anabolizm jarayoni o'ziga xos xususiyatga ega:

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

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



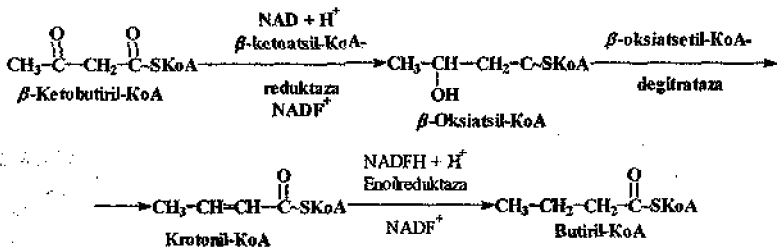
Atsetil-KoA- karboksilaza fermentining tavsifiga kengroq to'xtashga to'g'ri keladi. Chunki mazkur ferment polifunksional xususiyatga ega. Atsetil-KoA- karboksilaza tarkibida bir necha domenli strukturalarga ega bo'lgan polipeptid zanjiridan iborat bo'lgan fermentdir. Har bir domen polifunksional fermentda muayyan katalitik faollikka ega. Ayrim domenlar tarkibida kofaktorlar (kofermentlar) ham mavjud. Atsetil-KoA- karboksilaza tarkibida biotin-karboksilaza uzatuvchi domeni, biotin-karboksil tashuvchi domen va transkarboksilazali domenlar ham mavjud. Uchta domen, bir-birlari bilan bog'liq mutanosib holda malonil-KoA sintezini tezlashtiradi. Keyingi navbatda polifunksional fermentlar yuqori molekulari yog' kislotalarni sintezida ishtirok etadilar.

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

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

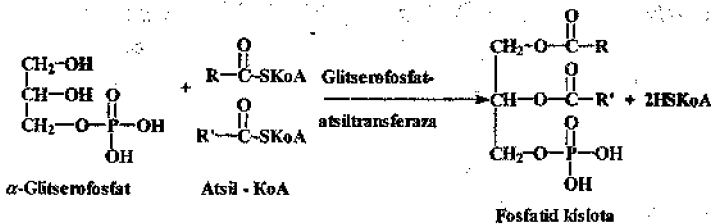


Hosil bo'lgan  $\beta$ -ketobutiril-KoA avval  $\beta$ -oksibutiril-KoA ga qaytarilib, dehidrataza ishtirokida qo'sh bog' tutgan krotonil-KoA ga o'tadi. Krotonil-KoA qaytarilib, eng sodda moy kislota butiril -KoA hosil bo'ladi. Reduktaza fermentlari tarkibida NADP mavjud. Sintetizadagi domen yog' kislota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

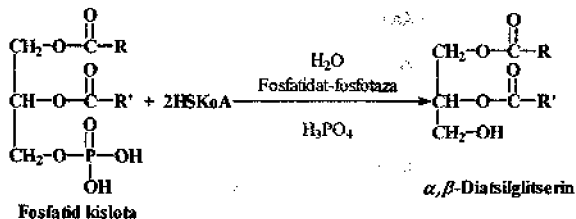


Yuqori molekularli yog' kislotalarning sintezi siklik xususiyatga ega. Sintezlangan butiril-KoA qaytadan yana navbatdagi siklga kirib, yangi ikki atomli atsilga ortadi. Misol uchun, palmitin kislotasini sintezlanishi uchun yuqoridagi siklik reaksiya yetti marta qaytarilishi lozim. Har siklda atsil ikkita uglerod atomiga ko'payib boraveradi. Atsil radikallar tarkibidagi uglerod atomlarning soni 16ga yetganda, uchinchi domendagi tioesteraza faolligi tufayli yog' zanjiri fermentdan ajraladi.

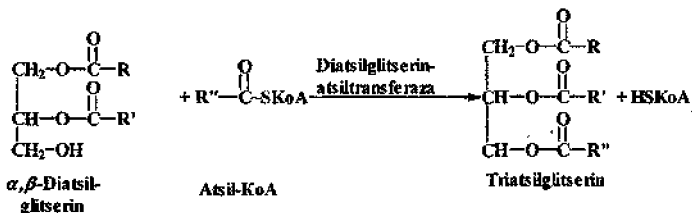
Triglitsyeridlar sintezi yog'li yoki boshqa to'qimalarda aksariyat, zaxira sifatida to'planadi. Bu jarayon endoplazmatik to'ring membranalarda davom etadi. Triglitseridlar sintezining birinchi bosqichida  $\alpha$ -glitserofosfatning transatsillanishi bo'lib, fosfatid kislotani hosil bo'lishi bilan boshlanadi:



Keyingi reaksiyada fosfatid kislota fosfatidat – fosfataza fermenti  $\alpha$ - $\beta$ - diatsilglitseringa katalizlaydi:



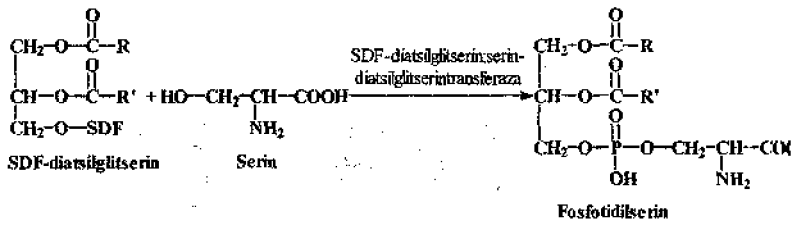
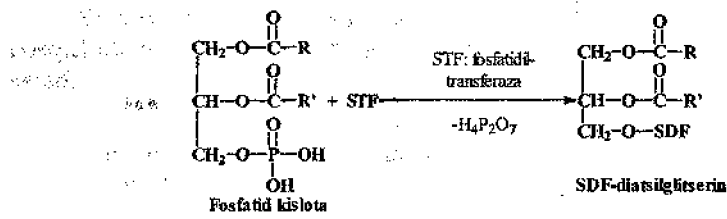
Oxirgi bosqichda  $\alpha$ - $\beta$ - diaglitsierindagi OH-guruhi diatsilglitserin-atsiltransferaza fermenti orqali atsilirlanadi.



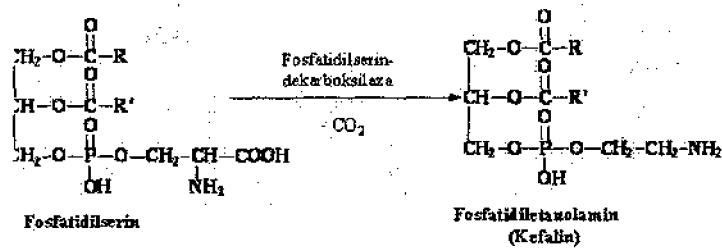
Triglitsieridlar sintezini tezlatuvchi fermentlar jigar hujayrasida, ichak devorlaridagi shilimshiq parda tarkibida, yog' to'qimalarida borligi aniqlangan. Ko'rsatilgan joylarda sintezlangan triglitsieridlar boshqa hujayra, to'qimalarga migratsiya qilinadi.

### 13.3.1. Fosfolipidlar sintezi

Organizmida fosfolipidlar sintezida sitidinrifosfat kislota (STF) ishtirok etadi. Fosfatid kislota STF bilan birga reaksiyaga kirishib, SDF-diatsilglitserinni hosil qiladi. Fermentning kofermenti hosil bo'lgan mahsulotni azot asosiga, jumladan seringa ko'chiradi. Shunday almashinuv asosida fosfatilserin shakllanib, bu boshlang'ich fosfolipid bo'lib, keyingi fosfatid bo'lmish fosfatidiletanolamining dastlabki xom ashyo hisoblanadi:



Fosfatilserinning dekarboksillanishi fosfatidiletanolamin hosil bo'lishiga sababchi bo'ladi:



Fosfatidiletanolamin fosfatidilxoliga o'xshash birikma bo'lib metillanish reaksiyalari natijasida xolinfosfatiga aylanadi. Bu reaksiya metil guruhining donori sifatida aminokislota metionin ishtirok etadi.

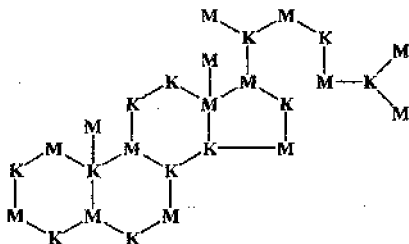
Sitidindifosfoglitserid fosfolipidlarning boshqa guruhlari (inozitolfosfolar, kardiolipinlar va boshqalar) biosintezi uchun ham boshlang'ich mahsulot rolini o'taydi

### Steroidlar biosintezi

Tirik organizmda ko'p miqdorda steroidlar sintezlanadi. Ular turli xil fiziologik va biokimyoviy jarayonlarda faol ishtirok etadi. Hayvon va odam organizmida steroidlar orasida ahamiyati bo'yicha birinchi o'ringa to'yinmagan spirt-xolestirol turadi. Steridlardan jigarda o't kislotalar steroid gormonlari va ba'zi bir vitaminlar sintezlanadi.

Xolesterol 18 ta atsetil-KoA qoldig'idan sintezlanadi. Uning 12 uglerod atomi, atsetil guruhining karbonil uglerod atomidan qolgan 15

atomi esa metil guruhidan sintezlanadi. Quyida xolesteroldagi atomlarning qayerdan paydo bo'lish chizmasi ko'rsatilib, M harfi metil, K belgisi esa karboksil guruhidan hosil bo'lganligini ko'rsatadi:



Atsetil-KoA dan xolesterolni hosil bo'lish reaksiyasi uch bosqichdan iborat:

- mevalonat ( $C_6$ ) sintezi;
- mevalonatdan skvalen ( $C_{30}$ ) sintezi;
- skvalenni sikliklanishi va xolesterol ( $C_{27}$ ) ning hosil bo'lishi.

Xolesterolning asosiy sintezlanish joyi jigarda (50% umumiy miqdoridan), ichaklarda (~15%) va teri hisoblanadi. Bu jarayon sitoplazmada eukariot hujayralarida esa endoplazmatik to'rdada sodir bo'ladi.

Organizmida xolesterol ko'proq yuqori yog' kislotalar bilan birga efir shaklida uchraydi. Xolesterol efiri hosil bo'lishi bevosita atsil-KoA bilan kondensatsiya yo'li bilan ham boradi. Xolesterol o't bilan ichakka ham quyiladi. Iste'mol qilinadigan ovqat tarkibida ham ma'lum miqdorda xolesterol va uning efilari bo'ladi. Ichaklardan xolesterolning so'riladigan miqdori cheklangan (0,5g atrofida) bo'ladi. Shuning uchun so'rilmay qolgan ortiqcha sterinlar ichak mikroflorasi ta'sirida qaytarilib, organizmdan chiqariladi.

### 13.3.2. Yuqori molekulari yog' kislotalarining $\beta$ oksidlanishidan hosil bo'lgan energiya miqdori

Triglitsferidlarning oksidlanishi fosforlanishi tufayli hosil bo'ladigan energiya miqdorini tristearin misolida ko'rib chiqamiz. Tristearin gidrolizlanganda bir molekula glitserin va uch molekula stearin kislotasi hosil bo'ladi. Glitserinni oksidlanishi natijasida  $CO_2$  va  $H_2O$  hosil bo'lishi bilan birgalikda, uning fosforlanishi uchun bir molekula ATF sarflanadi. Uch molekula ATF: fosfoglitsferinni fosfodioksiatsetonga va 3-fosfoglitsferinaldegidni 3-fosfoglitsferinga oksidlanishida hosil bo'ladi. Yana ikki molekula ATF 3-fosfoglitsferinaldegidni pirouzum kislotasiga (1,3-difosfoglitsferin va 2-fosfoenolpirouzum kislotalari hisbidan)

o'tishidan sintezlanadi. Pirouzum kislotasining Krebs tsiklida oksidlanishidan 15 molekula ATF hosil bo'ladi. Shunday qilib, glitserin molekulasining to'liq oksidlanishidan (degidrogenazalar hamma vodorod atomlarini nafas olish zanjiriga uzatib, oksidlanishli fosforlanish bo'lganda) 22 molekula ATF sintezlanadi.

$\beta$ -oksidlanish jarayonida vodorod atomi nafas olish zanjiriga uzatilganda, oksidlanishli fosforlanish asosida 5 molekula ATF (2 molekula ATF vodorod atom FAD ga berilganda, NAD orqali vodorod berilganda 3 molekula ATF) sintezlanadi. Stearin kislotani to'liq parchalanishi uchun  $\beta$ -oksidlanish jarayoni 8 marta qaytarilishi lozim. Demak, stearin kislotani bir molekulasidan atsetil-KoA gacha oksidlanganda 40 molekula ATF sintezlanadi. Stearin 3 molekula bo'lganligi uchun hammasi bo'lib, 120 molekula ATF hosil bo'ladi. Har bir yog' kislotasini faollash uchun bir molekula ATF sarf bo'lganligi uchun umumiy (120) raqamdan 3 ni ayirish lozim. Shunday qilib, uch molekula stearin kislotasidan atsetil-KoA gacha oksidlanganda, sintezlangan ATF soni 117 molekulaga teng bo'ladi.

Agar hamma atsetil qoldiqlari (tristearindan 27 ta hosil bo'ladi) ikki va uch karbon kislotalar tsiklida oksidlanishi asosida fosforlansa, 324 molekula ATF sintezlanadi (har bir atsetil qoldig'idan 4 juft vodorod ajratilib nafas olish zanjiriga uzatilganda  $4 \times 3 = 12$  molekula ATF,  $12 \times 27 = 324$  molekula hosil bo'ladi).  $\beta$ -oksidlanish nihoyasida tristearinning to'liq parchalanishidan  $22 + 117 + 324 = 463$  molekula ATF sintezlanadi. Mazkur energiya tristearin to'liq yonganida hosil bo'lgan energiyani 42,2% ni tashkil qiladi. Shuning uchun, yog'lar organizm uchun uglevodlar bilan bir qatorda asosiy energiya manbai hisoblanadi.

### Sinov savollari

1. Lipidlar almashuvining organizm uchun ahamiyati.
2. Oshqozon ichak yo'lida yog'larning parchalanishi.
3. Yog'larning emulsiya holatiga kelishi uchun zarur bo'lgan omillar.
4. Yog' kislotalarining ichak devorlari orqali so'rilishi va qaytadan re-sintezlanishi.
5. Fosfolipidlar gidrolizini amalga oshiruvchi fermentlar.
6. Organizmda glitserin qanday usullar orqali metabolizmda ishtirok etadi?
7. Glitserinning oksidlanishi.
8. Yog' va uglevod almashuvini tutashtiruvchi "ko'pliklar".
9. Yog' kislotalarining oksidlanishi.



10. Atsil guruhlarining mitoxondriyadagi transporti.
11. Mitoxondriyada yog` kislotasining oksidlanishi.
12. Keton tanachalari va ularning hosil bo`lishi.
13. Lipidlar biosintezi.
14. Lipidlar biosinteziida ishtirok etuvchi fermentlar.
15. Moy kislotada hosil bo`lish jarayonini chizmada ko`rsating.
16. Yog` kislotalari hujayraning qaysi organoidlarida sintezlanadi?
17. Triglitseridlar sintezi va bu jarayonda qatnashuvchi fermentlar.
18. Fosfolipidlar sintezi.
19. Stereoidlar biosintezi.
20. Xolesterol sintezi.
21. Yog` kislotalar oksidlanishidan hosil bo`lgan energiya miqdori.

### Lipidlar almashinuviga oid testlar

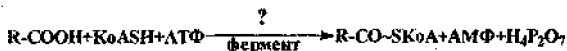
1. Triglitseridlar tarkibidagi murakkab efir bog`lari qaysi fermentlar ishtirokida gidrolizlanadi?
  - a) fosfolipazalar;
  - b) lipazalar;
  - v) fosforizalar;
  - g) atsetilxolinesterozalar.
2. Yuqori yog` kislotalar katabolizmi qanday sodir bo`ladi?
  - a) qaytarilish asosida;
  - b)  $\alpha$ -oksidlanish yo`li bilan;
  - v)  $\beta$ -oksidlanish asosida;
  - g) dekarboksillanish yo`li bilan.
3. O`x kislotalar ishtirokida:
  - a) glitserin so`riladi;
  - b) monosaxaridlar parchalanadi;
  - v) yuqori yog` kislotalar so`riladi;
  - g) lipidlar emulgirlanadi.
4. Lipoproteinlipaza qaysi a`zoda joylashgan?
  - a) ingichka ichak epeteliyasida;
  - b) ichak suyuqligida;
  - v) jigarda;
  - g) oshqozon suyuqligida.
5. Ingichka ichak pardalarida trigletseridning resentezida ishtirok etadi:
  - a) yog` kislotalari;
  - b) atsetil-KoA;
  - v) 3 - fosfoglitserrat;
  - g) diatsilglitserrat.
6. Fosfolipidlarni gidrolizlovchi fermentlar:
  - a) fosfolipazalar;
  - b) lipazalar;
  - v) esterazalar;
  - g) atsetilxolinestrazalar.
7. To`qima lipazasi (triglitseridlipaza) qaysi gormon orqali faollanadi:

- a) tiroksin;                      b) glyukagon;  
v) adrenalin;                    g) insulin.

8. Yog` kislotalari oksidlanadi:

- a) sitoplazmada;                      b) endoplazmatik to`rda;  
v) sitoplazmatik membranada;      g) mitoxondriya matriksida.

9. Fermentni aniqlang:



- a) atsetiltransferaza;                      b) atsil-KoA sintetaza;  
v) atsetil-KoA transferaza;              g) atsetil-KoA atsiltransferaza.

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

- a) karnitin;                              b) sitrat;  
v) malat;                                g) atsetat.

11.  $\beta$ - oksidlanish bosqichlari:

- a) tiolazali reaksiya;                      b) digidrillanish;  
v) yog` kislotalarining faollarishi;      g) gidrotatsiya.

12.  $\beta$ - oksidlanishni katalizlovchi atsil-KoA degidrogenazaning kofermenti:

- a)  $NAD^+$ ;                              b)  $NADP^+$ ;  
v) FMN;                                g) FAD.

13. Yog` kislotalarining FAD orqali oksidlanishidan hosil bo`lgan  $ATP$  soni:

- a) 3;                      b) 2;                      v) 5;                      g) 1.

14. Tristearinning to`liq oksidlanishidan hosil bo`lgan  $ATP$  miqdori:

- a) 463;                      b) 130;                      v) 96;                      g) 105.

15. Ketonemiya va ketonuriya kuzatiladi:

- a) pankreatitda;                      b) och qolganda;  
v) aterosklerozda;                      g) qandli deabitda.

16. Yo kislotalar sintezidagi dastlabki birikmalar:

- a) malonil -KoA ;  
v) atsetat;

- b) sitrat;  
g) piruvat.

**17. Lipogenezning faol a'zolari:**

- a) mushaklarda;      b) jigarda;  
v) yog' to'qimalarida; g) o'pkada.

**18. Glitserofosfolipidlar sintezlanadigan organoidlar:**

- a) mitoxondriyalarda;      b) endoplazmatik to'rda;  
v) Golji apparatida;      g) sitozolda.

**19. Fosfolipid sintezida STF ning roli:**

- a) faollantirish;      b) fosfoglitserinni tashish;  
v) faollantirilgan atsillarni tashish;      g) ionlarni tashish.

## XIV BOB

### Oqsillar almashinuvi

Barcha tirik organizmlarning funksional molekulari oqsillardan iborat. Hujayraning asosiy fiziologik va kimyoviy jarayonlari oqsillar orqali amalga oshadi. Uglevod va yog'lardan farqli o'laroq, oqsillar organizmda zahira holda to'planmaydilar. To'qima va a'zolarida, ayniqsa, inson organizmida oqsillar almashinuvi tez yuz beradi. Har sutkada inson tanasida umumiy miqdorga nisbatan 1-2% oqsil yangilanadi. Demak, bir kunda shuncha oqsil sintezlanadi. Organizmda hosil bo'lgan aminokislotalarning  $^{2}F_3$  qismi oqsillar parchalanishidan bo'lib, qolgan  $^{1}F_1$  ulushi esa ovqat tarkibidagi aminokislotalar hisobiga hosil bo'ladi.

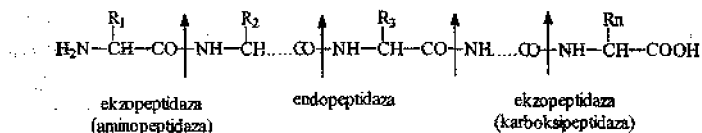
Organizm tashqaridan qabul qilgan aminokislotalarni bir qator azot tutuvchi birikmalar sinteziga sarflaydi. Jumladan, oqsil sintezi, neyromediator, gormonlar va bo'lak birikmalarga aminokislotalar ishlatilib, qolganlari esa parchalanadi. Degradatsiya natijasida hosil bo'lgan aminokislota azoti mochevina sifatida tashqariga chiqariladi. Uglarod skeleti esa ularning struktura tuzilishi asosida, uglevod va yog'larga aylanishi yoki energetik ehtiyojiga qarab oksidlanishi mumkin. Shunday qilib, oqsillar aminokislotalar orqali uglevod, lipid va nuklein kislotalar almashinuvi bilan bog'langan holda, organizmda bir butun metabolizmi tashkil qiladi.

Fermentlar oqsil tabiatiga ega bo'lib, organizmda faqat katalitik vazifani bajarmasdan, balki regulyator vazifasini ham o'taydilar. Bir necha xil gormonlar oqsil bo'lib, aminokislotalardan sintezlanadi. Demak, oqsillar va ularning almashinuvi organizmda sodir bo'ladigan turli xil kimyoviy jarayonlarning koordinatsiya, regulyatsiya va integratsiyasida bevosita ishtirok etadi.

Insonning bir sutkadagi oqsilga bo'lgan ehtiyoji 80-100 g bo'lib, jismoniy mehnat bilan shug'ullanuvchilar uchun 120-150 g atrofida bo'ladi. Oqsillarning gidrolitik parchalanishi o'simlik va hayvon organizmida keng tarqalgan bo'lib, bu jarayonni proteoliz deyiladi. Proteolitik fermentlar asosan lizosomada qisman hujayra sitoplazmasida ham uchraydi.

O'simliklar organizmida oqsillarning parchalanishi, urug' unayotganda intensiv bo'lib, gidrolitik fermentlar ta'sirida aminokislotalar hosil bo'ladi. Keyinchalik hosil bo'lgan erkin aminokislotalar o'sayotgan murtakning oziqlanishi uchun va yosh nihol a'zolarining shakllanishiga sarflanadi. Hayvonlar organizmida oqsillar qisman yoki to'la

gidrolizlanadi. Oshqozon ichak yo`lida turli xil spetsifik xususiyatga ega bo`lgan proteolitik fermentlar mavjud. Peptidlarning ichki bog`larini endopeptidazalar, oxirgi aminokislota qoidig`ini esa ekzopeptidaza fermentlari gidrolizlaydi:



Hamma proteolitik fermentlar faol bo`lmagan holda sintezlanib, ularni zimogenlar yoki profermentlar deb ataladi. Shunday qilib, hujayralar faol fermentlarning bevosita ta`siri va avtolizdan himoyalangan holda bo`ladilar.

Oqsillarning parchalanishi hayvonlar oshqozonidagi suyuqlik tarkibidagi fermentlar ta`sirida boshlanadi. Oshqozon devorining shilliq pardasidagi bezlar oshqozon suyuqligini ajratadi. Uning tarkibi 99% suv, xlorid kislota va pepsin fermentidan iborat. Yosh hayvonlar oshqozonining suyuqligida yana boshqa proteolitik ferment-ximozin bo`ladi. Pepsin faol bo`lmagan proferment pepsinogen shaklida ajralib, xlorid kislota ta`sirida undan bir qism peptid ajralib, parchalash qobiliyatiga ega bo`lgan faol pepsin hosil bo`ladi. Pepsin faqat xlorid kislota tomonidan hosil qilinadigan kislotali muhitda (pH=1,5-2) optimal holatda bo`ladi. Pepsin ta`sirida oqsillar qisman gidrolizlanadi, natijada peptonlar va proteozlar hosil bo`ladi. Denaturlangan ozuqa oqsillari bakterotsid xususiyatiga ega bo`lib, ozuqa bilan oshqozonga tushgan ayrim mikroorganizmlarni o`ldiradi.

Pepsin endonukleaza fermentlariga kirib, ta`siri natijasida peptidlar aralashmasi to`planib qoladi. Mazkur ferment aromatik aminokislotalar-tirozin, fenilalanin, triptofanlar hosil qiladigan NH-guruhli peptid bog`larini faol gidrolizlaydi. Bunday reaksiyalarni amalga oshiruvchi enzimni tezkor pepsin deyiladi. Sekin pepsinlar esa karboksil guruhlari tutgan leysin, asparagin va glutamin kislotalar tomonidan hosil qilgan peptid bog`lariga ta`sir qiladi.

Pepton va proteozlar aralashmasi keyinchalik o`n ikki barmoqli ichak orqali ingichka ichakka tushadi va fermentativ parchalanish davom etadi. Oshqozonning shilimshiq pardasida sintezlanadigan ximozin ta`sirida sut tarkibidagi oqsil kazenogenni kazeinga aylantiradi. U esa kalsiy tuzlari ta`sirida cho`kib, ivigan holga keladi. Ximozin faqat yosh hayvonlar va

yosh bolalar oshqozonidagina ko'p miqdorda bo'lib, ivigan kazinn aminokislotalarigacha parchalaydi.

Ingichka ichakda oqsillar va ularning chala parchalangan hosilalar tripsin, ximotripsin, karboksipeptidaza, aminopeptidiza va dipeptidazalari ta'sirida aminokislotalargacha gidrolizlanadi.

Pankreatik shira tarkibida profermentlardan tripsinogen va ximotripsinogenlarni tutadi. Tripsinogen enterkinaza ta'sirida faol tripsinga aylanadi, tripsin esa o'z navbatida, faol bo'lmagan ximotripsinogenni faol ximotripsinga aylantiradi.

Tripsin arginin va lizinnarning karboksil guruhi ishtirokida hosil bo'lgan peptid bog'ini, ximotripsin esa fenilalanin, tirozin va triptofanlardagi kimyoviy bog'larni gidroliz qiladi. Fermentlar ta'sirida kichik bo'lakli peptidlar ichak shirasidagi aminopeptidaza, karboksipeptidaza va dipeptidaza enzimlar ta'sirida parchalanadi. Karboksipeptidaza polipeptid zanjirining erkin karboksil guruh tomonidan, aminopeptidaza erkin amino guruhi tomonidan gidrolizlaydi natijada hosil bo'lgan dipeptidlar dipeptidaza fermentlari ta'sirida aminokislotalar hosil bo'ladi.

Inson oqsilli ozuqa iste'mol qilib, 15 minut o'tgandan so'ng qor tarkibida yangi aminokislota paydo bo'lishini nishonlangan azot orqal kuzatilgan. Qonda aminokislotalar miqdori eng ko'p bo'lgan vaqti ovqatdan so'ng 30-50 minut o'tganda sodir bo'ladi.

Shunday qilib, ovqat moddasi sifatida qabul qilingan oqsillar oshqozon-ichak yo'lida fermentativ gidrolizga uchrab aminokislotalargacha parchalanadi. Hosil bo'lgan aminokislotalar ingichka ichakdagi spetsifik transport tizimi orqali faol surilib, qon orqali to'qima va a'zolarga yetkaziladi.

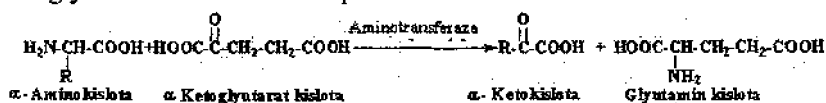
Yuqorida ta'kidlanganidek, oqsillar oshqozon-ichak yo'lida parchalanishidan hosil bo'ladigan aminokislotalarning asosiy qismi qonga so'rilsa, ma'lum qismi turli o'zgarish va reaksiyalarga uchraydi o'zlashtirilmay qolganlari esa ichakdagi mikroflora tomonidan foydalaniladi.

Aminokislotalarning asosiy qismi oqsil sintezida ishtirok etsa ham, ayrimlari turli reaksiyalarda qatnashib, turli xil o'zgarishlarga uchraydi. Bu qism aminokislotalardan fiziologik faollikka ega bo'lgan moddalar hosil bo'ladi. Masalan, tirozin buyrak usti bezida adrenalin gormoniga, qalqonsimon bezida esa tiroksinga aylanishi mumkin, triptofan esa markaziy nerv tizimining qator vazifasini izga soluvchi serotonin hosil bo'lishida asosiy xom ashyo hisoblanadi.

O'simliklar organizmida barcha aminokislotalar sintezlansa, hayvonlarda esa ayrimlari sintezlanmaydi. Organizmda sintezlanmaydigan-almashmaydigan aminokislotalarga: treonin, metionin, valin, izoleytsin, fenilalanin, gistidin, triptofan, lizin, leytsin va argininlar kiradi. Qolgan aminokislotalar almashinadigan qatoridan joy olgan.

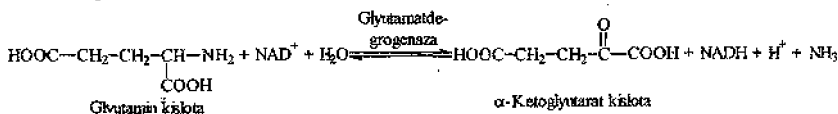
Aminokislotalar metabolizmida keng tarqalgan va muhim reaksiyalardan transaminirlanish (pereaminirlanish), oksidlanishli dezaminirlanish va dekaboksillanishlarni ko'rsatish mumkin. Pereaminirlanish reaksiyasi, bu aminotransferaza fermenti ishtirokida  $\alpha$ -aminokislotalar va  $\alpha$ -ketokislotalarning o'zaro almashinuidan iborat.

Sut emizuvchi hayvonlarning to'qimalarida ikki xil aminotransferaza-alanin-aminotransferaza va glyutamat-aminotransferaza fermentlari uchraydi. Ular ko'pchilik  $\alpha$ -aminokislotalardan amino guruhini ko'chirib, alaninni (pirouzum kislotasidan) va gulatimin kislotalarini ( $\alpha$ -ketoglyutarat kislotasidan) hosil qiladilar. Har qaysi aminotransferaza  $\alpha$ -amino-va  $\alpha$ -ketokislota juftlari uchun spetsifik faoliyat ko'rsatadi.  $\alpha$ -Ketokislotalar akseptori sifatida aksariyat,  $\alpha$ -ketoglyutarat kislotasi xizmat qiladi:



Ko'pchilik  $\alpha$ -aminokislotalar aminotransferaza fermentlari uchun substrat hisoblanib, istisno sifatida treonin, prolin va lizinlar hisoblanadi. Transaminazalar ikki komponentli fermentlar bo'lib, ularning kofaktori sifatida piridoksalfosfat xizmat qiladi.

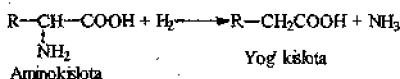
Oksidlanish bilan boradigan dezaminlanish reaksiyalarini jigarda, buyrakda va o'simlik to'qimalarida kuzatish mumkin. Bunday reaksiyalarning mahsuloti sifatida  $\alpha$ -ketokislotalar hosil bo'ladi. Mazkur reaksiyalarni degidrogenaza fermentlari amalga oshirib, ularning kofermentlari NAD va NADF lar hisoblanadi. Organizmda keng tarqalgan degidrogenazalardan glutamatdegidrogenaza bo'lib, quyidagi reaksiyani katalizlaydi:



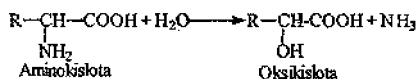
Hosil bo'lgan amuniakning ma'lum miqdori tashqariga chiqariladi va uning bir qismi kislotali xususiyatiga ega bo'lgan mahsulotlar bilan birikib, ammoniyli tuz hosil qiladi.

Organizmida dezaminlanishning boshqa yo'llari ham bor :

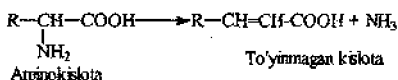
1) Qaytarish orqali dezaminlanish:



2) Hidrolitik dezaminlanish

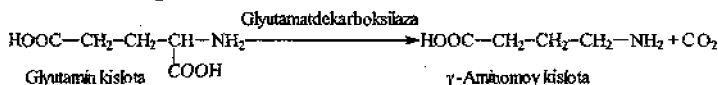


3) Molekula ichida dezaminlanish:



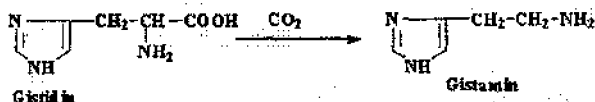
Bu uch xil dezaminlanish ko'proq mikroorganizmlar va o'simliklar uchraydi.

Aminokislotalarning dekarboksillanishi muhim metabolitik jaray bo'lib, bu reaksiya mahsuloti sifatida biologik faol aminlar hosil bo'la Aminokislotalarning dekarboksilaza fermentlari murakkab bo'l koferment sifatida piridoksalfosfat ishtirok etadi.



Glutamin va  $\gamma$ -aminomoy (GAMK) kislotalar neyromediatorlar hisoblanadi. Ular neyromushaklar faoliyatida sodir bo'ladigan elektrik potentsiallarni uzatilishida ishtirok etadilar. Nerv impulslarining uzatilishini GAMK ingibirlaydi, glutamin kislota esa faollantiradi.

Gistidinning dekarboksillanishidan hosil bo'lgan gistamin ichliki sekretiya bezlarining faoliyatiga ijobiy ta'sir qiladi.



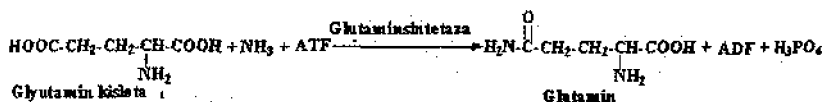
Shunday qilib, aminokislotalarning katabolizmi natijasida oxirgi mahsulot sifatida  $\alpha$ -ketokislotalar, aminlar,  $\text{CO}_2$  va ammiak hosil bo'ladi. Organik birikmalar organizmdagi metabolitik jarayonga tortiladi,  $\text{CO}_2$  gaz tashqariga chiqariladi, ammiakning bog'lanishidan esa glutamin, asparagin va mochevinalar hosil bo'ladi.



### 14.1. Ammiakning zararsizlantirilishi va mochevina sintezi

Organizmida aminokislotalar, purin asoslari, amidlar va boshqa azot tutuvchi moddalar dezaminlanishidan ammiak hosil bo'ladi. Ammiak markaziy nerv tizimi uchun zaharli hisoblanib, organizm uni tez zaharsizlantirish (dezaktivatsiya) tizimiga ega.

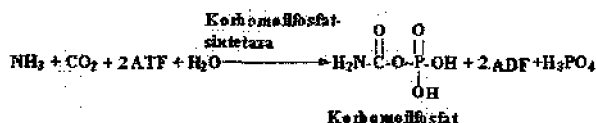
Miyada ammiakni glutamin kislotasi biriktirib, glutaminga aylanadi:



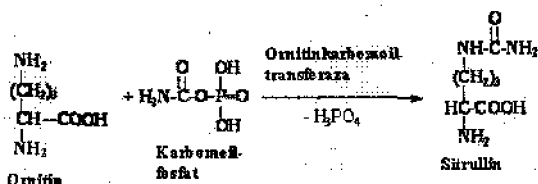
Glutamin oqsil sintezida ishtirok etishidan tashqari yana u ammiakning zahirasi hamdir. Xuddi shu yo'l bilan tegishli sintetazalar orqali asparagin ham hosil bo'ladi. Glutamin va asparagin ammiakning zahirasi sifatida o'simliklar uchun ham katta ahamiyat kasb etadi.

Ma'lumki, hayvon organizmida bir sutkada o'rtacha hisobda 20 g ammiak hosil bo'lsa ham, qonda juda oz miqdorda uchraydi. Ammiakni organizmida zaharsizlantirishdagi asosiy yo'l bu ornitin yoki mochevina sikli bo'lib, bu jarayon 1932 yilda Krebs va Xenseylat tomonidan aniqlangan.

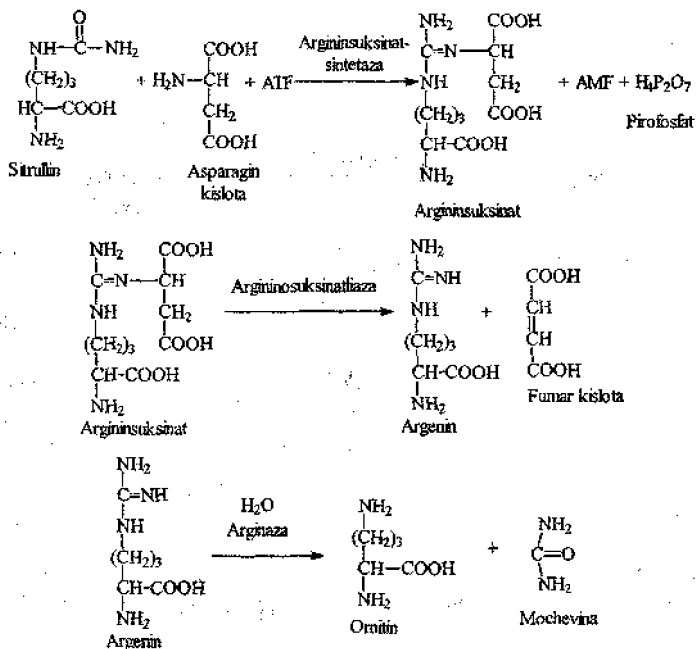
Ornitin siklining birinchi reaksiyasida karbamoilfosfat ammiak, CO<sub>2</sub> va ATF dan sintezlanadi. Reaksiyani karbamoilfosfatsintetaza fermenti katalizlaydi. Mazkur reaksiyada ikki molekula ATF ishtirok etib, bittasi reaksiya uchun fosfor kislotasining donori bo'lib, ikkinchi ATF esa energetik vazifani bajaradi:



Karbamoilfosfat magroergli birikma bo'lganligi uchun karbamoildan amino guruhini aminokislota ornitinga ko'chirilishi oson kechadi. Bu yerda reaksiya muvozanati sitrullin sinteziga moyil bo'ladi. Keyingi reaksiyalarda azot almashinuvining oxirgi mahsuloti mochevina hosil bo'lishi bilan yakunlanadi:



Sitrullin asparigin kislota va ATF bilan reaksiyaga kirishib argininsuksinat kislota hosil qiladi. Bu reaksiyada arginin suksinatsinteta fermenti ishtirok etadi:



Hosil bo'lgan ornitin karbomoilfosfat bilan reaksiyaga kirishib yuqorida ko'rsatilgan reaksiya qaytariladi. Mochevina sintezida ishtirok etadigan fermentlar jigar hujayralarida joylashgan. Sintezlangan mochevina jigardan chiqib qonga uzatiladi va siydik bilan tashqariga chiqariladi.

Aminokislotalar oshqozon-ichak yo'lida patogen bo'lmagan bakteriyalar ta'sirida parchalanadi. Bunday mikroorganizmlar ingichka ichakning pastki qismida va yo'g'on ichakda ko'p miqdorda bo'ladi.

Oqsillarning parchalanishidan hosil bo'ladigan aminokislotalarning asosiy qismi ichak devorlari orqali so'riladi, oz qismi esa ichak mikroflorasi ta'sirida parchalanadi. Oqsillarning chirish yo'li bilan parchalanishidan hosil bo'ladigan mahsulotlar-vodorod sulfid, ammiak, vodorod ichak gazlari sifatida ajratiladi.

Dekarboksillanish natijasida ba'zi bir aminokislotalarning parchalanishidan oz miqdorda aminlar hosil bo'ladi. Tirozin va triptofanning parchalanishidan hosil bo'ladigan krezol, fenol, indol, skatol va boshqalar zaharli moddalar hisoblanadi. Ular ichak orqali qonga so'rilib, jigarga keladi, u yerda sulfat va glyukuron kislotalar yordamida zaharsizlantiriladi va qo'sh kislotalar sifatida siydik bilan tashqariga chiqariladi.

Organizmدا aminokislotalar parchalanishi bilan bir qatorda sintezlanadilar. Ayrim aminokislotalar pereaminirlanish yo'li bilan hosil bo'ladi. Jumladan, pirouzum kislotasidan alanin, ketoglyutardan glyutamin va shavelevosirka kislotadan asparagin kislotalari sintezlanadi. Glyutamin va asparaginlar to'g'ridan-to'g'ri aminirlanishdan hosil bo'ladilar. Xulosa qilinganda aminokislotalarning ko'pchilik qismi asosan, uch xil yo'l bilan sintezlanadi:

- a) ketokislotalarning qaytarish yo'li bilan aminlanishi;
- b) to'yinmagan kislotalarning bevosita aminlanishi;
- v) ketokislotalarning qayta aminlanishi.

Hosil bo'lgan aminokislotalar biologik muhim bo'lgan moddalar uchun, jumladan oqsillar, gemoglobindagi gem, kreatinfosfat, ayrim kofermentlar va boshqa birikmalar uchun dastlabki hom ashyo hisoblanadi.

### Sinov savollari

1. Organizmда oqsil almashinuvining ahamiyati.
2. Proteoliz deb nimaga aytiladi?
3. Nima sababdan barcha proteolitik fermentlar hujayrada zimogen holda bo'ladi?
4. Oshqozon-ichak yo'lida oqsillarning parchalanishi.
5. Oshqozon-ichak yo'lidagi fermentlarning faollanish tizimi.
6. Oshqozon-ichak yo'lidagi oqsillarni parchalovchi fermentlar.
7. Aminokislotalarni pereaminirlanish, oksidlanishli dezaminirlanish va dekarboksillanish reaksiyalari bayoni va chizmasi.
8. Pereaminirlanish reaksiyasida qatnashuvchi fermentlar va ularning substratlari.
9. Organizmда dezaminlanishning qanday turlari uchraydi?
10. Dekarboksillanish natijasida hosil bo'lgan mahsulotlarning biologik ahamiyati.
11. Organizmда hosil bo'lgan ammiakni zararsizlantirish reaksiyalari.
12. Ornitin sikli va uning biologik ahamiyati.
13. Mochevina sintezida ishtirok etuvchi fermentlar.

## Oqsillar almashinuviga oid testlar

- Ozuqa oqsilning qiymati:
  - aminokislota qatoriga bog`liq;
  - tarkibidagi almashmaydigan aminokislotalarga;
  - aminokislotalar tarkibiga bog`liq;
  - murakkab oqsil bo`lishiga bog`liq.
- Oshqozonda oqsillarning parchalanishida qanday fermentlar ishtirok etadi?
  - tripsin;      b) pepsin;      v) elastaza;      g) ximotripsin.
- Ichakda oqsillarni parchalovchi fermentlar:
  - karboksipeptidaza;      b) tripsin;      v) aminopeptidaza;      g) ximotripsin.
- Fermentlarni faollantiruvchi omillar:
  - ikkilamchi strukturaning o`zgarishiga;
  - fosforlanish - defosforlanishga;      v) lokal proteolizga;
  - uchlamchi strukturaning o`zgarishiga bog`liq.
- Ingichka ichakda oqsillarni to`liq parchalanishida ishtirok etuvchi fermentlar:
  - tripsin;      b) ximotripsin;      v) tripeptidaza;      g) dipeptidaza.
- Aminokislotalarning hujayra devoridan surilish holati:
  - faol;      b) diffuziya;      v) pinositoz;      g) gradient asosida.
- Oksidlanishli dezaminirlanishda hosil bo`ladi:
  - aminlar, ketokislotalar;      b) moy kislotalari;      v) kofermentlar;
  - apofermentlar.
- Transaminirlanish sodir bo`ladi:
  - aminokislota va ketokislotalar o`rtasida;      b) oksikislotalar o`rtasida;
  - to`yinmagan kislotalar o`rtasida;      g) siklik kislotalar o`rtasida
- Aminotransferaza fermentining roli:
  - almashadigan aminokislotalar sintezida ishtirok etadi;
  - aminokislotalarni membranadan transportida ishtirok etadi;
  - almashmaydigan aminokislotalar sintezida qatnashadi;
  - aminokislotalarni dezaminirlanishida ishtirok etadi.
- Organizmida ammiak manbai bo`lmaydigan birlikma:
  - aminokislotalar;      b) mochevina;      v) purin asoslari;      g) pirimidin asoslari
- Mochevina sintezida azot atomining donori:
  - ammiak;      b) sitrullin;      v) aspartat;      g) arginin.
- Mochevina sintezida regulyatorlik vazifasini bajaruvchi ferment:
  - karbomoilsintetaza;      b) argininosuksinatsintetaza;      v) arginaza.

## XV BOB

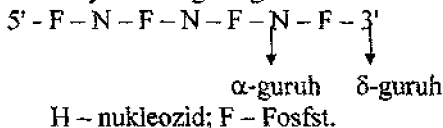
### Nuklein kislotalar almashinuvi

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

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

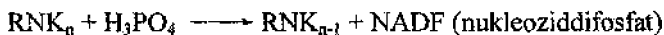
Oshqozon osti bezi suyuqligi tarkibida DNK-aza va RNK-aza fermentlari bo'lib, ular ta'sir chegarasiga qarab quyidagi guruhlarga bo'linadi:

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



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

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



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

RNK-aza va DNK-azalarning hujayradagi vazifalari bir xil bo'lmaydi. Masalan, pankreatik ribonukleaza (RNK - aza I) ekzo-va

endonukleaza xususiyatiga ega bo'lib, turli xil RNK larni parchalaydi. Bular bilan bir qatorda yuqori spetsifik to'qimali RNK-azalar bo'lib, ular RNK-dagi muayyan bog'larni uzishda xizmat qiladi. Bu reaksiya ribosom va transport RNK larni shakllanishida ishtirok etadi.

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

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

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

### 15.1. DNK va RNK sintezi

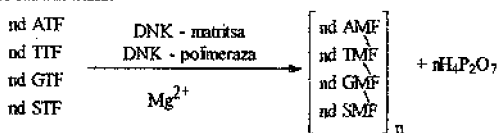
Nuklein kislotalarning sintezi uchun DNK zanjiri, oqsil biosinteziga matritsa (qolip) sifatida i-RNK xizmat qiladi. DNK ning sintezi DNK matritsaning ikki zanjirida, RNK sintezi esa uning bir zanjirida amalga oshadi. Aksariyat holatda DNK zanjiri bir-biridan ajralgan va tegishi sharoit asosida sodir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

Nuklein kislotalarning matritsa sintezida ishtirok etuvchi fermentlar DNK-yoki RNK-polimerazalardir. Ayrim holda i-RNK faqat oqsil sintezida matritsa bo'lmasdan, balki DNK biosintezi uchun ham qolip vazifasini bajarishi mumkin. Bunday jarayonni teskari transkriptaza

fermenti bajaradi. Biopolimerlarning matritsali uch xil sintezi uch bosqichdan iborat: a) initsiatsiya-ikki monomerdan polimerning boshlanishi; b) elongatsiya-polimer zanjirining uzayishi; v) terminatsiya-matritsali sintezning yakunlanishi. Prokariot va eukariot organizmlarda DNK ning sintezi bir xil bo'lishi kuzatiladi. Mazkur sintez asosida azotli asoslarning komplementarlik tizimi (A=T, G=S) bo'lib, bu jarayon har bir tur organizmning DNKsidagi nukleotid qatorini faqat ota-onasidagina bo'lmasdan, balki keyingi avlodlarga ham qat'iy bir xil holatda uzatilishini ta'minlaydi.

### 15.1.1. DNK sintezi (replikatsiya)

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



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

### Replikatsiyaning initsiatsiyasi

Hujayralarning bo'linishi DNK molekulasini replikatsiyasiga sababchi bo'ladi. DNK molekulasini ikkiga ajralishi xelikaza fermenti ta'sirida bo'ladi. Bu ferment DNK molekulasi orasida joylashib, zanjirni despirallab, ikkiga ajratadi. Mazkur jarayon ATF ishtirokida sodir bo'ladi.

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

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

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

#### Replikatsiyada qatnashuvchi oqsil xillari

10-jadval

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

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



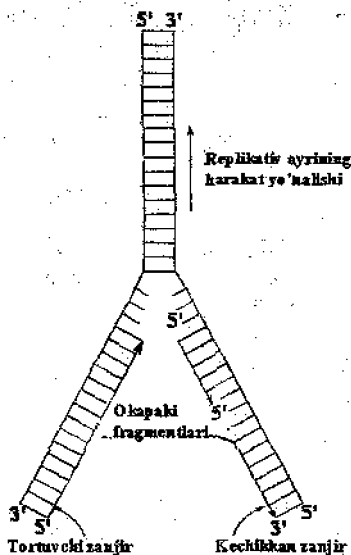
DNK-polimeraza III RNK fragmentiga bog'lanadi. Bu fragmentni praymer deb atalib uning shakllanishida praymaza ishtirok etadi.

Eukariotlarda ham bir necha xil DNK-polimerazalar aniqlangan ( $\alpha$ ,  $\epsilon$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ). Eukariot organizmlarda asosiy DNK-polimeraza ferment  $\delta$  hisoblanadi. DNK-polimeraza  $\beta$  prokariotlardagi DNK-polimeraza I ga o'xshaydi. DNK polimeraza  $\gamma$  mitoxondriya DNK sining sintezida ishtirok etadi.

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

### Replikatsiyaning elongatsiyasi

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



31-rasm  
Replikatsiya ayrisi

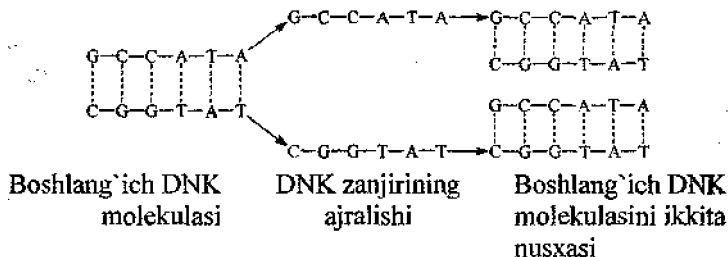
Praymerlar degradatsiyasida DNK-polimepaza I ishtirok etadi. Bu ferment polimeraza va nukleazalik xususiyatiga ega. Mazkur enzimdu ikkita markaz bo'lib, birinchisi praymerni degradatsiya qilsa, ikkinchisi esa DNK molekulasi sintezida hosil bo'lib qoladigan oraliq-bo'shliqlarni dezoksi-ribonukleozidfosfatlar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

### Replikatsiyaning terminatsiyasi

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

DNK-polimerazaning ta'sir qilish mexanizmi eukariot va prokariotlarda o'xshash bo'lsa ham, replikatsiya jarayonida ayrim farqlar bor. Eukariot xromosomalari chiziqli strukturaga ega bo'lib, ikki zanjirda replikon qismlari ko'p joylashgan. Shularga mos keladigan terminatorlar ham mavjud. Eukariotlarda DNK chiziqli bo'lishi, prokariot organizmlarida esa, halqa shaklda bo'lishi bilan farqlanadi. Yuqoridagilardan ma'lumki, DNK replikatsiyasi jarayonidagi boshlovchi zanjir to'liq holda replikatsiyalanadi. Ammo, kechikadigan zanjirdagi 3' tarafda joylashgan praymer parchalanib, DNK-polimeraza fermenti orqali replikatsiyaga uchramaydi. DNK zanjirining qisqarmasligini ta'minlaydigan xromosoma oxirida telomeralar deb ataluvchi qismlar

bo'lib, ular replikatsiyaga uchramaydilar. Aynan shu yerlarda DNK dagi praymer sintezlanadi va replikatsiyaning to'liq jarayoniga ta'sir qilmaydi. Telomera qayta sintezlanmaydigan nukleotid qoldiqlaridan iborat. Uning sintezida RNK matritsa sifatida xizmat qiladi. Maxsus ferment telomera teskari transkriptaza asosida telomer fragmentlarini xromosomalar bir butunligini saqlash uchun uning 3'-oxiriga ulaydi.



32-rasm. DNK replikatsiyasi

## DNK REPARATSIYASI

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

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

DNK molekulasidagi azot asoslarining turli xil kimyoviy alkilash asosida hosil bo'lgan metillangan birikmalari DNK-glikozilaza degan ferment guruhlarini orqali reparatsiya qilinadi. Shikastlangan nukleotidlardan azot asoslari ajratilsa ham, uglevod, fosfor qoldiqlari o'zgarmaydi.

Ajratilgan alkillingan azot asoslari o'rniga tabiiy azot asoslarini DNK glikozilaza fermentlar DNK zanjiriga bog'laydi.

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

### 15.1.2. RNK sintezi (transkripsiya)

Yuqorida ta'kidlanganidek, oqsil sintezi uchun DNK matritsa bo'la olmaydi. Oqsil sintezida genetik axborotni DNK dan oqsil sintezlovchi ribosomani maxsus RNK lar ta'minlaydi. RNK molekullari makroerg tutgan ATF, GTF, STF va UTF lardan DNK matritsasida, RNK-polimeraza fermentlari ishtirokida sintezlanadi. RNK zanjiri DNK molekulasining bir qismida komplementar tizim asosida sintezlanganligi uchun, ularning nukleotid qatori bir-birlariga mos keladi.

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

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

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

### Transkripsiyaning initsiatsiyasi

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

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

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

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

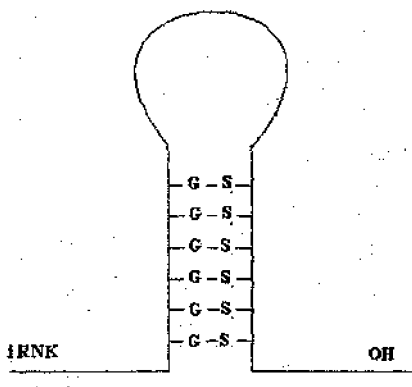
### Transkripsiyaning elongatsiyasi

DNK ning bir zanjirida i-RNK ning ma'lum qismi hosil bo'lishi bilan, RNK-polimerazaning muayyan subbirliklari DNK dan ajraladi. Kopfermenti esa i-RNK ni matritsada uzayishini davom ettiradi. Fermentning 5'-3' harakati davomida DNK-matritsadagi ajralgan nukleotid

qatorlari orasida qaytadan vodorod bog'lari hosil bo'ladi. Sintezlangan RNK prokariotlarda oqsil sintezi uchun ribosomaga jalb qilinadi. Eukariot hujayralarda esa yangi sintezlangan transkriptlar posttranskripsiyaviy modifikatsiyadan so'ng i-RNK shakllanadi.

### Transkripsiyaning terminatsiyasi

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



33-rasm. Terminatsiya saytidagi RNK shpilikasi.

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

Eukariotlarda transkripsiyaning terminatsiya yuritmasi oxirigacha hali aniqlanmagan. Taxmin qilinishicha, sintezlanayotgan genning oxirgi 3'-OH tomonida RNK-polimeraza fermenti bilan stop-oqsil bog'lanib, transkripsiyani sekinlashtiradi. O'z navbatida ferment terminal nukleotidlar sintezlanib, ular esa sintezlangan RNK ni matritsadan ajratadi. Hosil bo'lgan RNK dagi terminal nukleotidlar ekzonukleaza fermenti

orqali ajratiladi. Polimeraza enzimi orqali 150-200 nukleotidli poliadenil zanjir (poli A) RNK ga bog`lanadi.

### **RNK ning protsessingi**

Matriksdan ajralib yangi sintezlangan transkriptlar posttranskripsion protsessing deb ataluvchi o`zgarishga yuz tutadi. Transport RNK va r-RNK molekulalarining boshlang`ich protsessingida ekzonukleaza fermentlaridan saqlanish uchun ular metillanadilar. Eukariot organizmlarda hosil bo`lgan matriksa yoki i-RNK lar murakkab protsessinglar jarayonida shakllanadi.

Boshlanishida i-RNK oxiridan 15 nukleotid ajralib, poliadenilat-polimeraza fermenti ishtirokida poliadenil nukleotidlari (poli A) sintezlanadi. RNK-polimeraza II 5' tomonga 7-metil guanozinni ulab KEP ni shakllantiradi. Bunday i-RNK ning modifikatsiyasi ekzonukleaza fermentlarining ta'siridan saqlanishga qaratilgan bo`lsa, qo`shimcha yana i-RNK ni sitoplazmaga chiqarishga va ribosoma bilan bog`lanishiga yordam beradi. Informatsiya RNK ning poli A qismi yangi sintezlangan transkriptlarni stabil holatga keltiradi.

Yadroda sintezlangan RNK ni ko`p qismi ma'nosiz bo`lib, ularni intronlar deyilib, i-RNKning shakllanishida mazkur bo`limlar ajratiladi. Matriksali RNK translyatsiyada ishtirok etuvchi ma'noli qismini esa ekzonlar deb ataladi. Yangi sintezlangan i-RNK dagi intronlarni ajratilishi va ekzonlarning ulanish jarayonini splaysing deyiladi. Splaysing jarayonini amalga oshiruvchi omillar sifatida yadroviy RNK lar xizmat qiladi va ular fermentativ xususiyatga ega. Ular ribozimlar deyiladi. Ularning oxirgi yopishqoq qismlari bo`lib, intronlar bilan komplementar holda bo`ladilar.

Kichik molekulali, yadroviy RNKlar maxsus oqsillar bilan kompleks holda bo`lib, bularni splaysosomalar deb ataladi. Xuddi shu kompleks i-RNK molekulasidagi intronlarni qirqib, ekzonlarni ulashda ishtirok etadi. Ekzonlarni bir-birlari bilan ulashni RNK-ligaza fermentlari bajaradi. Ular splaysosoma tarkibida bo`ladi.

Mazkur muammoning hal qilinishi quyidagi ikkita muhim ilmiy kashfiyotga sababchi bo`ldi:

- ribozimlar splaysosoma tarkibidagi oqsillarning yordamisiz o`zlari mustaqil ravishda intronlarni qirqish xususiyatiga ega. Demak, ular katalitik- fermentativ xususiyatiga ega ekanligi aniqlandi. Ularning bunday unikal xossasi, fermentlar haqidagi ma'lumotlarni yanada kengaytirishga xizmat qiladi. Chunki biz biologik kataliz faqat oqsil-ferment orqali amalga oshadi degan g`oyaga asoslanar edik.

• birlamchi transkriptda bir necha i-RNK haqida axborot bo'lsa tabiiy bir qancha splaysing va turli xil shakllanadigan i-RNK variantlari bo'lishi mumkin. Bunday splaysinglar alternativ deb atalib, ular transkripsiyani regulyatsiyasida katta ahamiyat kasb etadi.

• protsessing nihoyasiga yetib, shakllangan i-RNK sitoplazmayga maxsus oqsil-informoferlar orqali ko'chiriladi.

### Sinov savollari

1. Nuklein kislotalar almashinuvining organizmga ahamiyati.
2. Nuklein kislotalarni gidrolizlovchi ferment guruhlari.
3. Nuklein kislotalarning fosforilitik parchalanishi.
4. Restriktaza fermentlarining ta'sir qilish mexanizmi va ularning genetik injeneriyadagi ahamiyati.
5. Matritsa asosida sintezlanadigan reaksiya turlari.
6. Teskari transkriptaza fermentining ta'siri va ahamiyati.
7. DNK sintezida ishtirok etuvchi omillar.
8. Replikatsiyaning initsiatsiyasi.
9. Topoizomeraza (giraza) fermentlarining ta'sir doirasi.
10. Replikatsiyada qatnashuvchi oqsil xillari.
11. DNK-polimeraza xillari va ularning roli.
12. Replikatsiyaning elongatsiyasi.
13. Okazaki bo'lakchalari-fragmentlarining vazifasi.
14. DNK reparatsiyasi.
15. Qanday omillar ta'sirida DNK molekulasida o'zgarishlar yuz beradi?
16. Mutatsiya xillari.
17. Qanday jarayon transkripsiya deb ataladi?
18. RNK sintezida ishtirok etuvchi ferment xillari.
19. DNK-ning promotori RNK sintezida qanday vazifani bajaradi?
20. Transkripsiyaning elongatsiyasi.
21. Transkripsiyaning terminatsiyasi.
22. RNK-ning protssesingi.
23. RNK protssesingini amalga oshiruvchi fermentlar.
24. Ribozimlarning vazifasi va o'ziga xos xususiyati.

### Nuklein kislotalar almashinuviga oid testlar

1. Nuklein kislotalarni parchalovchi fermentlar:  
a) peptidazalar; b) lipazalar; v) nukleazalar; g) amilazalar.
2. Nukleotidlarni parchalovchi fermentlar:  
a) nukleazalar; b) nukleotidazalar;  
v) nukleozidazalar; g) nukleozidfosforilazalar.



3. Nukleozidlarni parchalovchi fermentlar:
- a) nukleazalar;                      b) nukleotidazalar  
v) nukleozidazalar;                g) nukleozidforilazalar.
4. DNK molekulasi qanday vazifalarni bajaradi:
- a) genetik axborotni saqlashda;  
b) genetik axborotni yadrodan sitoplazmaga uzatishda qatnashadi;  
v) genetik axborotni yaratishda ishtirok etadi;  
g) genetik axborotni translyatsiyasida qatnashadi.
5. Genetik axborotni uzatish usullari:
- a) replikatsiya; b) transkripsiya; v) translyatsiya; g) terminatsiya.
6. Replikatsiyani hujayradagi turlari:
- a) konservativ; b) polukonservativ; v) dispersiv; g) reparativ.
7. Transkripsiya jarayonida ishtirok etuvchi omillar:
- a) DNK ning bitta zanjiri; b) DNK ning ikkita zanjiri;  
v) dezoksinukleozidtrifosfatlar; g) DNK-sintetaza
8. Ikki zanjirli DNK molekulasini ajratuvchi oqsillar:
- a) RNK-polimeraza; b) DNK-polimeraza; v) DNK-xelikaza;  
g) DNK-ligaza.
9. DNK molekulasini ikkiga ajralishida qaysi oqsil ishtirok etmaydi:
- a) ribonukleaza H;                      b) DNK bog'lovchi oqsillar;  
v) DNK-xelikaza;                      g) topoizomeraza.
10. Replikatsiyaning initsiatsiyasida ishtirok etuvchi fermentlar:
- a) RNK ga bog'liq RNK-polimeraza; b) DNK ga bog'liq RNK polimeraza (DNK-praymaza); v) DNK-polimeraza I;  
g) DNK-xelikaza.
11. DNK-xelikazaning vazifasi:
- a) DNK molekulasining spiral holatini amalga oshiradi.  
b) DNK spiralini mustahkamlaydi; v) DNK ni metillantiradi;  
g) DNK molekulasidagi azot asoslari o'rtasidagi vodorod bog'larini uzadi.
12. DNK molekulasidagi boshlovchi qismining sintezlovchi ferment:
- a) DNK-ligaza;                              b) DNK-polimeraza I;  
v) DNK-polimeraza II;                      g) RNK-polimeraza.
13. Nuklein kislotalar sintezida ishtirok etuvchi nukleotidlar:
- a) nukleozidmonofosfatlar;              b) nukleoziddifosfatlar;  
v) nukleozidtrifosfatlar;                g) nukleozidlar.
14. Transkripsiyaning amalga oshiruvchi ferment:
- a) DNK polimeraza III;                  b) ribonukleaza H;  
v) RNK polimeraza;                      g) DNK-praymaza.

15. Ribozimlar fermentativ xususiyatga egami?

- a) ega emas; b) fermentlik xususiyatiga ega; v) oqsil bo'lmaganligi uchun katalitik xususiyati yo'q; g) faqat oqsillarni sintezlaydi.

16. Splaysosomaning vazifasi:

- a) intronlarni kesib, ekzonlarni ulaydi;  
b) transkripsiyada ishtirok etadi; v) i-RNK ni mustahkamlaydi.

17. RNK ning posttranskripsion protsessingi:

- a) i-RNK matritsadan ajralib, keyingi kimyoviy o'zgarishlari;  
b) RNK ning ribosomaga harakati; v) tripletlarning stabil holatga kelishi; g) oqsil sintezining boshlanishi.

18. Prokariotlarda RNK ning terminatsiyasida ishtirok etuvchi oqsillar:

- a) maxsus oqsil (p-oqsil); b) RNK-polimeraza;  
v) DNK-polimeraza; g) RNK-sintetaza.

19. Shakllangan i-RNK ni ribosomaga ko'chirilishi qanday moddalar orqali amalga oshadi?

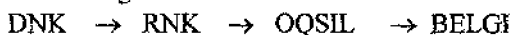
- a) oqsil-informoferlar orqali; b) fermentlar orqali;  
v) ATF orqali; g) ionlar orqali.

## XVI BOB

### OQSILLAR BIOSINTEZI (TRANSLYATSIYA)

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

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



Ma'lumki, sochimiz va terimizning rangi melonin degan pigmentga bog'liq bo'lib, albinoslarda u bo'lmaydi. Melonin sintezi oqsil - ferment tirozinazaga bog'liq. Mazkur oqsilning mutatsiyasi yoki inaktivatsiyasi albinoslarning paydo bo'lishiga sababchi bo'ladi. Oqsillarga bog'liq bunday jarayonlarni organizmda juda ko'p kuzatish mumkin.

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

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

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

- ribosomalar-nukleoprotein zarralari bo'lib, tarkibida 60% ribosom RNK va 40% oqsil mavjud. Uzunligi 160Å, diametri 250Å, molekulyar massasi 4 mln. Bir qancha ribosomlar to'plami poliribosoma yoki polisomalar deb ataladi;
- matritsa RNK;
- transport RNK;

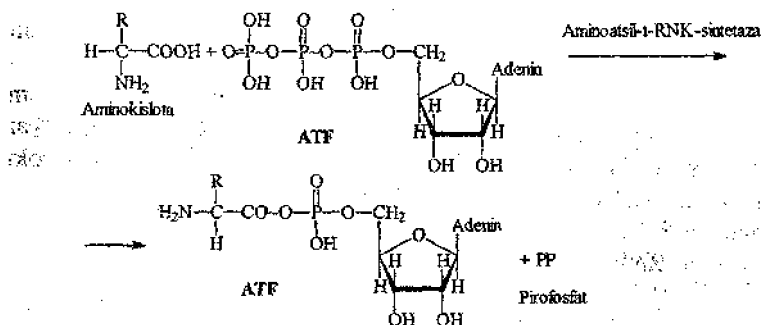
- oqsil sintezidagi bosqichlar bo'lmish initsiatsiya, elongatsiya, terminatsiya va translyatsiya jarayonlarini amalga oshiruvchi oqsillar va fermentlar;
- proteinogenli aminokislotalar;
- aminoatsil-t-RNK larni hosil qiluvchi aminoatsil-t-RNK-sintetaza fermentlari;
- makroergli nukleozidtrifosfatlar ATF va GTF;
- $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $NH_4^+$  ionlari.

Oqsil biosintezida 200 dan ortiq makromolekulalar ishtirok etadi. Bular oqsillar va nuklein kislotalari bo'lib, faqat aminokislotalarni faollashtirish va tashilishi uchun 100 ta makromolekulalar zarurligi aniqlangan. Ribosoma 60 xil makromolekuladan tashkil topib, translyatsiyada 10 dan ortiq oqsil turlari ishtirok etadi.

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

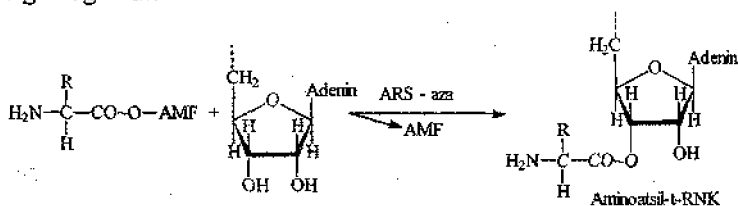
### 16.1. Aminokislotalarning faollashuvi va rekognitsiyasi

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



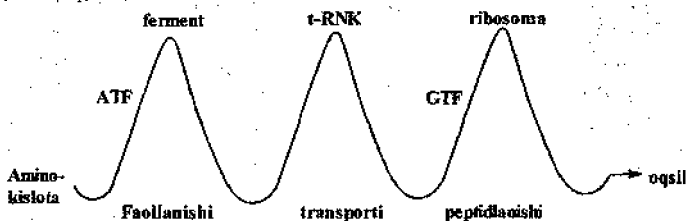
Formuladan ma'lumki, aminoatsiladenilat aminokislotaning anhidridi, fosfor kislotasining qoldig'i adenozin-5-fosfatdan iborat. Anhidrid bog'ini hosil qilishda kislorodning donori sifatida aminokislotani karboksil guruhi xizmat qiladi. Anhidrid holatdagi aminoatsiladenilatlar juda osonlik bilan keyingi reaksiyalarga kirishadi. Har bir aminokislotaning o'ziga xos ARS-azalari borligi yuqorida ta'kidlangan edi. Ushbu reaksiyada yana pirofosfat ham hosil bo'ladi. Hujayra suyuqligida pirofosfataza fermenti borligi tufayli pirofosfat tezda gidrolizga uchraydi. Shuning uchun, aminoatsiladenilatni hosil bo'lishi qaytalama bo'lmasdan, bir tomonlama reaksiyadir.

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



Uzoq vaqtlar davomida aminoatsil guruhi faqat adenindagi ribozaning 3'-uglerod atomiga bog'lanadi, deb kelar edik. Keyinchalik ma'lum bo'lishicha, shunday vazifani ribozadagi 2'-uglerod atomi ham bajarishi mumkin ekanligi aniqlandi. Jumladan, fenilalanin, leysin va izoleysinlar qoldiqlari ribozaning 2'-uglerod atomidagi gidroksil guruhiga ARS-aza orqali bog'lanadi. Serin va treonin aminokislotalari ribozaning 3'-uglerod atomiga bog'lanadilar. Tirozin va sisteinlar esa ribozaning 2'-va 3'-uglerod atomidagi gidroksilga bog'lanadilar. Aminoatsil-t-RNK ribozaning 2'-uglerod atomidan 3'-uglerod atomiga va teskari tomonga ko'chirilishi mumkin.

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



33-rasm. Oqsil sintezida aminokislotalarni har xil bosqichlardan o'tishini ko'rsatuvchi chizma.

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

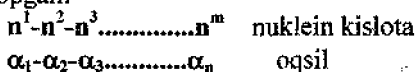
Hujayrada oddiy holatda ribosomalar faol bo'lmay, subbirlaklari birga assotsiatsiya holatida bo'lmay, ajralgan ko'rinishda bo'ladilar. Transkripsiya jarayonida hosil bo'lgan i-RNK ribosomaga bog'langandan so'ng u faol holatiga o'tadi. Ribosomalar faol holatda oqsillarni genetik kod asosida sintezlaydi.

## 16.2. Genetik kod

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

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

Nuklein kislotalar nukleotidlardan, oqsil esa aminokislotalardan tashkil topgan:



Oqsildagi aminokislotalarning ketma-ket joylanish tartibi, nuklein kislotalardagi nukleotidlarning muayyan joylashgan o'rniga bog'liq. Nuklein kislotalardagi nukleotid o'rnini o'zgarsa, oqsildagi aminokislota qatori ham o'zgaradi. Ko'pchilikka ma'lumki, Morze alifbosi orqali xabarlar va telegrammalar shaharlardan shaharlarga uzatiladi. Morze alifbosining harflari qisqa va uzun belgilardan, ya'ni nuqta, tirelardan iborat. Masalan, A harfi • - - belgisi, B esa - - - - bilan belgilanadi. Shartli belgilarni yig'indisi kodga misol bo'ladi. Bu yerda ham harflarning ko'rinishi nuqta, tirelarning joylanishiga bog'liq. Yuqoridagi misollarga asosan bir obyektning ko'rinishi (oqsildagi aminokislotalarning joylanishi, Morze alifbosi bo'yicha harflarning ko'rinishi) ikkinchisilikiga (nuklein kislotalardagi nukleotidlarga, Morze alifbosidagi nuqta, tirelarga) bog'liq bo'lsa, kibernetikada kodlanish tizimi deyiladi.

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

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

Tajribalar tufayli, oqsil tarkibida uchraydigan barcha aminokislotalarni ifodalovchi tripletlar aniqlandi. Keyinchalik F.Krik ularni juftlab, shu asosda genetik kod lug'atini tuzdi (13-jadval). Jadvalda keltirilgan 64 ta tripletlar oqsil sintezini boshlovchi va tugallanishini ta'minlovchi tripletlar borligi aniqlandi. Bir aminokislota ifodalovchi tripletlar bir-biriga o'xshash bo'ladi. Masalan, valin aminokislotasini ifodalovchi tripletlarning barchasi GU dupleti bilan boshlangan. Bunday hollarda kod tripletlar yordamida ifodalansa ham, lekin aminokislotalar-ni

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

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

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

### Genetik kod jadvali

13-jadval

Aminokislotalar	Kodlovchi tripletlar-kodonlar
Alanin	GSU GSS GSA GSG
Argenin	SGU SGS SGA SGG AGA AGG
Asparagin	AAU AAS
Asparagin kislota	GAU GAS
Valin	GUU GUS GUA GUG
Gistidin	SAU SAS
Glitsin	GGU GGS GGA GGG
Glyutamin	SAA SAG
Glyutamin kislota	GAA GAG
Izoleysin	AUU AUS AUA



Leysin	SUU SUS SUA SUG UUA UUG
Lizin	AAA AAG
Metionin	AUG
Prolin	SSU SSS SSA SSG
Serin	USU USS USA USG AGU AGS
Tirozin	UAG UAS
Treonin	ASU ASS ASA ASG
Triptofan	UGG
Fenilalanin	UUU UUS
Sistin	UGU UGS
Tinisch belgilari	UGA UAG UAA

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

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

- genetik kod triplet bo'lib, bitta aminokislotalarni uchta nukleotid kodlaydi;
- triplet kodlari faqat bitta aminokislotalarni ifodalaydigan o'ziga xos, spetsifik xususiyatga ega;
- bitta aminokislotalarni bir nechta tripletlar orqali kodlanadigan "asldan chekinish" xususiyatiga ega;
- genetik kod barcha tirik organizmlar uchun bir xil – universaldir.
- barcha organizmlarda kod chiziqli, bir tomonlama va bir-birini qoplamaydi.

Genetik informatsiyaning boshlanishi va oxirgi nuqtalariga ega;

- genetik kodning asosiy qismi tinish belgilariga ega emas. Triplet kodlar

o'rtasida ularni bir-biridan ajratuvchi nuqta, vergul, tirelar bo'lmaydi.

### 16.3. Translyatsiyaning initsiatsiyasi

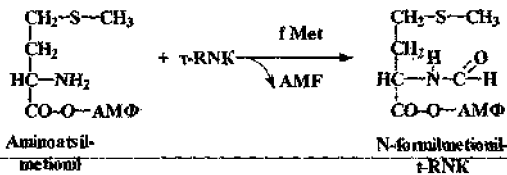
Oqsil sintezlovchi mikrofabrika bo'lmish ribosomlar DNK dan genetik axborot i-RNK (kod) va oqsil sifatidagi omillarni qabul qilgandan

so'ng, murakkab jarayon bo'lgan oqsil sintezini boshlang'ich bosqich boshlanadi.

To'liq ribosoma hosil bo'lganda uning tarkibida ikkita translyatsiy markazlari – donorli (peptidil, P-markaz) va akseptorli (aminoatsil, A, markaz) markaz shakllanadi (34-rasm).

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

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

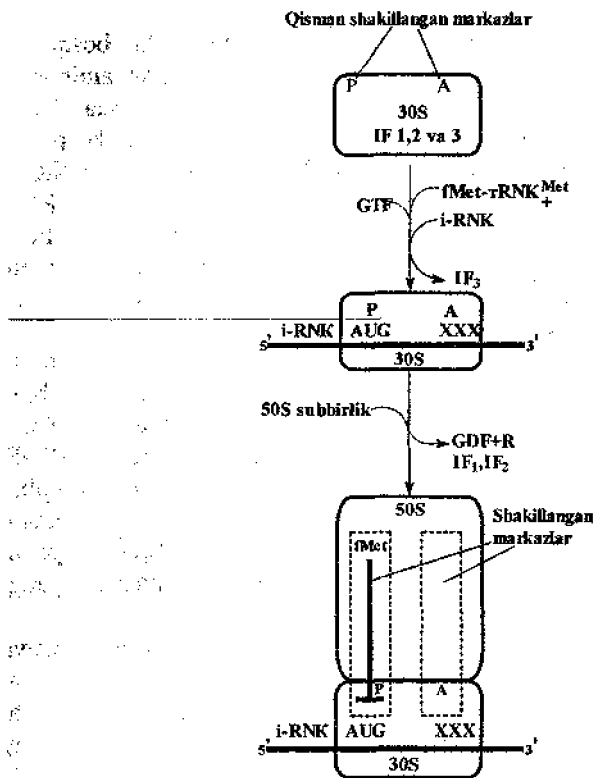


Prokariotlarda initsirlovchi kodonlar sifatida AUG, GUG, ayrim vaqtlarda UUG lar bo'lib, ular translyatsiyaning initsiatsiyasida t-RNK dagi 3<sup>1</sup>-UAS antikodon bilan bog'lanadi.

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

- 30S ribosoma  $IF_3$  bilan bog'lanadi;
- 30S- $IF_3$  kompleksiga initsiatsiya faktori  $IF_1$  bog'lanib, kichik initsiatsiya kompleksi shakllanadi;
- bir vaqtning o'zida fMet-t-RNK<sup>fMet</sup>, GTF va  $IF_2$  lar bilan assotsiatsiya hosil qilishi, ikkinchi kichik initsiatsiya kompleksining shakllanishiga sababchi bo'ladi;
- 30S- $IF_1$ - $IF_2$  kompleksi i-RNK ning 5' tomonidagi initsiatsiy kodoni bilan bog'lanadi. Hosil bo'lgan 30S- $IF_1$ - $IF_2$ -i-RNK kompleks keyinchalik R-markazga aylanadi.

• ikkita kichik initsirlovchi komplekslarning o'zaro qo'shilishidan quyidagi katta struktura shakllanadi: 30S-IF<sub>1</sub>-IF<sub>2</sub>-IF<sub>3</sub>-i-RNK-fMet-RNK<sup>fMet</sup>-GTF. Mazkur kompleks 50S ribosom bilan bog'lanib, faol oqsil sintezlovchi tizimni shakllantiradi. Ribosoma tarkibiga kiruvchi 30S va 50S subbirlklar o'zaro bog'langandan so'ng, peptidil va aminoatsil markazlar to'liq shakllanadi. Shunday holatda P-markazda i-RNK ning initsirlovchi kodonida komplementar bog'langan fMet-t-RNK<sup>fMet</sup> bo'lib, aminoatsil markazda esa navbatdagi aminokislotaning kodoni to'g'ri keladi.



34-rasm. To'liq ribosoma va translyatsiya initsiatsiyasining tarkibi

### 16.3.1. Translyatsiyaning elongatsiyasi

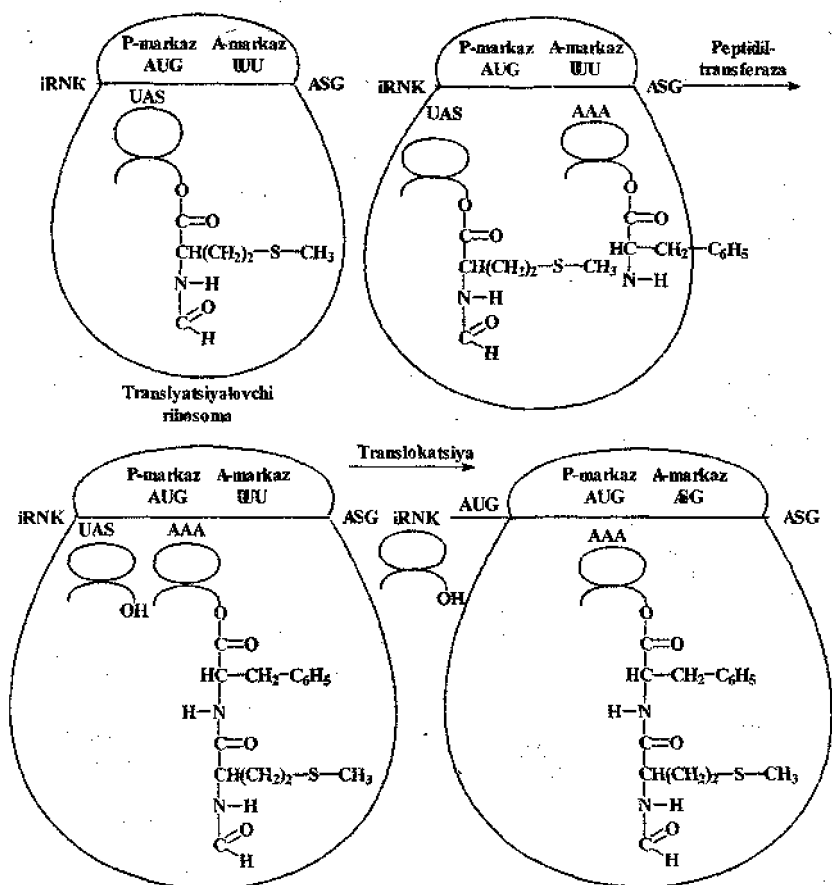
To'liq shakllangan ribosomada polipeptidning hosil bo'lishi va uning uzunasiga ko'payish jarayoni sodir bo'ladi. Bu jarayonda GTF va yana

oqsil tabiatli uchlik elongatsiya omili ishtirok etadi. Ular prokariotlarda quyidagicha belgilanadi: EF-T<sub>1</sub>, EF-T<sub>2</sub> va EF-G yoki ularni qisqa belgilar orqali ham ifodalash mumkin: T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> va G. Elongatsiya omillaridan T<sub>1</sub>, GTF va sitoplazmadagi aminoatsil-t-RNK bilan bog'lanadi. Bir necha qismlar tashkil topgan kompleks to'liq ribosomadagi A-markazga ko'chiriladi. Bu yerda i-RNK dagi kodon, t-RNK tarkibidagi antikodon bilan bog'lanadi. U oqsil omili gidrolizlaydigan GTF-aza xususiyatiga ega. Demak, oqsil omillari aminoatsil-t-RNK ni i-RNK dagi maxsus kodonga bog'lashda va ribosomani i-RNK bo'ylab harakatini ta'minlaydi. 50S ribosoma tarkibidagi oqsil-ferment peptidiltransferaza polipeptid zanjirin uzaytirishda ishtirok etadi.

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

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

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



Translyatsiyalovchi ribosoma

Translokatsiya

35-rasm. Ribosomada oqsil biosintezi (elongatsiya bosqichi)

### 16.3.2. Poli-peptid zanjirining terminatsiyasi

Terminatsiya jarayonida sintezlangan poli-peptid zanjiri ribosomadan ajraladi. Bu jarayonni oqsil tabiatli omillar va ferment peptidilesteraza bajaradi. Terminatsiya bosqichini GTP energiya bilan ta'minlaydi.

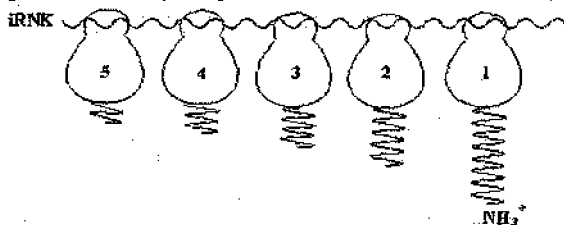
Informatsiya RNK molekulasida axborot uzatmaydigan kodonlar bo'lib, ularni ma'nosiz yoki terminatorlar deb ataladi. Shunday STOP-kodonlarga UAA, UAG, UGA tripletlar kiradi. Mazkur kodonlarning t-RNK dagi antikodonlari bilan komplementar holda bog'lanmaydilar. Shuning uchun, ribosoma shu kodonlarga yetganda oqsil sintezi to'xtaydi.

A-markazga  $\alpha$ -t-RNK o'miga terminatsiyaga sabab bo'luvchi oqsillar RF<sub>1</sub> va RF<sub>2</sub>, qo'shimcha yana RRF (Ribosome relase factor) omillarining bog'lanishi ham peptid bog'larini hosil bo'lishini nihoyasiga yetkazadi.

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

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

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



36-rasm. Poliribosoma.

Poliribosomada sintezlangan oqsil bir nechta nusxada bo'lib, polipeptid zanjirining qayta sintezlanishiga hojat qolmaydi. Polisom kompleksining hajmi

i-RNK molekulasi bog'liq. Informatsiya RNK molekulasi bir nechta ming nukleotid qoldig'idan iborat bo'lsa, ribosomalar kompleksi 50-100 atrofida bo'ladi. Ribosomada oqsilning sintezi tez suratlarda davom etib, har soniyada yuzlab aminokislotalar bir-birlari bilan bog'lanadilar.

#### 16.4. Oqsillarning protssesingi va transporti

Ribosomada qimmatli oqsillar hamma vaqt ham to'liq sintezlanmay, nativ strukturaga ega bo'lmaydi. Ribosomadan ajralgan oqsillar shakllanib, to'liq qimmatli bo'lish jarayonini ularning yetilishi yoki protssesingi deb ataladi.

Oqsillar ribosomani o'zida qisman ikkilamchi strukturaga aylana boshlaydi. Oqsillar tarkibida aminokislotalar soni 25-30 ga yetganda polipeptid ribosomaning N-tarafidan ajralib, uning zanjir shakliga o'ralishi sitoplazmada davom etadi. Polipeptid zanjirining o'ralishi, turli xil strukturaga aylanishida hujayra suyuqligidagi maxsus oqsillar-shapironlar ishtirok etadi. Membrana va sekretor oqsillari sintezlanganda polipeptidning N-tomonida 10-30 aminokislotali qoldiq signalli qator bo'lib, ular gidrofob aminokislotalardan tashkil topgan.

Hujayrada erkin va membrana bilan bog'langan ribosomalar bo'lib, ularning endoplazmatik ritikulum (ER) bilan bog'lanishi polipeptidning signal qatori orqali amalga oshadi. ER membranasida ikkita glikoprotein kompleksi bo'lib, ularni riboforinlar deyiladi. Ular polipeptidning signalli qatori bilan bog'langan holda bo'ladi. Sitoplazmada signalni aniqlovchi strukturalar mavjud bo'lib, u 11S ribonukleoproteindan tashkil topgan. Ular polipeptidning signal qatori bilan bog'langanida elongatsiya vaqtincha to'xtaydi. Sintezlanayotgan polipeptid signal aniqlovchi struktura bilan birgalikda ER membranasidagi riboforinlar bilan bog'langanida mazkur kompleks asosida membranada kanal hosil bo'lib, uni translokon deb ataladi. Shu vaqtdan boshlab elongatsiya yana qaytadan takrorlanib, sintezlanayotgan polipeptid ER membranasidan ajraladi. Ferment proteaza (signalaza) ta'sirida polipeptid zanjiri sintezlangandan so'ng, signalli qator undan uziladi, yangi sintezlangan oqsil esa posttranslyatsiyali modifikatsiyaga yoki protssesing jarayoniga uchraydi. Yangi sintezlangan sekretor va membranali oqsillar protssesingga va hujayraning muayyan kompartmentlariga transport qilinadi.

Polipeptid zanjirining hosil bo'lishida yoki sintez tugashida qandaydir vaziyatda oqsil uning aminokislotalar tarkibini belgilaydigan nativ konformatsiyaga ega bo'ladi, ya'ni matritsa RNK dagi bir o'lchamli genetik axborot yangi sintezlangan polipeptidning o'ziga xos uch o'lchamli strukturaga aylantiradi. Turli xil oqsillarda protssesing jarayoni bir xil ketmasa ham, ulardagi umumiylikni quyidagicha ta'riflash mumkin:

- polipeptid zanjirining turli xil yerlardagi sistein qoldiqlari orasidagi disulfid bog'larining hosil bo'lishi;

- sintezlangan polipeptid zanjiridagi maxsus peptid bog'larining uzilishi natijasida ulardan bir qismi parchalanib, qolgan bo'lagi esa haqiqiy oqsilga aylanadi;
- sintezlangan oqsilga prostetik guruhlarining (uglevodlar, lipidlar, kofermentlar va boshqalar) bog'lanishi natijasida murakkab oqsillar va fermentlar hosil bo'ladi;
- oqsillarning ayrim qismlaridagi aminokislotalarning radikallari kimyoviy modifikatsiyaga uchraydi (fosforlanish, metillanish, gidroksillanish, karboksillanish, yodlanish va boshqalar);
- oqsillarning to'rtlamchi strukturasi hosil qilish uchun polipeptid subbirliklari o'zaro assotsiatsiyalanishi lozim;
- Golji apparati to'liq qimmatli va defektli oqsillarni bir-birlaridan saralovchi depo xisoblanadi. Defektli oqsillar lizosomalarga ko'chirilib, u yerda aminokislotalargacha gidrolizlanadi. Normal oqsillar sekretor granulalarga tushib, Golji apparatidan ajralib, sitoplazmatik membranaga diffundirlanadi. Ekzositoz usuli orqali oqsillar hujayraaro bo'shliqlarga ham yetkaziladi;
- yangi sintezlangan oqsillar aksariyat, muayyan manzilli bo'ladi. Ayrimlari sitoplazmada, yana bir xillari membranalariga, hujayraaro suyuqliklarga va bo'lak kompartmentlarga ko'chiriladi.

### 16.5. Oqsil sintezining boshqarilishi

Oqsil sintezi murakkab, ko'p bosqichli jarayon bo'lib, DNK, RNK va bevosita oqsil-sintezlovchi tizimning funksional holatiga bog'liq. Yuqoridan ma'lumki, oqsil sintezida uch xil RNK ishtirok etadi. Demak, transkripsiya jarayoni oqsil sintezi faolligini belgilovchi asosiy omildir. Genlarning ekspressiyasi transkripsiyani tezlashtiradi, repressiyasi esa mazkur jarayonni sekinlashtiradi.

Ribosomada oqsillar sintezini nazorat mexanizmini tushuntirish uchun 1961 yil ikki fransuz olimlari F.Jakob va J.Mono genlar induksiyasi va repressiya nazariyasini taklif qildilar.

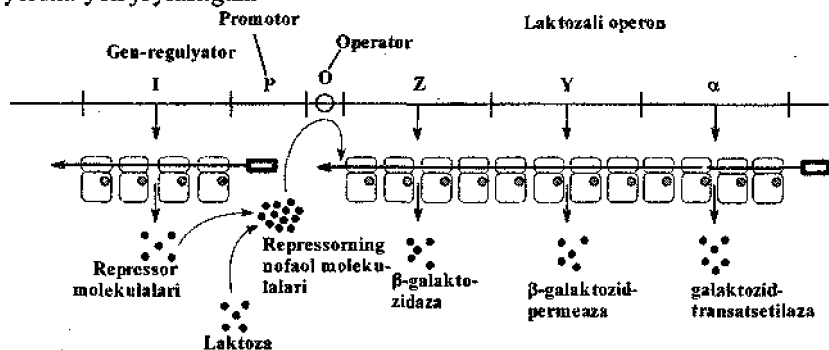
Olimlar E.Coli ning  $\beta$ -galaktozidaza faolligini induksiyasini tadqiq qilish asosida operon gipotezasini ishlab chiqqanlar.

DNK- molekulasida muayyan chegaralangan sgment-qismlar bo'lib, ular i-RNK molekulasini sintezlashda ishtirok etib, ularni strukturali genlar yoki operon deb ataladi.

Jakob va Mono o'z tajribalarida o'rgangan laktozani induksiyalaydigan uchta ferment  $\beta$ -galaktozidaza, bu ferment laktozani glyukoza va galaktozaga parchalaydi. Ikkinchi ferment galaktozidpermeaza



bo'lib, u laktozani hujayra membranasiidan ko'chiradi. Uchinchi ferment galaktozidtransatsetilaza atsetil qoldig'ini galaktozaga yetkazadi. Bu genlarni z, y va  $\alpha$  deb atalib, ular ichak tayoqchasi xromosomasida yonma-yon joylashgan.



37-rasm. Lac. Operonning tuzilishi.

Operon strukturali genlardan tashqari o'z tarkibida gen-operator, gen-regulyator bo'lib, oxirgisi oqsil tabiatli repressorni kodlaydi. Gen-operatorga yondosh holda promotor joylashgan. Bu qism transkripsiyaning initsiatsiyasini boshlang'ich sayti hisoblanadi. Oqsil-repressor gen-operator bilan bog'langanida promotor faoliyati qisman to'xtatiladi. Bu jarayon o'z faoliyatida RNK-polimeraza fermentini promotorga bog'lanishiga imkoniyat bermaydi, natijada transkripsiya to'xtatiladi.

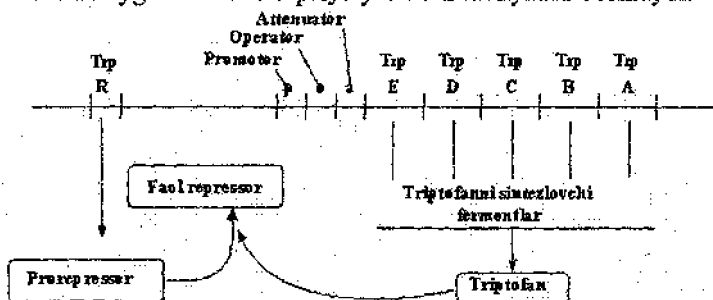
Hujayrada  $\beta$ -galaktozidazaning hosil bo'lishi laktozani gidrolizlanishiga sababchi bo'ladi. Natijada energiya manbai bo'lgan glyukozaning to'planishiga olib keladi. Provardida, transkripsiyaning tezligi va  $\beta$ -galaktozidazaning sintezi laktoza repressor (induktorini) miqdorini kamaytirib, Lac-operonning faoliyati esa repressiyaga uchraydi. Shunday qilib, genlarning regulyatsiyasi teskari bog'lanish tizimi orqali amalga oshadi. Mazkur jarayonda markaziy o'rinni oqsil-repressor egallaydi. U 4-ta subbirlik va ikkita bog'lovchi markazdan iborat. Ular laktoza induktori va gen-operator bilan bog'lanadilar. Mazkur markazlar bir vaqtda faoliyat ko'rsatmay, balki navbat bilan ishlaydi. Agar oqsil-repressor induktor yoki gen-operator bilan bog'langan bo'lsa, induksiya boshlanadi, yoki Lac-operonning faoliyati repressiyaga uchraydi.

Operon vazifasining boshqarilish usullarini yana bir xili aniqlangan. Bakteriyaning glyukozali muhitda o'stirilsa, laktozali operon faoliyat ko'rsatmaydi. Bu jarayonda muayyan mahsulot glyukozani parchalovchi

katobolit bu jarayonni repressiyalaydi. Ma'lum bo'lishicha, RNK-polimeraza maxsus oqsil CAP (catabolite gene activation protein) orqali promotorga bog'lanadi. Mazkur sAMF bilan bog'langan kompleks katobolit genlarini faollashtiradi. Glyukozaning katoboliti sAMF ni hosil qilishda ishtirok etadigan adenilsiklaza fermentini ingibirlash natijasida kompleks shakllanmaydi, laktozali operon induksiyaga uchramaydi. Shunday qilib, transkripsiyaning faoliyati CAP-sAMF kopleksini promotor bilan bog'lanishiga bog'liq.

Laktozali operonda  $\beta$ -galaktozidazaning substrati laktoza bo'lib, u oqsil-repressorni inaktivatsiya holatiga keltirishi natijasida fermentning sintezi boshlanib, operonning faoliyati tiklanadi. Fermentlar sintezini regulyatsiyasi boshqacha usulda ham amalga oshishi mumkin. Jumladan, bakteriyada aminokislota triptofanning sintezida qatnashadigan ferment faoliyatida kuzatish mumkin. Bu jarayon quyidagicha sodir bo'ladi. Oqsil-repressor faol bo'lmagan pre-repressor holda sintezlanadi. Fermentning oxirgi mahsuloti bo'lgan triptofan oqsil-repressorni faollashtiruvchi omil bo'lib, u gen-operator bilan bog'langanida transkripsiyani to'xtatadi (38-rasm).

Regulyatsiyaning yana bir mexanizmi bu transkripsiya faoliyatini pasaytiruvchi jarayon bo'lib, buni attenuatsiya deyiladi. Bakteriya hujayrasining birinchi strukturali gen bilan gen-operator o'rtasida 140-150 nukleotid qoldig'idan tashkil topgan joyda yetakchi, lider attenuator qatori joylashgan. Oxirgi mahsulot, jumladan triptofan yig'ilganda va RNK-polimeraza attenuatorga yetganida operon o'z faoliyatini to'xtatadi. Oxirgi mahsulot kamayganida transkripsiya yana o'z faoliyatini boshlaydi.



38-rasm. Triptofan operonining tuzilishi

Prokariot organizmlarda regulyator jarayoni transkripsiya, translyatsiya jarayoniga nisbatan asosiy rol o'ynaydi.

Transkripsiya bosqichidagi regulyatorlik mexanizmlari prokariot va eukariot organizmlari o'rtasida umumiy o'xshashliklarni kuzatish mumkin. Bular o'rtasida ayrim farqlar ham bor. Jumladan, eukariot hujayralari uchun genlarning amplifikatsiyasi va ularning joylanishi o'ziga xos xususiyatga ega. Ko'rsatilgan ikkita mexanizm ham sintezlanayotgan oqsillar nusxasini keskin ko'payishiga sababchi bo'lib, metabolizm realizatsiyasini amalga oshiradi.

Eukariot hujayralarda DNK oqsillar (gistonlar) bilan o'ralib, nukleosoma shaklida bo'ladi. Bunday holatda genlarning transkripsiyasi bo'lmaydi. Genlarning ekspressiyasi uchun transkriptonlar oqsil o'ramidan ozod bo'lishi, ya'ni deblokirlanishi zarur. Demak, nukleosomalarning shakllanishi va buzilishi eukariot genlarning regulyatsiyasida asosiy omil bo'lib xizmat qiladi.

Gormonlarning bilvosita ta'siri natijasida yadroviy oqsil-gistonlar fosforlanishi natijasida nukleosomalar tarkibiy qismlarga ajraladilar. Shunday holatda matritsaga initsiatsiya omillari bog'lanib, transkripsiya boshlanib, RNK sinteziga sababchi bo'ladi. Gormonlar ta'siri to'xtasa, nukleosomalar o'z holatlarini tiklaydilar.

Genlar faolligining boshqarilishida gistonlarning atsetillanishi va deatsetillanishi katta ahamiyat kasb etadi. Ma'lumki, eukariot organizmlarda transkripsiya uchun maxsus oqsillar talab etilib, ularni transkripsion omil deb ataladi. Mazkur oqsillar kompleksi RNK polimeraza bilan bog'lanib, initsiatsiya majmuasining shakllanishiga samarali xizmat qiladi. Atsetillanishda ferment giston-atsetilaza oqsillar kompleksi bo'lgan transkripsiyali omillar bilan bog'lanadi.

Giston oqsilidagi aminokislota lizin orqali atsetillanishi natijasida polipeptiddagi musbat zaryadlar soni kamayadi. Natijada manfiy zaryadlangan DNK bilan oqsil o'rtasidagi kimyoviy bog'lar zaiflashib qoladi. Mazkur jarayon nukleosomani buzilishiga, transkriptonni deblokirlanishiga sababchi bo'ladi. Gistonlarning deatsetillanishi esa teskari jarayonga sababchi bo'ladi. Demak, spetsifik atsetilaza va deatsetilazalarning oqsillar bilan bog'lanishi transkripsiyaning initsiatsiyasini boshqarib turadi.

Oqsillar sintezining boshqarilishida ko'p omillar ishtirok etishi aniqlangan. Ularni quyidagi jadvalga (14- jadval) jamlash mumkin:

## Eukariot hujayralarda transkripsiyani regulyatsiyasida ishtirok etuvchi omillar

14-jadval

№	Omillar	№	Omillar
1	Genlarning amplifikatsiyasi	5	i-RNKning splayingsi
2	Genlarning qaytadan guruhlanishi	6	i-RNKning stabil holati
3	Initsiator kompleksidagi oqsillar	7	i-RNKning sitoplazmaga transporti
4	DNK ni bog'lovchi oqsillar		

### 16.6. Oqsil sintezida toksik va dorivor moddalarning ta'siri

Hujayrada sodir bo'ladigan kimyoviy jarayonlarning eng murakkabi oqsil sintezi hisoblanadi. Uning to'xtashi yoki izdan chiqishi uch bosqichda, jumladan replikatsiya, transkripsiya va translyatsiyada sodir bo'lishi mumkin. Kimyoviy moddalardan mutagenlar replikatsiyaga ta'sir qilib, transkripton strukturasi o'zgartirishi va oqsil sintezi haqidagi ma'lumotni buzib yuborishi mumkin.

Atorof-muhitda uchraydigan benzoperen va lindan DNK sinteziga salbiy ta'sir qilib, oqsil sintezini to'xtatib qo'yadi. Toksikantlarning transkripsiyaga ta'sir qilishi aniqlangan. Jumladan, gossipol ekstrogenli retseptorlarga ta'sir qilib, transkripsiya jarayonini o'zgartirishi mumkin.

Dorivor moddalardan antibiotiklar oqsil sinteziga samarati ta'sir qiladilar. Aksariyat, ular transkripsiya va translyatsiyani ingibirleydilar. Organizmdagi turli xil shishlarga qarshi qo'llaniladigan antibiotiklardan aktinomitsitin D, rubomitsitin C, olivomitsitin, mitomitsitin C lar transkripton faoliyatini to'xtatadilar yoki RNK-polimerazani ingibirleydilar. Ko'pchilik bakteriyalarga qarshi ishlatiladigan antibiotiklar translyatsiyani izdan chiqaradi.

Antibiotiklardan norvalin, indolmitsin aminoatsil-t-RNK hosil bo'lishiga to'sqinlik qiladilar. Streptomitsin, neomitsin, konvalin, aurintrikarbon kislota translyatsiyaning initsiatsiyasini ingibirleydi. Tetratsiklin va streptogramin elongatsiyani ingibirlab, aminoatsil-t-RNK ni ribosomadagi A-markaz bilan bog'lanishda to'sqinlik qiladi. Peptidiltransferazali reaksiya puromitsin, xloranifenikoldan ingibirlanib, transllokatsiya esa eritromitsin va viomitsin ta'sirida to'xtaydi.

Oqsil sintezini ingibirlovchi antibiotiklar barcha hujayralar uchun toksik moddalar bo'lganligi sababli, ularning ko'pchiligi meditsina

amaliyotida qo'llanilmaydi. Yangi antibiotiklar ishlab chiqishning strategiyasi bakteriyalar hujayrasi uchun selektiv yoki alohida to'qima va o'ld uchun manzilgacha parchalanmay yetkazilib, ta'sir qiladigan shakllari yaratilishi lozim.

### Sinov savollari

1. Oqsil biosintezini ilmiy o'rganishdagi ahamiyati.
2. Oqsil sintezlovchi kompleks tarkibida qanday birikmalar uchraydi?
3. Aminokislotalarning faollanish bosqichlari.
4. Aminokislotalarning t-RNK ga bog'lanish usullari.
5. Oqsillarning sitoplazmatik sintezi.
6. Genetik kod ta'rifi.
7. Kundalik turmushdan kodlarga misollar keltiring.
8. Genetik kod nima uchun tripletli bo'lgan?
9. Azot asoslari o'rtasidagi tebranish fenomeni.
10. Genetik kodning asosiy xususiyatlari.
11. Translyatsiyaning initsiatsiyasi.
12. Initsirlovchi katta, kichik komplekslar va ularning tarkiblari.
13. Ribosomadagi markazlar va ularning vazifalari.
14. Elongatsiya va uning bosqichlari.
15. Oqsil sintezining terminatsiyasi.
16. Oqsil sintezining qaysi bosqichlarida makroerg ishtirok etadi?
17. Oqsillarning protsuningi va transporti.
18. Qanday oqsillar signalli deb ataladi va ularning vazifalari?
19. Oqsil protsuningiga hos umumiy belgilar.
20. Genlarning ekspressiyasi va repressiyasi.
21. Genlarning operon hipotezi.
22. Lac operonning tuzilishi.
23. Oqsil sintezini boshqarilishida repressorning roli.
24. Fermentlar sintezi boshqarilishining turli xil usullari.
25. Prokariot va eukariot organizmlarda fermentlar sintezining boshqarilishidagi asosiy farqlar.
26. Genlar regulyatsiyasida nukleosomalar roli.
27. Oqsil sinteziga toksik va dorivor moddalarning ta'siri.

### Oqsillar biosinteziga oid testlar

1. Organizmda biologik belgilar qanday generatsiya asosida amalga oshadi?

- a) DNK, RNK, oqsil asosida;      b) uglevod, vitamin, yog'lar asosida;  
v) vitamin, RNK, uglevod asosida;      g) ferment, uglevod, yog'lar asosida.

2. Matritsa asosida qanday molekulalar sintezlanadi?

- a) nuklein kislotalar va oqsillar;      b) oqsil, uglevodlar;  
v) yog'lar, vitaminlar;                      g) nuklein kislotalar, uglevodlar.

3. Oqsil sintezida aminokislotalar qanday holda bo'ladi?

- a) erkin holda;                                      b) dipeptid holda;  
v) aminoatsil-t-RNK holda;                      g) GTF bilan birikkan holda;

4. Aminokislotani faollashtirishda qanday makroerg ishtirok etadi?

- a) ATF;    b) GTF;    v) UTF;    g) STF.

5. Aminokislotani faollashtirishda qanday ferment ishtirok etadi?

- a) DNK-ligaza;                                      b) aminoatsil-t-RNK-sintetaza;  
v) RNK-polimeraza;                              g) DNK polimeraza.

6. Prokariotlarda oqsil sintezini boshlovchi aminoatsil-t-RNK

- a) alanil-t-RNK;                                      b) metionil-t-RNK;  
v) formilmetionil-t-RNK;                              g) treonil-t-RNK.

7. Eukariotlarda oqsil sintezini boshlovchi aminoatsil-t-RNK:

- a) metionil-t-RNK;                                      b) formilmetionil-t-RNK;  
v) alanil-t-RNK;                                      g) trionil-t-RNK.

8. Transport RNK aminokislotalarni qaysi uglerod atomiga bog'laydi?

- a) 1'-OH-qismiga;                                      b) 3'-OH-qismiga;  
v) 5'-OH-qismiga;                                      g) fosfor kislotasiga.

9. Ferment peptidiltransferazaning vazifasi:

- a) i-RNK bo'ylab, ribosomaning translokatsiyasida ishtirok etadi;  
b) peptid bog'larini hosil qiladi;    v) aminokislotani t-RNK ga bog'laydi;  
g) ribosomalarni birlashtiradi.

10. Translyatsiya jarayonida ishtirok etuvchi makroerglar:

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

11. Informatsiya RNK oqsil sintezini boshlanishida ribosomaning qaysi subbirlikka bog'lanadi?

- a) kichik subbirlikka;                                      b) katta subbirlikka;  
v) shakllangan ribosomaga;                              g) t-RNK ga bog'lanadi.

12. DNK molekulasiidagi promotor qanday vazifani bajaradi?

- a) u yerga oqsil-regulyator bog'lanadi;
- b) u yerga RNK-polimeraza bog'lanadi;
- v) oqsil sintezini kodlaydi;
- g) u yerga DNK polimeraza bog'lanadi.

13. Genomni kodlaydigan qismlar:

- a) ekzonlar;
- b) intronlar;
- v) operator;
- g) terminator.

14. DNK qismidagi operatorning vazifasi:

- a) regulyatsiya;
- b) initsiatsiya;
- v) elongatsiya;
- g) terminatsiya.

15. Oqsil sintezini faollashtiruvchi omillar:

- a) gormonlar;
- b) glyukoza;
- v) yog'lar;
- g) vitaminlar.

16. Ribosomada aminokislotalar uchun qanday markazlar bor?

- a) aminoatsil va peptidil markaz;
- b) i-RNK-markaz;
- v) DNK-markaz;
- g) t-RNK-markaz.

17. Genetik kodni belgilovchi biopolimer:

- a) oqsillar;
- b) nuklein kislotalar;
- v) uglevodlar;
- g) yog'lar.

18. Informatsiya RNK dagi kod nechta nukleotiddan iborat?

- a) dublet;
- b) triplet;
- v) tetraplet;
- g) pentaplet.

19. Sintezlangan oqsillarning to'liq shakllanish joyi:

- a) ribosomada;
- b) sitoplazmada;
- v) yadroda;
- g) membranada.

20. Antibiotiklarning oqsil sinteziga ta'siri:

- a) salbiy;
- b) ijobiy;
- v) ta'sir qilmaydi;
- g) oqsil sintezini faollashtiradi.

**21. Ribosomada oqsil sintezining bosqichlari:**

- a) initsiatsiya, elongatsiya va terminatsiya;
- b) bosqichlarsiz sintezlanadi;
- v) faqat elongatsiyadan iborat;
- g) faqat terminatsiyadan iborat.

**22. Ribosomalar to'plamining nomlanishi:**

- a) polisomal;                      b) ribosomalar;
- v) ribosomalar to'plami;        g) oqsillar yig'indisi.

**23. Ribosomalarning to'planadigan joyi:**

- a) endoplazmatik to'rtning membranalarida;
- b) sitoplazmatik membranada; v) hujayra suyugligida;
- g) yadroda.



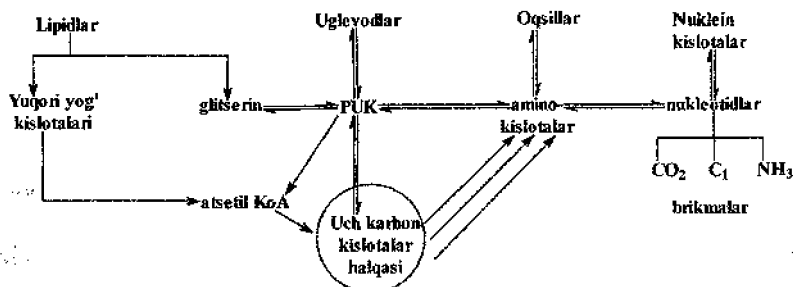
## XVII BOB

### Moddalar almashinuvining o'zaro bog'liqligi

Hujayra, to'qima, a'zo va umuman, tirik organizmdagi turli xil sinflarga mansub moddalarning almashinuvi alohida bo'lmay, balki ular bir-birlari bilan o'zaro uzviy bog'liq holda davom etadi. Shuning uchun oqsil, nuklein kislotalar, uglevod va yog'lar almashinuvining bir-biriga bog'liqligi va bu jarayonlarning ayrim qonuniyatlarini ko'rib chiqamiz.

Ma'lumki, organizmda birlamchi organik birikma karbonat anhidrid gazini ribuloza-1,5 difosfat ishtirokidagi fiksatsiyasi natijasida 3-fosfoglitserin kislota sintezlanadi. Xuddi shu eng sodda moddadan fermentlar ta'sirida uglevodlar, aminokislotalar, glitserin, yuqori molekullari yog' kislotalari, poliiizoprenoidlar, sterollar va boshqa birikmalar shakllanadi. Aminokislota,  $CO_2$  va  $NH_3$  dan purin va pirimidin asoslari hosil bo'ladi. Demak, karbonat anhidridni birlamchi o'zlashtirilishidan boshlab, hilma-xil monomerlar sintezlanib, ular asosida biopolimerlar (polisaxaridlar, oqsillar, nuklein kislotalar), turli xil lipidlar va boshqa organik birikmalar sintezlanadi. Xuddi shu murakkab makromolekulalar o'simlik, hayvon va mikroorganizmlarning tarkibiy qismi hisoblanadi.

Avtotrof organizmlarda birlamchi organik birikmalar to'g'ridan-to'g'ri sintezlanishi bilan bir qatorda ulardan yangi sinf moddalari ham hosil bo'ladi. Shunday metabolitik jarayonlar geterotrof organizmlarda sodir bo'lib, oqsillar, nuklein kislotalar, uglevod, lipidlar va boshqa yana ko'pdan-ko'p moddalar bir-birlari bilan o'zaro bog'liq, qayta qurilish asosida sintezlanib turadi. Oraliq modda almashinuvi asosiy metabolitik kalitlar bo'lgan pirouzum kislota (PUK),  $\alpha$ -ketoglutar, shavellevosirka kislotalar (SHSK) va atsetil KoA orqali amalga oshadi (39-rasm).



39-rasm. Asosiy organik birikmalar almashinuvining o'zaro bog'liqligi

Demak, organik birikmalarning o'zaro bir-birlariga o'tishi, bir-birlariga asosida yangidan sintezlanishi tirik tabiatda tabiiy, zaruriy va katta masshtabli bo'lgan jarayon hisoblanadi.

Oqsil va nuklein kislotalarning o'zaro bir-birlariga almashinuvi birinchi navbatda nukleozidtrifosfatlarning hosil bo'lishi, ulardan esa nuklein kislotalar sintezlanadi. Bu sharoitni yaratishda hujayrada oqsilfermentlar (DNK- va RNK-polimeraza, ligaza, topoizomeraza, purin va pirimidin azot asoslarini sintezlovchi fermentlar) bo'lishi kerak. Purin va pirimidin asoslarining sintezida aminokislotalardan glitsin, asparagin va glutaminlar xom ashyo sifatida ishtirok etadi. Ma'lumki, oqsillarning matritsali sintez tizimida hamma RNK hillarining bo'lishi va DNK molekulasida ribonuklein kislotalar hosil bo'lib, ular o'zaro bir-birlariga bog'liq holda faoliyat ko'rsatishi lozim. Shuning uchun, ayrim olimlarning fikricha, hayotning paydo bo'lishi va uning evolyutsiyasida birinchi bo'lib oqsillar sintezlangan. Hujayra va to'qimalar murakkablashib borishida oqsil sintezini boshqarish zarurati paydo bo'lishi munosabati bilan, ikkinchi bosqichda nuklein kislotalar sintezlangan bo'lishi mumkin.

Bir qism aminokislotalar pereaminirlanish natijasida, ayrimlari esa purin azot asoslarini parchalanishidan hosil bo'ladi. Nuklein kislotalar va uglevodlar o'rtasidagi almashinuvining o'zaro bog'liqligi ham o'ziga xos xususiyatga ega. Uglevodlarning apotomik parchalanishidan riboza-5-fosfat hosil bo'ladi. Xuddi shu moddadan esa riboza-5-fosforibozil-1-pirofosfat sintezlanadi. Bu birikma esa purin va pirimidin nukleotidlar sintezi uchun zarur bo'lgan kimyoviy ashyodir. Purin halqasi 5-fosforibozil-1-pirofosfat molekulasida shakllanadi. Uglevodlar almashinuvida nuklein kislotalarning tarkibiy qismi bo'lgan,  $\beta$ ,D-riboza va  $\beta$ ,D-dezoksiribozalar sintezlanadi.

Nuklein kislotalarning parchalanishidan ma'lum miqdorda uglevodlar sintezi uchun moddalar hosil bo'ladi. Purin va pirimidin nukleotidlarning gidrolizidan riboza ajralib chiqadi, u esa uglevod almashinuviga bog'lanib, bir vaqtning o'zida hosil bo'lgan pentozadan riboza-5-fosfat, undan glyukoza-6-fosfat sintezlanishi mumkin. Fosforli monosaxaridlarning bir-biriga fermentlar orqali o'tishi metabolizm uchun katta ahamiyat kasb etadi.

Uglevodlarning parchalanishidan ADF ning substratli va oksidlanishli fosforlanishi bir me'yorda saqlanib, ATF sintezi organizm uchun ta'minlanadi. Nukleozidmonofosfatlarning nukleozidtrifosfatlarga aylanishida ATF zarur substratdir. Demak, organizmda uglevodlarning

miqdori va ularning parchalanishi nuklein kislotalarning sintezlanishiga bevosita ta'sir qiladi.

Uglevodlar biosintezi aksariyat, nuklein kislotalarning almashinuviga bog'liq. Ma'lumki, uridintrifosfat UDF-glyukoza sintezi uchun foydalaniladi. UDF-glyukoza glikozid qoldiqlarini sintezlanayotgan poliglyukan zanjiriga bog'laydi. Shunday vazifani selluloza sintezida guanozindifosfatglyukoza bajaradi. Bo'lak nukleoziddifosfatli qandlar geksoza va pentozalarning hosil bo'lishida ishtirok etadi. Demak, murakkab uglevodlarning biosintezi nukleotid tabiatli birikmalarga bog'liq.

Nuklein kislotalar va yog'lar almashinuvining o'zaro bog'liqligi bo'lak makromolekulalarga nisbatan kam o'rganilgan. Bu ikki birikmaning tarkibiy qismlari bir-birlari uchun bevosita, to'g'ridan-to'g'ri qurilish xom ashyosi bo'la olmaydi. Lekin nuklein kislotalar va yog'lar bir-birlari uchun bilvosita, ya'ni oraliq modda orqali o'tishlari mumkin. Masalan, pirimidin azot asoslarining parchalanishidan aminokilota  $\beta$ -alanin hosil bo'lib, bu modda koenzim A sintezi uchun zarurdir. Koenzim A esa yog' kislotalarning sintezi va destruksiyasi uchun zarur hisoblanadi. Hujayrada yog' kislotalarining  $\beta$ -oksidlanishi nukleozidtrifosfatlar jumladan, ATF sinteziga katta hissa qo'shuvchi jarayondir. Uglevodlar sinteziga o'xshash yog'larni hosil bo'lishida ham nukleoziddifosfat va nukleozidtrifosfatlar ishtirok etadi. Fosfolipidlardan SDF-xolin va SDF-kolamin sintezida muhim metabolit bo'lgan STF ishtirok etadi.

Keyingi bosqichlarda ayniqsa, oqsil va uglevodlar almashinuvining o'zaro bog'lanishida pirouzum (PUK) kislota asosiy rol o'ynaydi. Uglevodlarning dixotomik parchalanishidan hosil bo'lgan PUK aminokislotalar-alanin, valin va leysinlar sintezida bevosita substrat bo'lib xizmat qiladi. PUKning karboksillanishidan shavelevosirka kislota shakllanadi. Oxirgi ketokislota dan bir guruh aminokislotalar- asparagin, metionin, izoleysin va lizinlar hosil bo'ladi. Krebs halqasiga kirgan PUK dan  $\beta$ -ketoglyutar kislota sintezlanadi. Oxirgi mahsulotdan esa glyutamin kislota, prolin va argininlar shakllanadi. PUK kislota 3-fosfoglitserin kislota dan sintezlanadi. Fosfoglitserin kislota serin, glitsin, sistin va sisteinlar uchun zarur moddadir.

Uglevodlarning apotomik va dixotomik parchalanishidan hosil bo'lgan oraliq moddalardan oqsil tarkibidagi deyarli barcha aminokislotalar hosil bo'ladi. Gistidinning imidazol halqasi riboza-5-fosfat molekulasida shakllanadi. Eritroza-4-fosfat va fosfoenolpirouzum kislota dan shikim kislota sintezlanadi. Aynan shu kislota dan esa

fenilalanin, triozin va triptofan aminokislotalari hosil bo'ladi. Shunday qilib, autotroflarda uglevod va ammiakdan oqsil tarkibida doim uchraydigan aminokislotalar sintezlanib turadi. Demak, uglevodlarning oqsillarga aylanishi, ikkita muhim biopolimerlar almashinuvining o'zaro bog'liqli, organizm metabolizmini muhim tarmoqlaridan hisoblanadi.

Ko'rsatilgan biokimyoviy jarayon teskari tomonga ham ko'chirilishi mumkin. Ko'pchilik aminokislotalar (alanin, fenilalanin, tirozin, gistidin, triptofan, serin, sistein) tarkibida uch uglerodli fragment mavjud bo'lib, ko'p holatlarda ularning parchalanishidan PUK va uning hosilari hosil bo'ladi.

Glutamin va asparagin kislotalarning dezamiraniydan  $\beta$  - ketoglutar, shavelevosirka kislotalari hosil bo'ladi. Bular o'z navbatida trikarbon va dikarbon kislotalar halqasi orqali PUK ga aylanadi. Prolin oson yo'l orqali glutamin kislotasiga u esa PUK uchun asosiy manba bo'lib xizmat qiladi. PUK uglevodlar almashinuviga qo'shilib ketishi mumkin. Yuqoridagi oqsil va uglevod almashinuvining bog'liqligidan tashqari, yana ularning tutashgan nuqtalarini eslash mumkin. Bir qancha oqsil-fermentlar uglevod sintezi va parchalanishini bevosita amalga oshiradi. U o'z navbatida uglevodlarning parchalanishidan ajraladigan energiya ADF ni ATF ga aylantiradi. Hosil bo'lgan energiya hujayrada oqsil sintezini amalga oshiradi.

Hujayrada oqsil va lipidlar almashinuvining o'zaro bog'liqligi metabolizm uchun alohida ahamiyat kasb etadi. Yog'larning parchalanishi xuddi uglevodlarga o'xshash bir tomondan aminokislotalar sintezi uchun hom ashyo yetkazsa, ikkinchi tomondan oqsil sintezi uchun uglevodlarga nisbatan ko'proq energiya bilan ta'minlaydi.

Ma'lumki, yuqori yog' kislotalarining oksidlanishidan atsetil-KoA hosil bo'ladi. Mazkur mahsulot ikki, uch karbon kislotalar siklida  $\beta$  - ketoglutar kislota sintezini ta'minlaydi. Bu ketokislotadan qanday aminokislota hosil bo'lishi yuqorida ko'rilgan edi.

Triglitsridlar gidrolizidan hosil bo'lgan glitserin, uglevod almashinuvi orqali gistidin, fenilalanin, triozin va triptofan kabi aminokislotalarning sinteziga sababchi bo'ladi. Demak, oqsil molekulasida har doim uchraydigan aminokislotalarning bir qismi lipidlar parchalanishidan ham hosil bo'ladi.

Oqsillarning parchalanishidan ma'lum miqdorda yog'lar sintezlanadi. Yuqorida ko'rsatilgandek, aminokislotalarning parchalanishidan PUK hosil bo'ladi. Uning oksidlanishi dekarboksillanishidan atsetil-KoA sintezlanib, u esa yuqori yog' kislotalar,

sterollar va lipidlarning tarkibiy qismi uchun asos bo'lib xizmat qiladi. PUK lipidlarning ajralmas qismi bo'lgan fosfoglitseringa aylanishi mumkin.

Ayrim organizmlarda oqsillarning sintezi uchun zarur bo'lgan energiya faqat lipidlarning parchalanishidan hosil bo'ladi. Masalan, ipak qurtidagi oqsil fibroin va seritsinlar sintezini keltirish mumkin. Uglevod va lipidlar almashinuvining o'zaro bog'liqligi va ularning bir-birlariga o'tishlari PUK va atsetil-KoA ishtirokida amalga oshadi. Ma'lumki, PUK uglevodlarning dixotomik parchalanishidan hosil bo'ladigan asosiy mahsulot bo'lib, uning oksidlanishli dekarboksillanishidan atsetil-KoA shakllanib, yog' kislotalari, sterollar, karotinoidlar va poliizoprenoidlar sintezi uchun hom ashyo hisoblanadi. Osonlik bilan uglevodlar fosfoglitseringa, undan esa oddiy va murakkab yog'larga o'ta oladi.

Lipidlarning parchalanishidan hosil bo'ladigan asosiy mahsulotlar, atsetil-KoA va glitserin uglevod sintezida bevosita ishtirok etadi.

Yuqorida keltirilgan oqsil, nuklein kislota, uglevod, yog'lar va bo'lak birikmalar almashinuvining o'zaro bog'liqligini ko'rsatuvchi ma'lumotlar, murakkab bo'lgan metabolitik jarayon boshqichlarini to'liq qamray olmaydi. Ular o'rtasidagi substratlar orqali bog'lanishdan tashqari, yana murakkabroq bo'lgan o'zaro bog'lanishlar ham mavjud. Ayrim moddalar almashinuvidan hosil bo'lgan birikmalar boshqalar almashinuviga ham kuchli ta'sir qilishi mumkin. Jumladan, oqsil va nuklein kislotalar almashinuvida informatsiya RNKning rolini ko'rsatish mumkin. Mazkur i-RNK bir tomondan spetsifik oqsil sintezi uchun matritsa bo'lsa, boshqaga tegishli oqsil sintezlaydigan i-RNK uchun ingibitor hisoblanadi. Polisaxaridlar sintezida oraliq modda bo'lgan UDF-glyukoza bo'lmasa, uglevod hosil bo'lmaydi. Xuddi shunday jarayon fosfolipidlar sintezida kuzatilib, bunda oraliq modda sifatida SDF-xolin ishtirok etadi. Demak, nuklein kislotalar almashinuvi uglevod va yog'lar metabolizmi bilan juda yaqin aloqada bo'ladi.

Ma'lumki, har qanday moddalar almashinuvi ferment-oqsil ishtirokisiz amalga oshmaydi. Demak, oqsillar metabolizmi aminokislotalar va boshqa birikmalar almashinuvini bevosita boshqarib, o'zaro bog'liqligini integratsiyalab turadi. Hujayrada ATF zahirasini oksidlanishli fosforlanish to'ldirib turadi. ATF miqdoriga qarab, moddalar almashinuvining samaradorligi belgilanadi. Barcha turdagi birikmalar biosintezi ATF orqali energiya bilan ta'minlanishiga bog'liq. Hamma moddalar almashinuvining bir-biriga o'tishi va ularning o'zaro bog'liqligi

moddalar metabolizmini bir butunligi bo'lib, ular muayyan ravishda boshqarilib, izga solinib turildi.

### 17.1. Moddalar almashinuvining boshqarilishi

Organizmدا moddalar almashinuvining izga solinishi ko'p bosqichlarda davom etsa ham, boshqarilishning alohida ikkita turi diqqatga sazovordir. Ulardan biri ferment-oqsil sinteziga tashqi muhitning tarkibi qismlari bevosita ta'sir qiladi. Modda almashinuvining bunda boshqariluvu induksiya va repressiya tizimlariga asoslangan. Regulyator fermentlarning sintezi va parchalanishi gormonlar orqali ham boshqariladi.

Moddalar almashinuvining boshqarilishidagi ikkinchi yo'l birinchisiga nisbatan tezkor bo'lib, bitta yoki bir nechta fermentlarning faolligiga bog'liq. Moddalar almashinuvidagi metabolitik zanjirning boshlang'ich va yakunlovchi bosqichlaridagi multiferment tarkibidagi regulyator enzimlarga bog'liq. Mazkur jarayondagi regulyator fermentlar reaksiyalarni bir tomonlama orqaga qaytmaydigan tizim asosida olib boradi. Bunday boshqarilish ijobiy (aktivatsiya) yoki salbiy (ingibirlanish) bo'lib, uning amalga oshirilishi so'nggi mahsulot orqali amalga oshadi. Shunday qilib, moddalar almashinuvining ingibitor turini teskari bog'lanishi asosidagi ingibirlanishi yoki retroingibirlanish deb ataladi. Katabolizmning bunday boshlang'ich ingibirlanishi allosterik samaradorlikka bog'liq. Allosterik ingibirovchi fermentlarga Krebs halqasidagi izositratdehidrogenaza, glikozildagi fosfofruktokinaza, purin nukleotidlarining sintezida qatnashuvchi fosforibozilpirofosfatsintetazalar misol bo'ladi.

Regulyator fermentlarning faolligi faqat allosterik yo'l bilan boshqarilishidan tashqari, yana fosforlanish va defosforlanish asosida ham amalga oshadi. Masalan, glikogenfosforilazaning fosforlanishi uni faol holatga keltirsa, glikogensintetazani esa ingibirlaydi. Demak, ayrim fermentlarning regulyator xususiyatlari ikki tomonlama bo'lib, modda almashinuvining bir yo'lini faol holga keltirsa, ikkinchi yo'nalishini to'xtatadi. Moddalar almashinuvining boshqarilishida muhim o'rinni yana hujayradagi kompartmentlanish egallaydi. Hujayradagi metabolizmning muayyan qismlarida (kompartmentlarida) fazoviy membranalar orqali chegaralanishini kompartmentlanish deb ataladi. Hujayradagi membranalarning selektiv tanlov asosida modda va ionlarning o'tkazish xususiyati aksariyat ko'p metabolitlarning taqdirini belgilab beradi. Moddalarning transmembrana asosida tashilishi va ularning tezligi

membranalar bilan bo'ladigan munosabati hujayradagi metabolitik yo'llarning yo'nalishiga, ularning o'zgarishiga sababchi bo'ladi.

Moddalar almashinuvining metabolitlar orqali boshqarilish turlari ko'p bo'lib, ayrim moddalarning kamligi yoki ko'piigi reaksiyalarni tezlashtiradi yoki to'xtatadi. Masalan, geterotrof organizmlarda oqsil sintezining hajmi almashmaydigan aminokislotalar sinteziga bog'liq.

Moddalar almashinuvining izga solinishida metabolitlarning o'zaro munosabati va raqobatlashuvi muhim ahamiyat kasb etadi. Yuqorida ta'kidlanganidek, hujayradagi asosiy metabolitlarga PUK, shavellevosirka kislota,  $\alpha$ -ketoglutar kislota, atsetil-KoA, glyuokza-6-fosfatlar kirib, ularning modda almashinuvida roli nihoyatda katta.

Moddalar almashinuvi izga solinishida kichik molekular biologik faol (vitamin, kofermentlar va boshqalar) moddalarning ishtiroki yo'q emas.

Modda almashinuvining izga solinishida metabolitlarning induktor va korepressor orqali operon bosqichi asosida boshqarilishini eslatish mumkin.

Xulosa qilib shuni ta'kidlash lozimki, metabolitik jarayonlarning bir butunligi tashqi muhit ta'sirida bo'lib, tirik organizmlarda ichki holatni bir me'yorda saqlash biokimyoviy gomeostaz bo'lib, bu tiriklikning muhim belgilaridan biri hisoblanadi.

### Asosiy metabolitik jarayonlarning kompartmentalizatsiyasi

15-jadval

Kompartiment	Metabolitik yo'l
Sitozol	Glikoliz Pentozofosfatli yo'l Yog' kislotalar sintezi Triatsilglitserollar sintezi
Mitoxondriya matriksi	Nukleozidtrifosfatlar sintezi Piruvatning oksidlanishi – dekarboksillanishi Uch karbon kislotalar sikli Yog' kislotalarning $\beta$ -oksidlanishi Keton tanachalari sintezi
Ikki kompartment- sitozol va mitoxondriyal matrikslar ishtirokida	Oksidlanishi fosforlanish Glikoneogenez Mochevina sintezi Gem sintezi

## Sinov savollari

1. Organizmda hosil bo'ladigan birlamchi moddalar va ularning ishtirokida sintezlanadigan monomer va biopolimerlar.
2. Avtotrof va geterotrof modda almashinuvining farqi va o'zaro bog'liqligi.
3. Moddalar almashinuvining asosiy metabolitik kalitlari.
4. Oqsil va nuklein kislotalar almashinuvining o'zaro bog'liqligi.
5. Nuklein kislotalar va uglevodlar almashinuvining o'zaro bog'liqligi.
6. Nuklein kislotalar va yog'lar almashinuvining o'zaro bog'liqligi.
7. Oqsil va uglevod almashinuvining bir butunligi.
8. Oqsil va lipidlar almashinuvining o'zaro bog'liqligi.
9. Uglevodlar va yog'lar almashinuvining tutashtiruvchi nuqtalari.
10. Oqsillar almashinuvining boshqa moddalar almashinuvi regulyatsiyasidagi roli.
11. Moddalar almashinuvining boshqarilishi.
12. Moddalar almashinuvining boshqarilishida fermentlar roli.
13. Moddalar almashinuvining boshqarilishida metabolitlar roli.
14. Moddalar almashinuvining boshqarilishida allosterik usullarning roli.
15. Moddalar almashinuvining boshqarilishida fosforlanish va defosforlanishning ahamiyati.
16. Moddalar almashinuvining boshqarilishida hujayra kompartmentlarining roli.
17. Biokimyoviy metabolitik to'ring ta'rifi.

### Moddalar almashinuvining o'zaro bog'liqligiga oid testlar

1. Organizmda biopolimerlar va yog'lar almashinuvining o'zaro bir-birlariga bog'liqligi:
  - a) o'zaro bir-birlariga bog'liq;
  - b) har bir molekula alohida almashinuvga ega;
  - v) biopolimer va yog'lar hujayra tashqarisida almashinadi;
  - g) moddalar almashinuvining o'zaro bog'liqligi haroratga bog'liq.
2. Moddalar almashinuvida qatnashuvchi asosiy metabolitik kalitlar:
  - a) PUK, SHSK, ketoglyutar kislota va atsetil KoA ;
  - b) aminokislotalar, uglevodlar, yog'lar ;
  - v) gormon, vitamin, fermentlar ;
  - g) nuklein kislotalar, uglevodlar, lipidlar.



3. Oqsil va nuklein kislotalar almashinuvini bog'lovchi moddalar:
- a) nukleozidtrifosfatlar, DNK- va RNK- polimeraza, ayrim aminokislotalar; b) uglevod, yog', lipidlar; v) gormon, vitaminlar;
  - g) lipid, PUK, uglevodlar.
4. Nuklein kislotalar va uglevodlar almashinuvini bog'lovchi oraliq moddalar:
- a) riboza-5-fosfat, riboza, dizoksiriboza, UDF-glyukoza;
  - b) nukleotid tabiatli birikmalar;
  - v) aminokislotalar, disaxaridlar, yog' kislotalari;
  - g) oqsillar, biologik faol moddalar.
5. Oqsil va uglevodlar almashinuvini o'zaro bog'lovchi metabolitlar:
- a) PUK, aminokislotalar, fermentlar;
  - b) glyukoza, glitserin, yog' kislotalari;
  - v) saxaroza, gormonlar, fosfor kislotalar;
  - g) peptidlar, disaxaridlar, oligonukleotidlar.
- a) glitserinaldegid, sirka kislota; b) PUK, shavelevosirka kislota;
  - v) monosaxaridlar va glitserin; g) yog' kislotalari, oligosaxaridlar.
7. Moddalar almashinuvini o'zaro bog'lovchi birikmalar:
- a) metabolitlar va fermentlar; b) biologik faol moddalar;
  - v) anion va kationlar; g) nukleozidtrifosfatlar.
8. Moddalar almashinuvining boshqarilishi bir yoki ikki tomonlama bo'ladimi?
- a) moddalar almashinuvining boshqarilishi bir yoki ikki tomonlama bo'lishi mumkin;
  - b) moddalar almashinuvining boshqarilishi faqat bir tomonlama bo'ladi;
  - v) moddalar almashinuvining boshqarilishi substratlarga bog'liq emas;
  - g) moddalar almashinuvining boshqarilishi ionlarga bog'liq.
9. Har qanday moddalar almashinuvi qaysi birikmalar orqali amalga oshiriladi?
- a) oqsil-fermentlar va ATF orqali; b) uglevod va yog'lar orqali;
  - v) gormonlar va ionlar orqali; g) yog'lar va vitaminlar orqali.
10. Moddalar almashinuvining boshqarilishi qanday tizimlarga asoslangan?
- a) induksiya va repressiya tizimiga;
  - b) moddalarning ionlanish holatiga;
  - v) reaksiya tezligiga;
  - g) metabolitlarning sifatiga.

11. Moddalarning fosforlanishi va defosforlanishi birikmalar almashinuvining regulyatsiyasiga ta'sir qiladimi?

- a) ta'sir qilib, modda fosforlansa faol holatda, defosforlansa, nofaol birikmalar hosil bo'ladi ;
- b) ta'sir qilmaydi ; v) o'rtacha ta'sir qiladi; g) bilvosita ta'sir qiladi.

12. Moddalar almashinuvining boshqarilishida yana qanday usullar mavjud?

- a) hujayradagi kompartmentlanish usuli ;
- b) hujayradagi kation va anionlar miqdori ;
- v) hujayradagi organoidlar faoliyati ;
- g) hujayradagi fizik-kimyoviy usullar.

13. Hujayradagi metabolitik jarayonning bir butunligi nimaga bog'liq?

- a) tashqi va ichki muhitga bog'liq ;
- b) hujayra muhitiga bog'liq;
- v) hujayra metabolitiga bog'liq ;
- g) hujayra ionlariga bog'liq.

## XVIII BOB

### Biomuhandislikning hujayraviy va molekulyar aspektlari

Tirik hujayra organoidlarini muayyan usullar orqali maqsadga muvofiq kerakli mahsulotlar sintezlashga qaratishni biologik ahamiyati benihoya kattadir. Hozirgi kunda hayvon va o'simlik hujayralarini maxsus ozuqa muhitiga o'tkazib, ilmiy model sifatida fundamental tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Biologiya fanida hujayra asosidagi tadqiqot ishlarini olib borish, hujayra muhandisligi yoki injenerligi mazkur soha biologiya fanining dolzarb zamonaviy yo'nalishi hisoblanadi.

#### 18.1. Hujayra muhandisligining asoslari

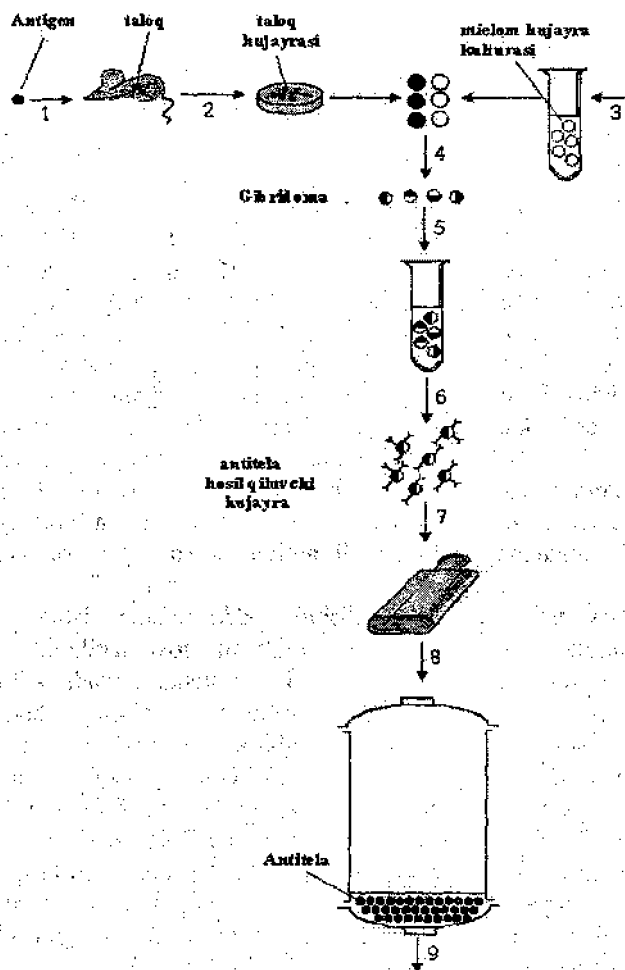
##### Hayvon hujayralari

Hayvon hujayrasidan maqsadli mahsulotlarni olishning samarali usuli hujayralarni gibridd holatiga keltirishdir. Bunga misol tariqasida gibriddoma hujayralarini keltirish mumkin. Mazkur usulda oddiy hujayra rak hujayralari bilan umumlashtiriladi. Aynan shu metodologiya asosida taloq hujayrasi bilan mieloma (qon kasalligi; leykozlarning bir turi. Kasallik ko'mikning genetik o'zgargan plazmatik mielom hujayralari ko'payib ketishi, suyak, qon yaratish, siydik ajratish tizimlari izdan chiqadigan og'ir kasallik) hujayralari birlashtirilib, gibrodrom hujayralar yaratilgan. Hosil bo'lgan gidridomalar taloqdan antigen sintezlaydigan, mielomalardan esa to'xtovsiz o'sish va bo'linish xususiyatlarini qabul qilgan. Mazkur usul asosida hozirgi kunda tibbiyotda va biologiya fanida keng qo'llaniladigan monoklonalli antitelalar (mk AT) olinishi yo'lga qo'yilgan.

Monoklonalli antitelalar olishni sodda usullari ishlab chiqilgan bo'lib, bunda faqat gibridd hujayralardan foydalaniladi. Jumladan, sichqonlarga muayyan antigen yuborilib, antitelalar olinadi. Ajratiladigan B-limfotsitlar polietilenglikol ishtirokida mieloma hujayralariga assotsirlanadi. Natijada hujayralar bir-birlari bilan o'zaro qo'shiladilar. Tajribaning shartlaridan biri shu bo'lishi kerakki, mielomli hujayralarda gipoksantin-guanin-difosriboziltransferaza (GGFRT) fermentini kodlovchi gen repressirlangan bo'lishi zarur. Mielomli hujayralar muhitda GGFRT bo'lmaganligi uchun halok bo'ladi. Normal hujayralarda bu ferment bo'lsa ham, ular ko'paya olmaydilar, natijada ular ham halok bo'ladilar. Oxirida faqat gibridd hujayralar faoliyat ko'rsatadilar. Hosil bo'lgan klonlardan maqsadli antigenlar uchun mk AT ajratiladi (40- rasm).

## 18.2. Monoklonal antitelalarning ahamiyati

Oxirgi 20 yil ichida mk AT ning har xil sohalarga qo'llanilishi keng ko'lamda olib borilmoqda. Ular ilmiy tadqiqot izlanishlarida har xil kimyoviy strukturalarni laboratoriya amaliyotidagi analizlarda keng qo'llanilmoqda. Masalan, hujayra retseptorlarini monoklonal antitelalar bilan analiz qilish ijobiy natijalar bermoqda. Mazkur usul asosida bir qator gormon va neuropeptidlarning



40 - rasm. mk AT ning olinish chizmasi

ta'sir qilish mexanizmlari aniqlangan. Monoklonal antitelalar formakologiyada ma'qul kelib, dorivor moddalarning ta'siri va samaradorligini bilishda mutaxassislar uchun qulay qurilma sifatida xizmat qilmoqda.

Ma'lumki, hujayra membranasida hujayraning differentsirovkasida ishtirok etadigan oqsil-determinatlar joylashgan. Ularni identifikatsiyasi mk AT orqali amalga oshirilmoqda. Ko'rsatilgan usul orqali inson hujayrasining differentsirovkasi, jumladan, fibroblastlar va asab to'qimalarining shakllanishi aniqlangan.

Monoklonal antitelalar biotexnologiyaning affin xromatografiyasida ligand sifatida foydalaniladi. Interferonli mk AT asosida odam tanasidan 500 marta tozalangan interferon olish usuli ishlangan. Monoklonal antitelalar yordamida oqsil, toksin, gormon va boshqa moddalarning gomogen preparatlarini olish mumkin.

Tibbiyotda monoklonal antitelalar kasalliklarini diagnostikasida ishlatilmoqda. Bakteriyali kasalliklardan koklar, parazitli infeksiyalar, bezgak va bo'lak turlarini an'anaviy usullarga nisbatan mk AT orqali aniq tashxis qo'yiladi.

Monoklonal antitelalar virusologiyada viruslarni antigenli analizi bo'yicha poliklonal antigenga nisbatan samarali va ko'p ma'lumot olishga sababchi bo'ldi. Ushbu uslubiyot orqali DNK- va RNK- tutuvchi viruslardagi antigenli determinantlar va ularning o'zgaruvchanligi haqida fan va amaliyot uchun qimmatli ma'lumotlar olingan. Masalan, gripp, poleomielit, gepatit A va boshqa kasal chiqaruvchi viruslarning antigenli determinantlari aniqlangan.

Onkologiyada mk ATdan samarali foydalanilmoqda. Shishli kasalliklar diagnostikasida gibridomli klonlardan foydalanib, ularning rakli hujayralar bilan bog'lanishi kuzatiladi. Hozirgi kunda gibridomli texnika asosida yo'g'on ichak, buqoq bezlar va bo'lak rakli shishlarning diagnostikasi yo'lga qo'yilgan. Monoklonal antigenlar tufayli rakli antigenlar tabiati aniqlanmoqda. Jumladan, insondagi melanomli hujayrada bo'ladigan antigen, shoxlangan glikozidli glikoprotein ekanligi aniqlangan. Monoklonal antitelalar yordamida nafaqat organizmdagi shishli jarayonlarni, balki ularning molekulyar mexanizmlarini ham aniqlash mumkin. Bir qancha onkogen kodlaydigan oqsillar mk AT yordamida ajratilib, ularning kimyoviy va biologik xususiyatlari bayon qilinmoqda. Hozirgi kunda rakli hujayralarni to'xtovsiz, boshqarib bo'lmaydigan bo'linishiga sababchi bo'ladigan oqsillar mk AT yordamida ajratilgan.

Monoklonal antitelalar individual yoki komplekslari terapevtik maqsadlarda ham foydalanilmoqda. Radioaktivlik mk AT selektiv ravishda rakli hujayralarning retseptorlari bilan bog'lanib, to'qimalarning ko'payishini sekinlashtiradi yoki to'xtatadi. Monoklonal antitelalar xavfli shish kasalliklariga qarshi ishlatiladigan sitostatik moddalar bilan bog'lab, ularni rakli hujayralarga yo'naltirishi mumkin. Ayrim tabiiy toksinlarni muayyan modifikatsiya qilib, spetsifik immunotoksingarga aylantirildi. So'ngra ularni rakli hujayralar bilan bog'lash mumkin. Masalan, kanakunjut urug'ida uchraydigan ritsin degan toksin ikkita polipeptid zanjiridan iborat. Polipeptidning A-zanjiri toksik xususiyatga ega, uning ikkinchi B- zanjiri galaktoza ishtirokida hujayra membranasiga bog'lanadi. Natijada A- zanjir dissotsialanib, hujayra ichkarisiga kirib, oqsil sintezini to'xtatadi. Polipeptidning B-zanjirini mk AT bilan almashtirib, hosil bo'lgan immunotoksinni xavfli shish hujayralarini davolashda ishlatish mumkin.

Hozirgi kunda AQSh va Yevropaning farmasevtik firmalari monoklonal antitelalarni ko'p miqdorda ishlab chiqarmoqda. Ular kasalliklarda, laboratoriya amaliyotlarida va ilmiy-tadqiqot izlanishlarini olib borishda ishlatilmoqda.

### 18.3. O'simlik hujayralari

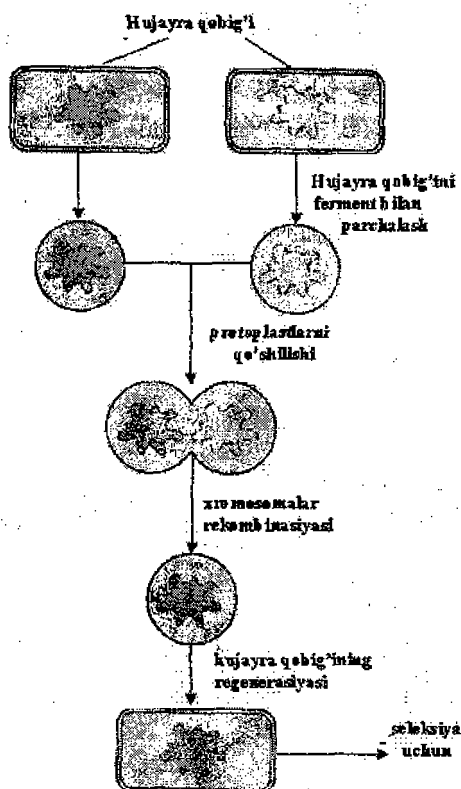
O'simlikning hujayrasi orqali invitro sharoitida yaratilgan biologik tizim shakllangan o'simlikning ayrim belgilarini o'zida saqlaydi. Bunday sun'iy biologik tizimning ikki xili mavjud: biri kallus ko'rinishida bo'lib, ikkinchisi esa hujayralarning suspenziya holatidir. Kallus geterogenli bo'lib, differensiyalanmagan hujayralarning yig'indisidir. Mazkur massa to'liq o'simlikka o'xshash ayrim metabolitlarni sintezlash faoliyatiga ega.

Hujayralar suspenziyasi kallusga nisbatan gomogenli bo'lganligi uchun, tezroq o'sishga va muhitga moslashishga moyil bo'ladi. Hujayraning alohida o'simlikka aylanishi u uchun juda kuchli stress omil desa bo'ladi. Bu jarayonda hujayra metabolizmini ko'p tomonlari o'zgarishga yuz tutadi. Birinchi navbatda mazkur tizimda genomning funksional qirralari o'zgaradi. Yashashga moslashuvchi genlar faollashsa, hujayralar differensirovkasi uchun javob beradigan genlar repressiyalanadi.

Hujayralar majmuasining bunday holati mikroob hujayrasiga nisbatan metabolitlarni ko'proq sintezlaydi. O'simlik hujayralarining kallus holati genetik va biokimyoviy tadqiqot izlanishlari uchun ajoyib modeldir. Masalan, to'liq o'simliklarda individual oqsillar sintezi va ularning

stabiligini kuzatish juda murakkab bo'lib, hujayra ekmasida bunday ilmiy ishlarni osonlik bilan bajarish mumkin. Hujayralar to'plami bo'lgan ekmada ilmiy-amaliy ishlar olib boriladi.

Protoplastlarning qo'shilishidan hosil bo'ladigan o'simlik regenerantlarini tayyorlash mumkin. O'simlik hujayra qobig'ini ferment yordamida gidrolizlab, "kiyimsiz" hujayra yoki protoplastlari ajratiladi. "Kiyimi" yo'q hujayralar bir-birlari bilan qo'shilishini o'simlik hujayralarining paraseksual gibridlanish deyiladi. O'simlik hujayralarining bunday qo'shilishi hayvon hujayralarining qo'shilishiga o'xshasada, biroq bir-biridan keskin farq qiladi. Hayvon hujayralari qo'shilsa yangi hujayra



41 - rasm. O'simlik protoplastlarining qo'shilishi

hosil bo'ldi, o'simlik protoplastlari qo'shilishidan esa gibrid o'simliklar shakllanadi. Paraseksual gibridlanish asosida filogenetik bir-biridan uzoq, jinsiy yo'l bilan chatishtirib bo'lmaydigan o'simlik turlarini gibridlash mumkin. Mazkur usul orqali gibridlanayotgan ikki tur o'simliklardagi genlarni turli variantlarda o'zgartirish mumkin.

Ikki xil protoplastlar qo'shilishini ta'minlaydigan induktor polietilenglikol bo'lishi kerak. Aralashma oynaga tomizilib, 15-20 minutdan so'ng qo'shilgan aralashma ajratilib, maxsus ozuqali muhitda o'stiriladi. Ma'lum vaqtdan so'ng hujayra qobig'i regeneratsiyaga uchrab, u gibridga aylanadi. Shunday somatik gibridlardan birlamchi va ikkilamchi metabolitlarni ajratish mumkin. Amaliyot uchun birlamchi metabolitlardan o'simlik fermentlari muhim ahamiyatga ega.

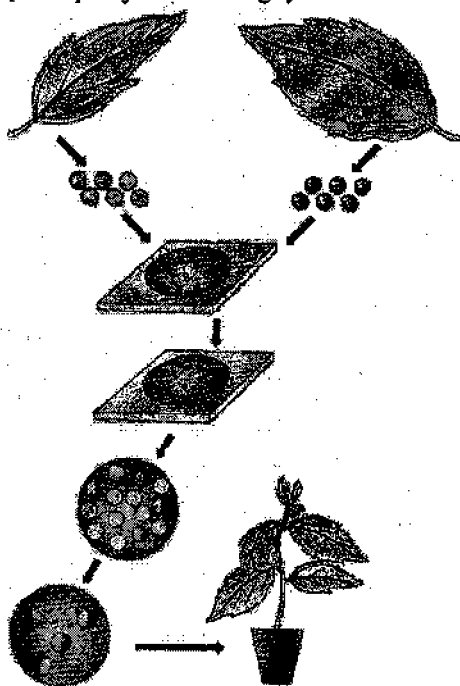
O'simlik fermentlari mikroblarnikiga nisbatan kam toksik xususiyatga ega bo'lib, toza holda bo'lmasa ham, sanoat va tibbiyotda ishlatish mumkin. O'simlik hujayralari mikroblarga nisbatan ko'p miqdorda metabolitlarni sintezlaydi. O'simlik hujayralari sintezlaydigan ikkilamchi metabolitlarning ko'pchiligini laboratoriya sharoitida sintezlab bo'lmaydi. Shunday qilib, o'simlik hujayralari tomonidan sitezlanadigan juda ko'p metabolitlar sanoat va tibbiyotda keng ishlatiladi. O'simlik hujayralarini klonlash maqsadga muvofiq mutatsiyaga uchratish va gen muhandisligi asosida arzon, sifatli, miqdori ko'p bo'lgan metabolitlar olinib, turli xil maqsadlarda ishlatilmoqda.

Ikkilamchi modda almashinuvi asosida hosil bo'ladigan ko'pchilik mahsulotlar hozirga kunda o'simlik hujayrasi ishtirokida laboratoriya va sanoat sharoitida ajratib olinmoqda. Jumladan, yurak glikozidlari, steroid, alkaloid va boshqa qimmatli dori-darmon yuqorida ko'rsatilgan usul asosida o'simlik hujayralaridan ajratish yo'lga qo'yilgan. Mazkur sohaning muammolaridan biri--genetik turg'un o'simlik hujayralarini yaratishdir. Odatda metabolitlar hujayra shirasida yoki vakuolalarida to'planib, ulardan ajratish muammosi ham yo'q emas.

Gen muhandisligi usuli orqali yangi xususiyatga ega bo'lgan hujayra yoki o'simlik-regenerator yaratilmoqda. So'nggi yillarda o'simlik hujayralarini genetik transformatsiya qilish yaxshi natijalar bermoqda. Transformatsiyaning mohiyati shundan iboratki, protoplastlarga maqsadli genetik axborot kirgizilib, keyingi bosqichda klonlash va regeneratsiya asosida to'liq o'simlik hujayrasi shakllanadi (gen muhandislik texnikasi keyingi bobda yozilgan). Ko'rsatilgan rasmda (42-rasm) transformirlangan protoplast hujayra suspenziyasi kallusli to'qima to'liq o'simlik tasvirlangan. Mazkur usulning qiyin tomoni birinchi va oxirgi bosqichlari



hisoblanadi. Soʻnggi operatsiya qimmatli va samarali boʻlib, bu jarayonda yangi, maqsadli qishloq hoʻjalik oʻsimligi yetishtiriladi.



42 - rasm. Oʻsimliklardan somatik gibridlarni olish

#### 13.4. Gen muhandisligi

Har qanday tirik hujayrada uning metabolizmini belgilovchi va nazorat qiluvchi genetik dastur joylashgan. Gen muhandisligining taraqqiyotiga endigina 30 yil toʻlgan boʻlsada, uning biologik tadqiqot izlanishlarida birmuncha inqilobiy yutuqlar qoʻlga kiritildi. Ushbu yoʻnalishning shakllanishida vektorli molekulalarni konstruksiyalash asosida rekombinativ DNK lar gen muhandisligining asosini tashkil qiladi.

Gen muhandisligi jarayonini oʻtkazishda juda tor doiradagi uslubiyotlar qoʻllaniladi. Ularga DNK ni sekvenirlash, fragmentlarga ajratish, alohida genlarni seleksiya qilish vazifasi yuklatilgan boʻlib, bular genetik rejani tashkil qiladilar. Keyingi bosqichda gen tashuvchi vektorning genomini oʻzgartirilmoqchi boʻlgan organizm DNK siga

ulanadi. Ko'rsatilgan uslubiyotda quyidagi fermentlar ishtirok etadi: endonukleaza yoki restriktaza; teskari transkriptaza yoki revertaza; DNK ligaza; ekzonukleazalar; ishqoriy fosfataza; polinukleotidkinaza; dezoksinukleotidiltransferaza; DNK-polimerazalar.

Genlarni ajratish quyidagi usullar orqali amalga oshiriladi: kimyoviy sintez, tirik organizm genomidan genlarni ajratish va shuningdek, teskari transkriptaza asosida i-RNK ga komplementar kodlovchi DNK (kDNK) ni sintezlash. Birinchi va ikkinchi usullar chegeralangan. Kimyoviy sintez usuli uzoq jarayon bo'lib, birmuncha qimmatga tushadi. Bir xil fragmentli DNK bo'laklarini ajratib olish restriktaza ta'sirida bo'lib, bu ferment DNK zanjirining muayyan nuqtalarini qaychiga o'xshab qirqadi. DNK ning ajralgan joylari yopishqoqlik xususiyatiga ega bo'lib, ular o'zaro komplementar, juftli asoslarni hosil qiladilar. Hozirgi kunda 500 dan ortiq restriktazalar ajratib olingan.

Genlarni ajratishda keng qo'llaniladigan usul fermentativ hisoblanadi. Hujayradagi jami i-RNK ajratilib, immunopretsipitatsiya asosida gen sintezlaydigan i-RNK cho'ktiriladi. Ferment teskari transkriptaza va magniy ionlari yordamida i-RNK molekulasida komplementar holda kDNK sintezlanadi. Revertazaning ish holati uchun zatravka (tomizg'i) zarur bo'ladi. Buning uchun i-RNK ga poli T qo'shiladi. U esa i-RNK tarkibidagi poli A ning 3'-oxiriga bog'lanib, ikki zanjirli shpilka deb atalgan qism hosil bo'ladi. Aynan shu bo'lak revertaza uchun zatravka bo'lib xizmat qiladi. DNK ning ikkinchi zanjiri teskari transkriptaza va DNK-polimeraza fermenti ta'sirida sintezlanadi. Hosil bo'lgan shpilka nukleaza orqali kesilib, maqsadli oqsil sintezlaydigan sun'iy, ikki zanjirli DNK yaratiladi. Shunday DNK ni hujayraga kiritilsa, u endogen restriktazalar orqali parchalanib ketadi. Sun'iy DNK ni hujayraga yetkazish plazmidida, fag yoki viruslar orqali amalga oshiriladi. Genetik axborotlarni hujayralarga mazkur usullar orqali yetkazishni vektorli uslubiyotlar deyiladi. Bunday jarayonlar gen muhandisligida birinchi darajali ahamiyatga ega bo'lganligi uchun, bu jarayonlarga kengroq to'xtalamiz.

#### 18.4.1. Plazmidalar

Bular bakteriya hujayralaridagi halqasimon DNK bo'lib, genetik materiallarning bir qismini tashkil qilsalar ham, biologik ahamiyati kattadir. Ular bakteriyalarning turli xil toksik moddalarga rezistentligini, jumladan, antibiotiklarga chidamli yoki chidamsizligini, ozuqa moddalarni

o'zlashtirish qobiliyatini ham belgilaydi. Bakteriya hujayralaridagi plazmidalar soni bittadan yuztagacha bo'lib, ularning replikasiyasi xromosomalarnikiga bog'liq bo'lmay, avtonom holda kechadi. Plazmidalar xromosomalarga nisbatan turg'un bo'lmay, genetik axborotlarni mobil (yengil, tez o'tkazuvchi, tashuvchi) holda saqlovchidir. Hujayralarda genlar konyugatsiyasi faqat plazmidalar orqali amalga oshadi.

Plazmidalarning molekulari ma'lum modifikatsiya qilingandan so'ng, vektor sifatida foydalaniladi. Avval uni halqa holatidan tekis tuzilishiga restriktazalar orqali keltiriladi. Hosil bo'lgan DNK ning oxiri to'ntoq holda bo'ladi. Tekis plazmidali DNK ni to'ntoq tomoni oxirida maxsus oligonukleotidlar hosil qilinadi, ular linkyorlar yoki adapter deb, atalib, yopishqoq tomonlar sifatida xizmat qiladi. Yopishqoq tomonli linkyorlarga fermentlar yordamida kDNK bog'lanadi.

Hosil qilingan vektor va unga bog'langan kDNK hujayra genomiga kirgiziladi. Kirgizilgan begona DNK hujayra genomini o'zgartirib, transformirlangan holatga keltiradi. Bu hujayralar maqsadga muvofiq seleksiyalanishi yoki klonlanishi mumkin.

Hozirgi kunda vektorlarning ikkita xili ma'lum bo'lib, ular oddiy va maxsus turlarga bo'linadi. Oddiy vektorlar klonlanganida ko'p miqdordagi genlardan maqsadlilarini ajratib, genlar "kutubxonasi" ni yaratish mumkin. Maxsus vektorlar esa genlarning ekspressiyasiga aloqador bo'ladi. Oddiy vektorlar turli xil hujayralardagi genlarni ajratish va ularni o'rganish uchun ishlatilsa, maxsus vektorlar biotexnologiya maqsadlarida, genlarning ekspressiyasini va maqsadli mahsulotlarni ko'p miqdorda sintezlashda qo'llaniladi. Aynan shu maqsadda maqsadli oqsilni sintezlovchi genning hujayra xromosomasiga joylab, promotor bilan bog'lanadi.

### **18.5. Mikrob hujayralarining transformatsiyasi**

Xalq ho'jaligi va tibbiyotda zarur bo'lgan o'simlik, hayvon mahsulotlarini gen muhandisligi asosida mikrob hujayralarida ko'plab sintezlash mumkin. Mazkur usul orqali sintezlangan muhim moddalardan biri insulindir. Bu dori dunyoda tarqalishi bo'yicha uchinchi o'rinda turadigan diabet (qand) kasalligiga qarshi qo'llaniladigan vositadir.

O'tgan asrning 80-yillarida gen-muhandisligi usuli asosida E.coli hujayrasida insulinni sintezlash yo'lga qo'yilgan edi. Insulinni sintezlaydigan genni  $\beta$ -galaktozidaza oqsil-fermentni kodlaydigan genga bog'lab, plazmidali vektorga joylab, E.coli hujayrasiga transformatsiya qilingan. Transformatsiyalangan E.coli hujayrasida metionin orqali  $\beta$ -galaktozidazaga bog'langan A va B - zanjirli insulin gormoni sintezlana

boshlangan. Oqsilni spetsifik parchalaydigan bromsian insulindagi metioninni parchalab, shu usul orqali individual insulinni ajratish mumkin. Ajratilgan insulin zanjirlari o'zaro bog'langanidan so'ng, u faol gormon bo'lishi mumkin. Bunday usul bilan insulin gormonini ajratish samaradorligi juda past bo'lgan. Shuning uchun ko'rsatilgan usullar takomillashtirilib, mikroblarda sintezlangan proinsulin invitro sharoitida haqiqiy insulinga aylantirildi. Hozirgi kunda rekombinativ hujayrada sintezlanadigan proinsulinni invitro yo'li bilan yetilgan insulinga aylantirish tibbiyot amaliyotida keng qo'llaniladi.

Organizmlarning o'sishiga uglevod, lipid va mineral moddalarning almashinuvida bevosita ishtirok etuvchi gormon samototropindir. Mazkur gormon yaqin vaqtgacha murdalardan olinar edi. Bu usul bilan bemorlarni davolash og'ir kasalliklarga ham sababchi bo'lganligi jamoatchilikka ma'lum. Gen muhandisligi usuli bilan samototrop gormonini ishlab chiqarish tibbiyotdagi ijobiy voqealardan biri bo'lgan.

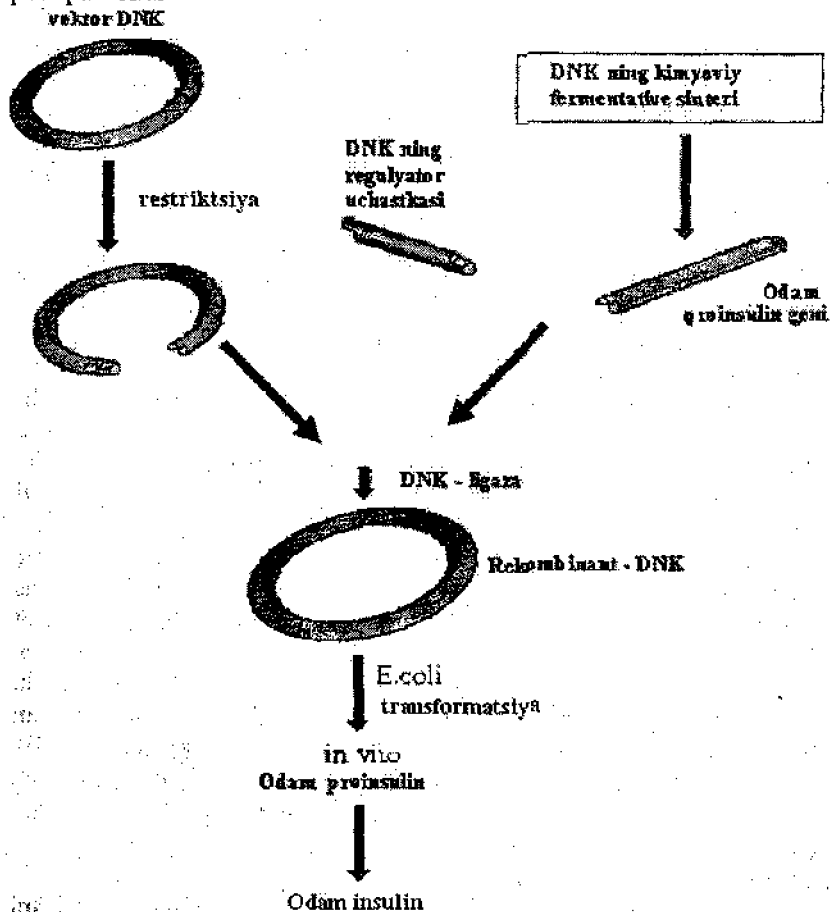
Bir necha uslubiyotlar asosida samototrop gormonining geni ajratiladi. Ma'lumki, prosomatropin bakteriya hujayrasida kimyoviy jarayoniga uchramaydi. Gormonning 23 ta aminokislotasini kodlaydigan DNK fragmenti kimyoviy-fermentativ yo'l bilan sintezlanadi. Samototropning qolgan qismini kodlovchi oligonukleotidlarni i-RNK molekulasi asosida teskari transkriptaza fermenti ishtirokida kDNK sintezlanadi. Ikkita fragment bitta plazmidaga birlashtirilib, E.Coli kirgiziladi. Hosil bo'lgan mahsulot gipofizli gormon faolligiga ega bo'lgan samototropindir.

Interferonlar – kichik molekulyar oqsillar bo'lib, viruslarga qarshi vositalardir. Bulardan tashqari, interferonlardan gepatit, skleroz va ayrim shish kasalliklariga qarshi dori vositasi sifatida ham keng foydalaniladi. Odam va hayvon a'zolarida sintezlanish joyiga qarab, interferonlar uch sinfga bo'linadi:

Leykotsitlardagi  $\alpha$ -interferon, fibroblastlardan olinadigan  $\beta$ -interferon va timus tarkibidagi  $\gamma$ -interferon.  $\alpha$ -Interferon oddiy oqsil hisoblanadi,  $\beta$ -va  $\gamma$ - oqsillari glikolizlangan bo'ladi. Interferonlar virusli infeksiyani davolashda eng yaxshi dori vositasi hisoblanadi. Mazkur oqsil tur spetsifligiga ega bo'lib, faqat odam hujayrasidan olinadi. Interferonni hujayradan ajratish qiyin va juda kam miqdorda ajraladi. Shuning uchun bu qimmatli dorivor moddani gen muhandisligi orqali olish ana'naviy usulga nisbatan samarali hisoblanadi.

Bundan 20 yil ilgari interferon genini ilk marotaba E.coli bakteriya hujayrasidan ajratib olgan. Leykotsitlar interferon transformirlangan E.coli

hujayrasidan quyidagi usul orqali olinadi: Interferon genini kimyoviy va fermentativ usullar orqali ajratiladi. Bakteriyada interferon to'laqonli sintezlanmay, balki prointerferon holida, ortiqcha aminokislotalar qoldiqlari bilan



43-rasm. Gen-muhandislik usuli orqali odam insulini ajratib olish (V.Efimova uslubi bo'yicha)

birgalikda hosil bo'ladi. Bakteriyada protienaza fermenti bo'lmaganligi uchun, prointerferonni interferonga aylantira olmaydi. To'laqonli interferon genini *E.coli* hujayra genomiga joylashtiriladi. Rekombinantli

shtamm biologik faollikka ega bo'lgan, ko'p miqdorda interferon sintezlay boshlanadi. Keyinchalik interferon genini achitqi hujayralariga ham joylashtirishga muvaffaq bo'lingan. Interferonni kodlaydigan teskar transkriptaza fermenti ishtirokida i-RNK yordamida olingan.  $\alpha$ -Interferon hosil qiladigan kDNK ga achitqidagi alkogol degidrogenazani kodlaydigan gen ulanib, plazmida tariqisida achitqi hujayrasiga kirgiziladi. Inson genidagi interferon promotorni achitqidagi alkogol digedrogenaza geniga joylashtirish interferon genni ekspressiyasiga samarali ta'sir qilgan. Bakteriya hujayra genomini achitqiga kirgizish texnikasi interferon olishni samarali usuli ekanini ko'rsatdi. Interferonlar glikozilirlangan bo'lishi kerak, bakteriya hujayrasida bu amalga oshmaydi, achitqilarda esa bu jarayonni amalga oshiruvchi fermentlar mavjud.

Hozirgi kunda inson va hayvon tanalariga tushgan antigenlarga qarshi antitelalar hosil qilishning ana'naviy vaksina qilishdan tashqari, yana gen muhandisligi usullari ham ishlab chiqilgan. Ana'naviy vaksinatsiya har doim ham ijobiy natija beravermaydi. Ayrim hollarda tirik vaksinalar zaharlanishni qo'zg'atib, immunitizimini keskin pastga tushirib yuborishi mumkin. Viruslarning antigenlik xususiyati ulardagi oqsillarning tarkibiga bog'liq. Shuning uchun, viruslardagi oqsillarni individual holda ajratib, vaksinalar tayyorlash yuqorida ko'rsatilgan kamchiliklardan holi qilishi mumkin.

Virus oqsillarini gen injenerligi usullari orqali bakteriya va achitqilardan olish mumkin. Lekin bakteriya va achitqilarda faqat virus oqsillarining fragmentlari sintezlanadi. Virus oqsillarini olishda eukariot hujayralari usuli samarali deb topilgan. Virus oqsillarining konformatsion antigenli determinantlari asosida sintetik vaksinalar tayyorlanadi. Kuzatishlarga qaraganda, qator sintetik peptidlar antitelalar bilan bog'lanib, virus zarrachalariga qarshi kurashda qo'l kelmoqda. Sintetik vaksinalar tayyorlash samarali usul hisoblanmoqda.

### **18.5.1. O'simlik hujayralarining transformatsiyasi**

O'simlik hujayralarida tabiiy holda ham genetik transformatsiyani kuzatish mumkin. Masalan, o'simliklarda uchraydigan shish kasalliklarini ayrimlarining paydo bo'lishi *Agrobacterium tumefaciens* bakteriyasidagi halqali DNK  $T_i$  -plazmida shaklidagi omil sababchi bo'lishi aniqlangan.  $T_i$  -plazmidada o'simlik hujayrasini genetik transformatsiyaga uchrashini ta'minlaydigan tDNK saytidir. tDNK xromosoma tarkibiga kirib, hujayra metabolizmini ko'p qirralarini o'zgartirishi mumkin. Rakli hujayralar

ozuqa muhiti kam bo'lganda, fitogormonlar yetishmaganda boshqarib bo'lmaydigan holda ko'payadi.

O'simliklarda tabiiy holda uchraydigan genetik transformatsiyaga ildizlarda bo'ladigan kasallikni ham keltirish mumkin. Kasallikning sababi, *Agrobacterium rhizogenes* deb nomlanadigan bakteriyadagi R<sub>1</sub> – plazmidaning hujayraga joylashishi bo'ladi. Mazkur plazmida DNK ning fragmentlari bo'lib, transpozonga o'xshash o'simlik hujayrasidagi xromosomaga birikadi. Shunday tabiatda uchraydigan usullarni mikroob va o'simlik hujayralarida foydali mahsulotlar beradigan genomlarni yaratish samara bermadi. Bu sohadagi ilmiy-tadqiqot izlanishlari o'simlik hujayralarida olib boriladigan gen muhandislik transformatsiyasining istiqbolli ekanligini ko'rsatdi. Mazkur maqsadni amalga oshirishda hayotchan protoplast olinib, uni transformirlangan hujayraga so'ng esa, o'simlik-regenerantiga aylantiriladi, buning uchun quyidagi shartlar bajarilishi lozim:

- Seleksiyalangan protoplastlar regeneratsiya xususiyatiga ega bo'lishi kerak. Bunday o'simliklar kam bo'lsa ham, lekin ularning soni har yili oshib bormoqda;

- Genetik materialni konstruksiya holiga keltirib, vektor sifatida o'simlik hujayrasidagi xromosoma tarkibiga kirgazish. Buning uchun tabiatda tayyor holda uchraydigan T<sub>1</sub> -va R<sub>1</sub>-plazmidalar o'z-o'zidan o'simlik hujayrasiga kirishi mumkinligidan foydalanish. Bulardan tashqari yana o'simlik viruslari va ximerli strukturalardan jumladan, bakteriya plazmidasiga mitoxondriya yoki xloroplast DNK larini bog'lab, hujayra genomi tarkibiga kirgizish;

- Hujayraga vektor tariqasida kirgizilgan omilni endonukleaza ta'siridan saqlaydigan choralarni ko'rish zarur.

Hozirgi kunda o'simlik hujayrasiga vektorni kirgizish liposom orqali amalga oshirish ijobiy natijalar bermoqda. Odatda o'simlik protoplastiga joylashtiriladigan liposomlar fosfotidilserin va xolisterinlardan iborat.

O'simlik hujayra transformatsiyasi ustidagi uslubiyotlar *Agrobacterium* turidagi mikroorganizmlar ishtirokida jadal sur'atlar bilan olib borilmoqda. Masalan, o'simlik hujayrasini ko'paytirish davomida begona genetik materialni kirgizish hujayraga yoki to'liq o'simlikka DNK ni in'eksiya qilish aniqlangan. Mazkur uslubiyotlar asosida genomini muayyan maqsad uchun foydalaniladigan qator qishloq xo'jalik o'simliklari yaratilgan.

Bakteriya va achitqilardagi gerbitsidlarga turg'un bo'ladigan genlarni ajratib, o'simliklardagi xromosoma tarkibiga kiritiladi. Bu gerbitsidlardan

foydalanishda yangi usul bo`lib, qishloq xo`jalik ekinlari zarar ko`rmay, begona o`tlarning faoliyati to`xtatiladi. Genomi o`zgartirilgan o`simliklarni transgenlar deb ataladi.

### 18.5.2. Hayvon hujayrasining genetik transformatsiyasi

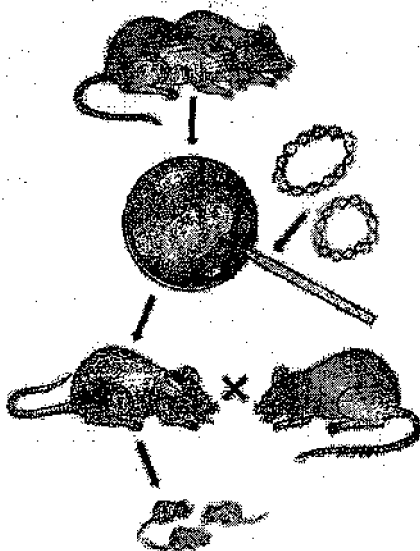
Tabiiy sharoitda viruslarni hayvon hujayrasiga kirib, uni genetik transformatsiyaga uchratishini har doim kuzatish mumkin. Hayvon hujayralaridagi genomni o`zgartirish va bu o`zgarish nasldan-naslga uzatilish jarayoni o`tgan asrning 70-yillarida AQSh da sichqon genomida kuzatilgan. Hayvon hujayralarida gen muhandislik o`zgartirishlar mikroba va o`simliklarnikiga o`xshasa ham, lekin jiddiy farqlari bor. Hayvon genlarini klonlash uchun vektor sifatida viruslar DNKsidan foydalaniladi. Virus genomini bir qismi ajratilib, o`rniga maqsadli genni joylab, hayvon hujayrasiga kirgiziladi.

Begona genetik materialni tutgan vektorning hayvon hujayrasiga yadrosiga mikroin'eksiya orqali yuborilishi yaxshi natijalar bermoqda. Mikrokapillyar pipetka orqali mikroskop nazoratida hujayra yadrosiga  $10^{10}$ - $10^{12}$  L transformirovchi DNK eritmasi yuboriladi.

Genetik transformatsiya usuli orqali hayvon hujayralaridan genomni o`zgartirilgan hayvonlarni yaratish mumkin. Klonlangan genlarni hayvon hujayrasiga yadrosiga joylash ancha murakkab jarayon hisoblanib (44-rasm), bu jarayon quyidagi bosqichlardan iborat:

- Otolantirilgan ikkita pronukleus holdagi tuxum hujayrasiga ajratiladi;
- Erkak pronukleus tarkibiga 10-12 L begona DNK eritmasi qo`shilgan birikmani ajratilgan tuxum hujayrasiga kirgiziladi;
- Transformirlangan tuxum hujayrasiga urg`ochi organizm bachadoniga implantirlanadi. Buning uchun urg`ochi organizm otolantirilgan tuxumni qabul qilishi uchun gormonal yetilgan bo`lishi kerak;
- Hosil bo`lgan hayvonlarni ichidan transgenililari seleksiya qilinadi.





44-rasm. Transgen sichqonlarni hosil qilish

## 18.6. Oziq-ovqat mahsulotlarini yetishtirishda hozirgi zamon biologiya fanining roli

Fan tarixida shunday buyuk inqilobiy o'zgarishlar yuz berganki, ular dunyoni bilishda, talqin qilishda bir-birini inkor qiladigan va qator yangi sohalarni shakllantirishga, jiddiy ekzistensial muammolarni hal qilishga sababchi bo'lgan. Bunday paradigmali o'zgarishlar sirasiga Ptolomeyning geosentrizm, Kopernik tomonidan ishlab chiqilgan geliosentrik va Eynshteyn taqdim etgan nisbiylik nazariyalari kabilar kiradi. Xuddi shunday inqilobiy o'zgarishlar XX asrning ikkinchi yarmida biologiya fanida irsiyatning moddiy asosi bo'lgan DNKning hujayra yadrosida aniqlanishi, uning strukturasi va vazifasini tadqiq qilinishidir. Biologiya fani DNK tufayli sifat jihatidan butunlay o'zgarib, tavsifiy sohadan eksperimental fanga aylandi.

Mazkur fanda molekulyar biologiya, gen muhandisligi, molekulyar genetika va biotexnologiya sohalari shakllandi. Biologiya fanining yangi sohalari tufayli irsiyatning moddiy asosi, genetik kod, irsiy kasallik sabablari, qator jonzodlar, jumladan, inson genomi aniqlandi.

Hozirgi kunda biologiya fanining yutuqlari asosida insoniyat uchun dorivor moddalar: vaksinalarning yangi avlodi, noana'naviy, samarali diagnostik usullar, qishloq xo'jaligida samarador bo'lmish transgen

o'simlik va hayvonlar yetishtirilmoqda. Ijtimoiy-gumanitar fanlarga tegishli bo'lgan tarix, etnografiya, arxeologiya va kriminalistika sohalariga biologiya kirib kelmoqda. Misol tariqasida klonlash, daktiloskopiya yo'nalishlarini keltirish mumkin.

Hozirgi kunda dunyo axborot vositalari radio, televideniye, matbuot orqali gen muhandisligi, klonlash, biotexnologik usullar orqali genom o'zgartirilgan o'simlik va hayvonlar yetishtirilayotganligi haqida tez-tez xabarlar tarqatilmoqda. Jumladan, g'arb matbuotida shisha idishda homila klonlandi, degan sensatsiyali xabarlar uchramoqda. Angliyada klon orqali yetishtirilgan qo'zichoq "Dolli" qanchalik shov-shuvga sabab bo'lganligini ko'pchilik biladi.

Biologiya fanidagi bunday olamshumul yutuqlarni talqin qilishda jamoatchilik o'rtasida qarama-qarshi fikrlar bildirilmoqda. Shunday tashvishli xabarlar Respublikamiz matbuotlarida e'lon qilinmoqda.

Mazkur masalaga kengroq qarashni zamon taqozo etadi. Dunyoda aholining soni 2 milliard bo'lishi uchun 4 million yil kerak bo'lgan bo'lsa, yana odamzotning ikki milliardga ko'payishi uchun 46 yil, keyingi 2 milliard aholining ko'payishiga esa bor yo'g'i 22 yil yetarli bo'lgan. BMT ning ma'lumotiga qaraganda 2050 yilga borib dunyo aholisi soni 9 milliardga, ayrim hisob-kitoblarga qaraganda esa 14 milliardga yetishi mumkin ekan. Mazkur ko'rsatkichlar aholining o'rta umri uzayganligi, o'limni esa kamayganligini ko'rsatadi. Sayyoramiz uchun bu miqdordagi aholining ichimlik suvi, oziq-ovqat mahsulotlari bilan ta'minlanishi kelgusida mushkulligicha qolishi mumkin.

Ingliz ruhoniyasi, iqtisodchi va matematigi T.Maltus (1766-1834) insoniyat geometrik, oziq-ovqat esa arifmetik progressda o'sishini bashorat qilgan. Demak, u aholining oziq-ovqatga ehtiyoji bilan qishloq xo'jalik ekinlarining mahsuloti o'rtasida nomutanosiblik paydo bo'lishini ko'rsatgan edi. Rus biotexnolog olimi, akademik E.D.Sverdlov Maltusning fikri hozirgi kunda to'g'ri ekanligini hayot ko'rsatayapti, deydi. E.D.Sverdlovning fikricha, dunyoda ko'p miqdordagi aholi yarim och holda hayot kechirmoqda, ularni boqish uchun qishloq xo'jaligini intensivikasiya qilish, transgen o'simlik va hayvonlarni kelgusida ko'paytirish lozim, deb ta'kidlaydi.

Rim uyushmasining ogohlantirishicha, dunyoda oziq-ovqat rejasi global muammo, aholining o'sishi qishloq xo'jalik mahsulotlarining ko'payishidan ustun kelmoqda.

Hamonki insoniyat tomonidan neft, ko'mir va gaz kabi tabiiy zahiralardan ayovsiz ravishda, tejamay foydalanish davom etar ekan,

demak, energiya manbalari 40-50 yilda poyoniga yetsa, bu holda odamzot xavfli bo'lsa ham, yadroviy energiyaga murojaat qilishga majbur bo'ladi. Shunday muammo qishloq xo'jalik mahsulotlarini yetishtirishda ham paydo bo'lib, biz hohlasak-hohlamasak, kelgusida transgen o'simlik va hayvonlarni ko'paytirishga ehtiyoj paydo bo'la boshlaydi.

O'zbekiston Respublikasida unumdor yerlarning keskin qisqarishi, sho'rlanishning davom etishi, olimlarimiz oldiga tezlikda hal qilinishi zarur bo'lgan muammolarni ko'ndalang qilib qo'yimoqda. Shuning uchun tuproqning unumdorligini oshirish, qishloq xo'jaligidagi ekinlarning sermahsul, kasalliklarga va sho'rlangan muhitga chidamli navlarini turli usullar bilan yetishtirish zarur bo'lib qolmoqda.

Hozirgi kunda AQSh va ba'zi mamlakatlarda o'simlik genomini o'zgartirib va undan maqsadga muvofiq foydalanish jumladan, oqsil, uglevod, moy va biologik faol moddalarni ishlab chiqarishda o'simlik hujayrasidan "biofabrika" sifatida foydalanish yo'lga qo'yilmoqda. Bir so'z bilan aytganda, o'simlik to'qimalari inson uchun kerakli bo'lgan oziq-ovqat, ularning qo'shimchalari, dori-darmon va bo'lak moddalarni olish uchun "reaktor" bo'lib xizmat qiladi.

Biologiya fani o'zining genetik va biokimyoviy usullari orqali hujayradagi biror moddani sintezlaydigan genlarni faollashtirish va kerak bo'lmagan gen faoliyatini vaqtincha to'xtatishi mumkin.

Yildan-yilga genomi o'zgartirilgan o'simliklarning mevasi ko'payib bormoqda. Jumladan, dunyoda yetishtirilayotgan soyaning 75% va makkajo'xorining 35% genomi o'zgartirilgan transgen o'simlik hisoblanadi. Hozirgi kunda dunyo bozoriga ikkinchi darajali genomi o'zgartirilgan o'simliklar kirib kelmoqda. O'simlik hujayrasidagi genlarning bir necha soni o'zgargan bo'lib, genlardan faqat bittasi o'zgargan yoki yagona "begona" gen hujayraga kiritilgan bo'lsa, bularni ikkinchi darajali genomi o'zgargan hisoblanadi. Bunday genomi ikkinchi darajali o'simlik navlarining hosillarini mutaxassislar inson uchun zararsiz, deb hisoblamoqdalar. Hozirgi kunda dunyoda 80 dan ortiq hilmal-xil, genomi o'zgartirilgan transgen o'simliklar qishloq xo'jaligida yetishtirilmoqda.

Ma'lumki, dunyoda qishloq xo'jalik ekinlari qurg'oqchilik va zararkunanda hasharotlar va bo'lak omillar ta'sirida nobud bo'ladi yoki hosili juda past bo'ladi. Ho'jalikdagi ekinlar, hosilining 30% mikroorganizmlar, viruslar va bo'lak zararkunandalar ta'sirida yo'q qilib yuboriladi. Ayrim zamburug'lar o'zlaridan inson uchun xavfli bo'lgan toksinlarni ishlab chiqadilar. Genomi o'zgartirilgan transgenli

o'simliklarning ayrim navlari esa mana shunday zararli mikroorganizmlarga qarshi samarali kurasha oladi.

Transgen o'simliklarni O'zbekistonda o'stirishning istiqboli qanday, xalqimiz uchun foydalimi yoki zararli? Respublikamizdagi tekis yerlarning 75% cho'ldan iborat. Aksariyat qismi tabiiy omillar ta'sirida sho'rlangan tuproqlardir. Sho'rlanish asosan tog', tog'oldi jinslari va yer usti va osti suvlar tarkibida tuzlar va ularni issiq iqlim ta'sirida bug'lanishi asnosida, yer ustida to'planib bormoqda. Hosildor yerlarning yana sho'rlanishiga sabab, adir hududidagi yerlarni muttasil sug'orish, minerallangan suvlar kapillyar yo'l bilan yer ustiga chiqish hisobiga bo'lmoqda.

Hozirgi kunda ekin maydonlarining 60% dan ortig'i sho'rlangan. Sho'rlangan yerning sho'rini yuvish uchun yangi suv resurslari hamda tuproq hosildorligini oshirish choralari chegaralangan.

Minerallangan suv tarkibi 3 g/l bo'lsa, o'rtacha sho'rlangan bo'lib, bu suv ta'sirida o'simlik hosili sezilarli darajada kamayadi. Agar suv tarkibida tuz 5 g/l ni tashkil qilsa, u kuchli sho'rlangan bo'lib, madaniy o'simliklarni sug'orishga yaroqsiz hisoblanadi. Kuchli sho'rlangan yerlarda, aynan shu muhitga moslashgan galofitlar deb nomlangan o'simliklar qiynalmasdan o'sadi va rivojlanadi. Galofitlarning noqulay muhitga moslashish sabablaridan biri, ularning ildiz tizimida ion nasoslar bo'lib, hujayrani sho'rlanishdan saqlab turadi. Mazkur yuritmadan tashqari, galofitlarning ildiz to'qimalarida turli xil organik birikmalarning konsentratsiyasi yuqori bo'lganligi uchun, hujayra protoplazmaning osmotik bosimining ko'tarilishiga sababchi bo'lib, bu holat o'simlik tanasiga ortiqcha tuz kirishidan saqlaydi.

Galofitlardagi bunday himoya vositalari ularning irsiyatidagi tuzlar muhitiga moslashtiruvchi maxsus genlarga bog'liq. Molekulyar biologiya fanining yutuqlari tufayli, galofitlardagi tuz muhitiga moslashtiruvchi genlarni ajratib, ularni boshqa o'simlik genomiga joylashtirish mumkin. Shunday qilib, hozirgi kunda olimlar tomonidan irsiyati o'zgartirilib, uni turg'un holatga keltirilgan bir qancha transgenli o'simliklar yaratildi. Jumladan, tuzli muhitda o'sib, hosil beradigan donli, dukkakli, sabzovot va moyli o'simlik navlari yetishtirilmoqda. Xitoy olimlari tomonidan qishloq xo'jaligiga kuchli sho'rhok yerlarda o'sib, hosil beruvchi sholi, pomidor va soya tavsiya etilgan. Mazkur navlar Xitoy olimlari tomonidan ma'qullanib, bularning qishloq xo'jaligida katta ahamiyat kasb etishi e'tirof etildi. Chunki Xitoy hududida 33 mln. ga yer kuchli sho'rlangan bo'lib, ko'rsatilgan navlar yer resurslaridan foydalanishda ijobiy rol o'ynaydi. Yapon va hind biologlari hamkorlikda Hindistondagi mahalliy sholining

genomini o'zgartirib, yangi sholi navini yaratdilar. U suv tarkibida tuz miqdori 11-12 g/l bo'lsa ham, o'sib xosil beradi. Bu suvdagi tuz miqdori bizdagi zovur va drenajlardan chiqadigan suv tarkibidagi tuz miqдорidan 2-3 marotaba ortiqdir. Bizda bunday sho'r suvlarni cho'lli hududlarga chiqariladi. Demak, kelgusida biz shunday sho'rli suvlarni qishloq xo'jaligida ekitadigan transgenli sho'rli muhitda o'sadigan o'simliklar uchun bir necha marta foydalanib, o'ta yuqori konsentratsiyali, anomal suvlarni Orol dengizi tomon yo'naltirishimiz mumkin. Bizda va chet el matbuotlarida genomi o'zgartirilgan o'simliklarning xavf-xatari haqidagi mubolag'ali ma'lumotlar berilmoqda. Bunday tanqidiy fikrlar fan olamidani yiroq bo'lgan chalasavod diletantlarga xosdir. AQSh da mana 10-15 yil bo'ldiki, millionlab tonna oziq-ovqat mahsulotlari genomi o'zgartirilgan o'simliklar orqali yetishtiriladi. To'g'ri, Yevropaning ayrim badavlat mamlakatlari transgen o'simlik mahsulotlarini o'z hududlaridagi bozorlarga kirgazishni cheklagan edilar. Buning asosiy sabablari yuqorida ta'kidlanganidek, bozor iqtisodiyotiga asoslangan firmalar o'rtasidagi beshafqat raqobat bo'lsa, ikkinchidan o'zaro bir-birini turli xil usullar bilan qoralaydigan proteksionizm natijasidir.

Molekulyar biologiya fani yordamida hozirgi kunda hayolga kelmaydigan mo'jizaviy ishlar qilish mumkin. Masalan, kartoshka geniga zaharli organizm genini o'rnashtirilsa, bunday transgen kartoshkaga kolorado qo'ng'izi qo'nib, uni kemirsa o'sha zahotiyuq o'ladi, uzumga ham shunday zahar chiqaruvchi gen o'rnatib, uning mazasini butunlay o'zgartirish mumkin. Bunday tadqiqot ishlarida asosiy omil inson uchun qaysi biri zararli va qaysi biri foydali ekanligini aniqlash, shunga asosan navlarni seleksiya asosida tanlab borishdan iborat.

Tuzli muhitga chidamli oziq-ovqatga ishlatiladigan transgen o'simliklarni amaliy va nazariy jihatdan inson sog'ligi uchun xavfsiz deyilsa bo'ladi, chunki o'simlik hujayrasiga kirgizilayotgan gen ona o'simlik tanasida bo'lib, yangi gen mavjud bo'lgan genlarni faqat faollashtiradi. Bunda tuzli muhitga moslashgan o'simlik navlari xuddi Michurin tomonidan payvand qilingan yoki seleksiya asosida yetishtirilgan olma navlari kabi inson uchun zararsizdir.

Tuzli muhitga moslashgan o'simlik navlari O'zbekiston Respublikasi uchun istiqbolli bo'lib, bir necha milliard kubometr kollektor-drenaj suvlaridan foydalanish va millionlab gektar sho'rlangan yerlarni o'zlashtirish imkoniyatini beradi. Bu esa o'z navbatida, kelgusida jiddiy bo'lgan oziq-ovqat, minglab dehqonlarni qo'shimcha yer hamda qishloq

aholisini ish bilan ta'minlash kabi muhim muammolarni hal qilish mumkin.

O'zbekiston Respublikasidagi tuproqlar natriy, magniy, xlorid va sulfatlar bilan sho'rlangan bo'lib, tuzli muhitga moslashgan transgenli o'simliklarni introduksiya asosida ratsional ravishda hududiy lashtirish va bunday o'simlik turlarini Shimoliy viloyatlarimizda, sovuq sharoitda ham ekib, hosil olish imkonini beradi. Chunki, transgen o'simlik hujayrasi va to'qimalarida sho'rli muhitda oziqlanish uchun ozuqa organik birikmalar miqdorini oddiy o'simlikka nisbatan bir necha marta ko'p to'playdi. Bunday jarayon o'simlikning sovuqqa chidamlilik qobiliyatini o'z-o'zidan oshirish xususiyati bilan ta'minlaydi.

Kelgusida mahalliy o'simliklar asosida tuzli muhitga chidamli transgenli navlarini yetishtirish mumkin. Masalan, O'zbekiston Respublikasida o'sadigan saksovulning bo'yi 10 m, diametri 1m atrofida bo'lib, minerallangan tarkibida 40 g/l tuz bo'lgan muhitda bemaol o'saveradi. Bu o'simlik genini ajratib, mahalliy qishloq xo'jalik ekinlariga o'tkazish istiqboli ham yo'q emas. Respublikamizda bunday tadqiqot ishlarini bajarish imkoniyatlari mavjud.

### Sinov savollari

1. Biomuhandislik deb nimaga aytiladi?
2. Gibridoma hujayralariga ta'rif bering.
3. Monoklonal antitelalarning ahamiyati va ularni hosil qilish usullari.
4. O'simliklarning kallus holatiga ta'rif va uning ahamiyati.
5. O'simlik hujayrasining suspenziyasi va uning rivojlanishi.
6. Hujayralarning to'plami bo'lgan ekma modelida qanday ilmiy-amaliy ishlarni bajarish mumkin?
7. O'simliklardagi gibridlash usulining ta'rifi.
8. O'simlik fermentlarining mikroba enzimlaridan farqi.
9. O'simlik hujayralaridagi genetik transformatsiyasining ahamiyati.
10. Gen muhandisligining mohiyati.
11. Gen muhandisligida vektorning ahamiyati.
12. Genlar ajratishni qanday usullari mavjud?
13. DNK sintezida revertaza fermentining ahamiyati.
14. Gen muhandisligida plazmidalarning ishlatilishi.
15. Plazmidalar qanday holatda vektor sifatida ishlatiladi?
16. Qanday qilib genlar "kutubxona" sini yaratish mumkin?
17. Insulin gormonini gen muhandisligi asosida hosil qilish.

18. Gen-muhandislik usuli orqali somatotrop gormonini sintezlash.
19. Interferonlar turi, ularning ahamiyati.
20. Interferonlarni gen muhandislik usullari orqali sintezlash.
21. Vaksinatsiyaning ana'naviy va gen muhandislik usullari.
22. O'simlik hujayralarini tabiiy va sun'iy transformatsiyasi.
23. Gen muhandislik usulida liposomalarning ahamiyati.
24. Hayvon hujayralarini genetik transformatsiyasi.
25. Biologiya fanidagi inqilobiy o'zgarishlar.
26. Transgen o'simlik, hayvonlarni yaratish va bu jarayonga qarama-qarshi fikrlar.
27. Transgen o'simlik mahsulotlaridan dunyo aholisi qanday foydalanmoqda?
28. Transgen o'simliklarini O'zbekiston Respublikasida yetishtirish muammolari.
29. Tuzli muhitlarda transgenli qishloq ho'jalik o'simliklarini o'stirish istiqbollari.
30. O'simliklarni gibridlash usuli va klonlash texnikasi o'rtasidagi farqlar.

### **Biomuhandislik bo'yicha testlar**

1. Qaysi hujayralarning qo'shilishidan monoklonal antitelalar olinadi?
  - a) somatik hujayralarning qo'shilishidan ;
  - b) jinsiy hujayralarning qo'shilishidan ;
  - v) limfoidli to'qima va rak hujayralarining qo'shilishidan ;
  - g) epitelial hujayralarning qo'shilishidan.
2. Gibridlanishda tirik qoluvchi hujayralar :
  - a) barcha hujayralar ;
  - b) mielom hujayralar ;
  - v) limfoid hujayralar ;
  - g) gibrid hujayralar.
3. Monoklonal antitelalar qanday maqsadlarda foydalaniladi?
  - a) hujayra retseptorlarini aniqlashda ;
  - b) antigenlarni bog'lash uchun ;
  - v) mikroorganizmlarni zaharsizlantirishda ;
  - g) kasalliklarni aniqlashda.
4. Kallus qanday ma'noni anglatadi?
  - a) shakllanmagan hujayralar majmuasi ;
  - b) hujayralar suspenziyasi ;
  - v) o'simlikning bir qismi ;
  - g) somatik hujayralar yig'indisi.

5. O`simlik hujayralarini ozuqa ekmasiga o`tkazilganda uning biosintetik faoliyati o`zgaradimi?
- a) o`zgarmaydi ;      b) tezlashadi ;  
v) sekinlashadi ;      g) o`rtacha o`zgaradi.
6. Protoplastlarni olish usullari :
- a) hujayrani dezintegratsiya qilish orqali ;  
b) hujayra qobig`ini buzish orqali ;  
v) hujayra qobig`ini va sitoplazmatik membranalarni buzish orqali ;  
g) hujayra organoidlarini buzish orqali.
7. Fitopatogenlarning vazifasi nimadan iborat?
- a) hujayra sintezini to`xtatadi ;  
b) hujayra sintezini tezlashtiradi ;  
v) o`simlik hujayrasidagi biosintetik faoliyatga ta`sir qilmaydi ;  
g) simbioz holatda faoliyat ko`rsatadi.
8. O`simlikda regeneratlarni qanday hosil qilish mumkin?
- a) shok holatiga keltirib ;  
b) protoplastlarni birlashtirib ;  
v) o`simlik hujayrasiga nishonlangan atomlar ta`sir ettirib ;  
g) o`simlik hujayrasi qobig`ini buzib.
9. Gen muhandislik uslubi nima yordamida amalga oshadi?
- a) DNK ni sekvenirlash ;      b) RNK ni sekvenirlash ;  
v) oqsilning birlamchi strukturasi aniqlash ;  
g) hujayrani ozuqa muhitiga o`tkazish orqali.
10. Hujayra genomiga begona gen qanday kirgiziladi?
- a) oqsillar orqali ;  
b) kichik molekulali RNK orqali ;  
v) viruslar orqali ;  
g) plazmada orqali.
11. Organizm transformatsiyasi qanday amalga oshiriladi?
- a) achitqi hujayralari orqali ;  
b) hayvon hujayralari orqali ;  
v) E.coli orqali ;  
g) mielom hujayralar yordamida.
12. Somatotropin gormonini gen muhandislik usuli orqali olishda uning geni qayerdan olinadi?
- a) kimyoviy sintezlash orqali ;  
b) kimyoviy va fermentativ sintezlash orqali ;  
v) teskari transkriptaza usuli orqali ;  
g) gibridlash orqali.



13. Interferon oqsilini gen muhandislik usulida qaysi organizmdan olinadi?  
 a) o`simlik hujayralaridan ;                      b) E.coli hujayralaridan ;  
 v) hayvon hujayralaridan ;                      g) achitqi hujayralaridan.
14. O`simliklarda uchraydigan shish kasalliklari qanday paydo bo`ladi?  
 a) viruslar tufayli ;                                      b) plazmidalar tufayli ;  
 v) vektorlar orqali ;                                      g) RNK molekulasini orqali.
15. O`simlik hujayralarini transformatsiyaga uchratib, qanday natijalarga erishish mumkin?  
 a) shish kasalliklaridan holi qilinadi ;  
 b) hujayralarda metabolitik jarayonlar tezlashadi ;  
 v) atmosferadagi azotni o`zlashtiradigan o`simlik yaratish mumkin ;  
 g) o`simlik hosildorligini oshirish mumkin.
16. O`simlik hujayrasini qaysi usullar orqali transformatsiya holatiga keltiriladi?  
 a) harorat ta'sirida ;                                      b) kimyoviy yo`l orqali ;  
 v) protoplastlarga ultrabinafsha nur ta'sirida ;  
 g) mikroorganizm Agrobacterium tufayli.
17. Hayvon hujayralarini qanday usullar orqali transformatsiya qilinadi?  
 a) virus DNK si orqali ;                                      b) virus RNK si orqali ;  
 v) mikroob oqsillari orqali ;                                      g) o`simlik hujayralari orqali.
18. Transgen hayvonlarni olish usullari :  
 a) spermatozoidlar transformatsiyasi ;  
 b) tuxum hujayrasini transformatsiya qilish orqali ;  
 v) zigota genomini modifikatsiya qilish orqali ;  
 g) mikroob genomini hayvon hujayrasiga kirgizish orqali.
19. Genlarni fermentativ olish usuli qanday tizimga asoslangan?  
 a) ferment ta'sirida mononukleotidlardan DNK molekulasini sintezlash ;  
 b) teskari transkriptaza fermenti ishtirokida i-RNK molekulasida genlarni sintezlash ;  
 v) restriktaza fermenti ta'sirida DNK fragmentlarini ajratish asosida ;  
 g) oqsil molekularining domeni asosida sintezlash.
20. Rak hujayralari o`shishini nima sababdan monoklonal antitelalar to`xtatadi?  
 a) rak hujayralaridagi yadroga ta'siri tufayli ;  
 b) rak hujayralaridagi retseptorlarga ta'siri tufayli ;  
 v) rak hujayralariga keladigan qon tomirlariga ta'siri tufayli ;  
 g) rak hujayralaridagi mitoxondriyalarga ta'siri tufayli.

21. Gen muhandislik asosida qanday moddalar olinmoqda?  
 a) insulin, interferon ;      b) pepsin, adrenalin ;  
 v) xemotripsin, tripsin ;      g) gemogloblin, fibroin.
22. Transgen o`simliklar dunyo aholisiga qanday mahsulotla yetishtirmoqda?  
 a) soya, makkajo`xori, paxta va 80 dan ortiq genomi o`zgartirilgan o`simlik mahsulotlari ;  
 b) shaftoli, o`rik, yong`oq ;  
 v) qulupnay, uzum, poliz mahsulotlari ;  
 g) anjir, anor, qovun.
23. Klonlangan o`simlik bilan gibrid navlarini farqi bormi?  
 a) farqi yo`q ;      b) farqi bor ;      v) klonlangan o`simlik serhosil ;  
 g) ikki xilining ham sog`liqqa zarari yo`q.
24. Transgen o`simliklar O`zbekiston Respublikasiga zarurmi?  
 a) yerlarimiz sho`rlangan bo`lganligi uchun kerak ;  
 b) kerak emas, chunki ular xavfli ;  
 v) maxalliy navlarimiz hosildor ;  
 g) transgen o`simliklar zaminimizda o`smaydi.
25. Sho`rlanish necha foiz bo`lguncha transgen o`simlik o`sa oladi?  
 a) O`zbekiston tuproqlarining 3-7% sho`rlangan, transgen o`simlik esa 15% sho`rlangan muhitda ham o`sa oladi ;  
 b) sho`rlangan muhitda transgen o`simlik o`sa olmaydi ;  
 v) sho`rlangan muhitda transgen o`simlik o`sa olsa ham hosil bermaydi ;  
 g) sho`rlangan yerlarda transgen o`simliklarni o`stirish istiqboli yo`q.
26. Respublikamiz hududida qaysi o`simliklarning genomini sho`rhok muhitga chidamli nav yetkazishda foydalanish mumkin?  
 a) galofitlar jumladan, saksovullardan ;      b) mahalliy navlardan ;  
 v) bunday navlar yo`q ;      g) kserofit o`simliklardan.

## Biokimyo fanidan tavsiya etilgan testlarning javoblari

### I BOB

1-v; 2-b; 3-b; 4-v; 5-b; 6-v; 7-a; 8-g; 9-v; 10-v; 11-v; 12-b.

### II BOB

1-b; 2-g; 3-v; 4-v; 5-a; 6-v; 7-a; 8-a; 9-b; 10-a; 11-v; 12-a; 13-v; 14-a; 15-b; 16-v; 17-a; 18-a; 19-a.

### III BOB

1-a; 2-g; 3-v; 4-a; 5-a; 6-v; 7-a; 8-g; 9-g; 10-b; 11-a.

### IV BOB

1-g; 2-b; 3-a; 4-a; 5-a; 6-b; 7-v; 8-v; 9-a; 10-v; 11-v; 12-b; 13-g; 14-a; 15-a.

### V BOB

1-a; 2-a; 3-g; 4-b; 5-d; 6-v; 7-g; 8-v; 9-v; 10-v; 11-a; 12-b; 13-a; 14-a; 15-a; 16-a.

### VI BOB

1-b; 2-a; 3-b; 4-b; 5-a; 6-a; 7-b; 8-v; 9-v; 10-v; 11-v; 12-a; 13-b; 14-v; 15-v.

### VII BOB

1-a; 2-a,g; 3-b, v; 4-v; 5-v; 6-g; 7-a; 8-v; 9-v,g,d; 10-a; 11-a; 12-g; 13-b; 14-b; 15-a,g; 16-v.

### VIII BOB

1-g; 2-a; 3-v; 4-a; 5-v; 6-a; 7-v; 8-b; 9-a,g; 10-d.

### IX BOB

1-a; 2-b; 3-a; 4-b; 5-v; 6-g; 7-v; 8-b; 9-g; 10-a,b; 11-g; 12-b, v; 13-b; 14-b; 15-a; 16-g; 17-v; 18-v; 19-a.

### X BOB

1-b; 2-a; 3-v; 4-b; 5-g; 6-a; 7-b; 8-v; 9-a; 10-a.

### XI BOB

1-g; 2-v; 3-a; 4-v; 5-a; 6-b; 7-b; 8-v; 9-b; 10-b; 11-b; 12-v; 13-a; 14-a; 15-a; 16-a,g.

### XII BOB

1-a; 2-g; 3-v; 4-v; 5-a,v,b; 6-d; 7-g; 8-a; 9-a; 10-a,b; 11-a; 12-g; 13-a; 14-v; 15-a; 16-v,g; 17-g; 18-a; 19-v" 20-v; 21-a; 22-b,g; 23-b; 24-b; 25-d; 26-b,v; 27-b,g; 28-a,v; 29-g; 30-g; 31-b,g.

### XIII BOB

1-b; 2-v; 3-g; 4-v; 5-b,g; 6-a; 7-b,g; 8-g; 9-b; 10-a; 11-a,b,v,g; 12-g; 13-b; 14-a; 15-b,g; 16-a; 17-b,v; 18-g; 19-v.

XIV BOB

1-b; 2-b; 3b,g; 4-v,g; 5-v,g; 6-a; 7-a; 8-a; 9-a,v; 10-b; 11-a,v; 12-b,v,g.

XV BOB

1-v; 2-b; 3-g; 4-a; 5-a,b,v; 6-b; 7-a; 8-v; 9-a; 10-b; 11-g; 12-b; 13-v; 14-v;  
15-b; 16-a; 17-a; 18-a; 19-a.

XVI BOB

1-a; 2-a; 3-v; 4-a; 5-b; 6-v; 7-a; 8-b; 9-a; 10-a; 11-a; 12-b; 13-a; 14-a; 15-a;  
16-a; 17-b; 18-b; 19-b; 20-a; 21-a; 22-a; 23-a.

XVII BOB

1-a; 2-a; 3-a; 4-a; 5-a; 6-a; 7-a; 8-a; 9-a; 10-a; 11-a; 12-a.

XVIII BOB

1-v; 2-g; 3-v; 4-b; 5-a; 6-v; 7-b; 8-b; 9-a; 10-v; 11-a,v; 12-v; 13-g; 14-b;  
15-v; 16-g; 17-a; 18-b; 19-b; 20-b; 21-a; 22-a; 23-b; 24-a; 25-a; 26-a.

## Predmet ko'rsatkichi

### A

Abssiz kislota 136.  
Avidin 126, 131  
Avitaminoz 125, 126, 128, 131  
Avtotrof 249, 265  
Adenilatsiklaza 138, 140, 251  
Adenin 67, 73, 75, 238, 241  
Adenozin 67, 68, 80, 136, 149, 229  
Adrenalin 136, 137, 167, 206  
Adrenokortikotrop gormon 138  
AKTG 133  
Azot asoslari 65, 72, 73, 101, 104, 126, 190, 213, 219, 232, 250,  
Akonitaza 182  
Alanin 22, 23, 54, 173, 205, 211, 231  
Alkaloidlar 105, 264  
Alkoholdehidrogenaza 53, 185, 266  
Allosterik 45, 167, 254  
Almashmaydigan aminokislotalar 22, 23, 207, 212, 255  
Albuminlar 17, 32, 35, 80  
Aldoeksozalar 82, 83  
Aldolaza 186  
Aldosteron 139  
Amidazalar 58  
Amilaza 45, 53, 58, 165  
Aerob oksidlanish 157, 166, 172  
Amiloza 90, 91, 183  
Amilopektin 90, 91, 165, 183  
Amilolitik fermentlar 165  
Aminlanish 47, 54, 207  
Aminokislotalar 5, 17, 18-37, 47, 59, 103, 113, 123  
Aminoasiladenilat 238  
Aminoasil markaz 245

Aminotransferazalar 54, 56, 57, 124, 207  
Anabolizm 145, 146, 195  
Anaerob 167, 178, 180  
Androgenlar 139, 140  
Andosteron 139  
Anionlar 10, 11, 114, 135  
Anobolizm 145  
Antibiotiklar 24, 244, 266  
Antigen 18, 259, 261  
Antitela 18, 259, 260, 270  
Antikodon 232-238  
Antiport 114, 115  
Apoferment 44, 47, 154  
Araxidon kislota 97, 99, 102, 129, 140  
Arginin 22, 35, 206, 207, 251  
Askorbin kislota 119, 124, 141  
Asparagin 19, 22, 35, 45, 58, 205, 208, 209, 250-252  
Assimetrik uglerod atomi 21, 83, 84  
ATF 3, 5, 13, 57-61, 69, 110, 113, 114, 138, 145-148, 150-169, 178, 193-195, 199, 200, 209, 215, 220, 228, 238, 250  
Attenuator 242  
Autotroflar 248, 252  
Asetil koenzim A 179, 180

### B

Bazedov kasalligi 143  
Beri-beri kasalligi 119, 121  
Biologik oksidlanish 153, 157,  
Biopolimerlar 8, 9, 17, 64, 81, 90, 145, 214, 249, 252  
Biosfera 81, 172

Biotexnologiya 3, 6, 64, 213, 261, 267, 272, 273  
Biotin 120, 125, 126, 195  
Bioenergetika 5  
Bipolyar ionlar 22  
Biqatlam (bisloy) 112, 115,  
Buyrak usti bezlari 122, 131-138, 206  
Butiril-KoA 196  
Buqoq bezi gormoni 131, 142

## D

Daktiloskopiya 6, 64, 274  
Degidrogenazalar 53, 55, 56 122, 159, 171, 174, 200, 270  
Dezaminlanish 207, 208, 209  
Dezoksiriboza 65, 67, 68, 69, 78, 214, 250  
Dezoksiribonukleaza 213  
Dezoksiribonuklein kislota 70  
Dezoksiribonukleoprotein 39  
Dezoksixol kislota 189  
Dekarboksilaza 59, 121, 124, 173, 208  
Dekarboksillanish 59, 173, 174, 176, 178, 193, 198, 208 Denaturasiya 33, 34, 50  
Detoksikatsiya 126  
Diabet 134, 267  
Diyodtirozin 20  
Dimerlar 219  
Dipeptid 24, 206, 236  
Dipeptidazalar 206  
Dipol pardasi 9, 32  
Disaxaridlar 88, 89, 165  
Diskriminatorlar 221  
Dissimilyatsiya 148  
Disulfid bog'i 23, 25, 26, 32, 33, 132, 133, 239  
Dixotomik parchalanish 167, 251, 253  
DNK sintezi 64, 215, 218, 220, 244

DNK -ga bog'liq RNK polimeraza 214, 217, 220, 221, 243, 262  
DNK-giraza 215  
DNK-ligaza , 216, 219, 266,  
DNK-polimeraza 216, 217, 218, 266  
DNK-replikasiyasi 66, 73, 215, 216-218, 219  
Domen 28, 29

## E

Endositoz 115  
Ekzonlar 213, 222, 223  
Ekzopeptidazalar 205  
Ekzositoz 115, 240  
Elektrostatik bog' 30, 33  
Elektrokimyoviy potensial 112, 113, 160  
Elongatsiya 195, 215, 217, 221, 228, 235, 236, 239  
Endokrin bezlar 5, 6, 131, 132  
Endonukleazalar 205, 213, 215, 219, 266, 271  
Endopeptidazalar 205  
Endorfinlar 135  
Endoplazmatik to'r 192, 196, 199  
Enzim-substrat kompleksi 45  
Enkefalin 135  
Enxanseralar 221  
Erkin energiya 138, 147, 149  
Eritroza-4-fosfat 251  
Esterazalar 53, 58, 189  
Estradiol 139, 150  
Estriol 138  
Etanol 102, 169, 195  
Etanolamin 102, 103, 173, 197  
Etilen 131

Eukariotlar 14, 70, 76, 109, 158, 195  
199, 215, 217, 221, 222, 243, 244  
Enzimologiya 5, 43, 53

## F

Fagositoz 115  
Faglar 70  
Faollanish energiyasi 46  
Fenilalanin 20, 23, 205, 206, 229, 252  
Fenol 64, 211  
Fermentlar 17, 43, 44, 54  
-enzimlar 44, 54  
-aktivator va ingibitorlari 50, 51, 52  
-allosterik markaz 45, 46  
-klassifikatsiyasi 54  
-noorganik katalizatorlardan farqi  
43, 44  
-nomenklaturasi 53  
-spetsifikligi 51, 52, 53  
-substrat markaz 45, 46, 47  
-taʼsir etish mexanizmi 48  
-faol markaz 45, 46, 50, 52, 228  
Fibroblastlar 261, 268  
Fibroin 253  
Fitol 128  
Fitogormonlar 105, 131, 271  
Flavinadenin dinukleotid (FAD) 55, 56,  
154-157, 161, 174, 176, 179, 200  
Flavin fermentlar 129, 154, 155, 156  
Flavoproteinlar 37, 155  
Fol kislotasi 52  
Fosfataza 181, 184, 197, 266  
Fosfatidilxolin 103, 198  
Fosfatidiletanolamin 197, 198  
Fosfatidilinozitol 104  
Fosfolitserat aldegid 145, 168, 169,  
178, 181, 199  
Fosfolitseratkinaza 180

Fosfogliserin 57, 148, 169,  
170, 178-181, 199, 249, 253  
Fosfolipazalar 103, 140, 190  
Fosfoproteinlar 36  
Fosforibozilpirofosfat 254  
Fosforilaza 57, 166, 167  
Fosforoliz 58, 166, 167  
Fosfofruktokinaza 180, 254  
Formilmetionin 234, 236  
Fotosintez 37, 90, 180  
Fruktozo-1,6-difosfat 168, 181  
Funksional guruhlar 11, 12,  
33, 45, 50  
Fumar kislotasi 53, 59, 176, 177  
Furanozalar 67, 85, 90

## G

Galaktoza 36, 87, 89, 94, 165,  
240, 262  
Galaktozamin 36, 94  
Galakturon kislotasi 87  
Galofitlar 276, 282  
Gangliozidlar 105  
Geksozalar 80, 82, 83, 85, 251  
Geksokinaza 180  
Gemoglobin 17, 26, 29-32,  
37, 39, 156  
Gemoproteinlar 37, 38, 39,  
154  
Gen 3, 4, 5, 7, 14, 45, 64, 70,  
78, 114, 130, 137, 212, 240,  
255, 260, 262-273  
Genetika 4, 6, 213, 273  
Genetik kod 14, 64, 230-233,  
273  
Genom 5, 6, 70, 220, 262,  
265, 269, 271-277

- Genlarning ekspressiyasi 35, 240, 243, 267  
 Geparin 90, 93, 94  
 Geterotrof organizmlar 148, 249, 255, 256  
 Gialuron kislota 90, 93, 94, 124  
 Gibrid 82, 214, 255, 261, 264, 268, 278, 279  
 Gibridoma 259  
 Gibberelin 131  
 Gidrofob 9, 27-36, 45, 97, 102, 110, 112, 161, 239  
 Gidrofil 9, 27, 29, 33, 36, 102, 110, 112, 113  
 Gidrokortizon 138, 139  
 Gidrolazalar 54, 57, 58  
 Gipervitaminoz 120  
 Gipoksantin 65, 259  
 Gipotalamus 132  
 Gipofiz 131-135, 268  
 Giraza 216  
 Gistamin 208  
 Gistidin 22, 45, 207, 251, 252  
 Gistonlar 35, 70, 75, 243  
 Glikozidlar 67, 105, 264  
 Glikogen 90, 91, 133, 134, 137, 139, 165, 171, 180, 183, 184  
 Glikogenez 182  
 Glikogenoliz 166  
 Glikogensintetaza 182, 183, 184, 254  
 Glikogenfosforilaza 166, 167, 254  
 Glikozid bog'lari 45, 58, 67, 81, 86, 90, 93, 165,  
 Glikoliz 61, 148, 168, 169, 171, 178, 180, 190, 268,  
 Glikolipidlar 8, 82, 104, 110  
 Glikoproteinlar 8, 35, 36, 82, 110, 239, 261  
 Glitserin 9, 21, 57, 83, 99, 100, 104  
 Glitserofosfat 190, 194, 196  
 Glitsin 21, 22, 24, 35, 232  
 Globin 17, 26, 29, 31, 37, 38, 156  
 Globulinlar 18, 28, 35, 70  
 Glutamin kislota 19, 22, 45, 132, 205, 208, 252  
 Glyutation 24, 44, 141  
 Glyutilen 18  
 Glyukagon 135, 136, 167  
 Glyukoza 36, 46, 57, 82, 85, 88, 90, 91, 104, 115, 133, 135, 165, 166  
 Glyukozamin 36, 88, 93  
 Glyukozidaza 165, 185  
 Glyukoza-1-fosfat 135, 166, 182  
 Glyukoza-6-fosfat 166, 167, 168, 250  
 Glyukokinaza 186  
 Glyukoneogenez 180, 181, 182, 190  
 Glyukuron kislota 87, 93, 94, 211  
 Gomeostaz 131, 149, 150, 255  
 Gomopolisaxaridlar 90  
 Gonodotrop gormonlar 128, 132  
 Gormonlar 17, 24, 69, 104, 113, 122, 131, 132, 134, 135, 137, 138, 139, 167  
 Guanidin 22  
 Guanozintrifosfat 78  
 Guanil kislota 68, 69

## H

Hujayra 3-13.....



-organoidlari 8, 13, 60, 61, 64, 76, 109, 175, 259  
-yadrosi 64, 138, 140, 272, 273  
Hayvon hujayrasi 114, 272

## I

Izoelektrik nuqta 22, 33  
Immunoglobulin 18, 28, 31, 70  
Izoalloksazin 36, 122, 155  
Izozimlar 45  
Izoleytsin 20, 21, 26, 205, 229, 232, 251  
Izolimon kislota 175, 176  
Izomerazalar 54, 59, 75, 181, 216, 250  
Izopren 128, 156, 249, 253  
Izositrat 176, 179, 254  
Izositratdegidrogenaza 176, 179, 254  
Invertaza 165  
Ingibirlash 242  
Indol 211, 244  
Inozit 104, 198  
Insulin 25, 134, 135, 166, 182, 194, 267, 268  
Interferon 261, 268, 269, 270  
Intronlar 223  
Introduksiya 278  
Inisirovchi kodon 231, 232, 234, 237  
Informoferlar 224  
Inisiatsiya 215, 218, 223, 228,

## K

Kazein 36, 205  
Kalsitonin 136  
Kallus 262, 264  
Kalsiferol 120, 127  
Kalsiyli nasos 114

Karbon kislota 12, 18, 57, 97, 172, 174, 175, 200, 244, 252  
Karnitin 192  
Karboksilaza 59, 121, 124, 126, 173, 195  
Karotinlar 36, 127, 253  
Katabolizm 145, 146, 165, 174, 175, 208, 254  
Karboksipeptidaz 206, 207  
Kardiolipin 104, 198  
Kataliz 43, 46, 47, 50, 53, 57, 121, 158, 166, 195, 207, 209, 214, 223  
Katalaza 32, 155  
Katalitik markaz 45, 49  
Kationlar 10, 11, 22, 114, 135, 167  
Ketogeksozalar 82  
Ketoazalar 82, 83, 84, 85  
Ketokislotalar 47, 48, 207, 208, 251  
Keton tanachalar 193, 194  
Kefalinlar 102, 135  
Kionlash 2, 6, 64, 264, 272, 274  
Kobalamin 120, 124  
Kodonlar 231, 232, 234, 236, 237  
Kodianish tizimi 231  
Kollogen 18, 27  
Konformasiya 26, 27, 29, 113, 134, 239  
Komplementar 72, 215, 220, 223, 232, 235, 237, 266  
Kompartment 146  
Kortikosteroidlar 124, 133, 138, 139, 182  
Koferment 8, 44, 47, 53-60, 87, 119-121, 146, 154-156,

163, 169, 171, 173, 174, 195, 197, 208, 240

Koenzim A 44, 57, 173, 176, 192, 251

Kraxmal 45, 53, 82, 89, 90, 91, 165

Kreatinfosfat 148, 149, 211

Krebs sikli 137, 140, 158, 174, 175, 177-180, 193, 200, 209, 254

Kriminalistika 64, 274

Ksantin 65, 66, 259

## L

Laktaza 89, 165

Laktat 54, 56, 133

Laktatdegidrogenaza 54, 171

Laktoza 89, 90, 240, 241, 242

Laktam-laktim 66

Laktotrop gormon 133

Langerxans orolchalari 134, 135

Levuloza (fruktoza) 46, 57, 90, 149, 168, 181

Leykositlar 265

Leysin 19, 23, 180, 205, 229, 232, 233, 251

Lesitin 102

Ligazalar 54, 60, 250, 266

Ligand 53, 261

Lizin 20, 22, 23, 35, 45, 133, 206, 207, 231, 233, 243, 248

Lizosomalar 8, 13, 115, 146, 204, 240

Lizofosfatidilxolin 103

Limon kislotasi (sitrat) 135, 174, 175

Linkyorlar 267

Liposomlar 115, 271

Lipidlar 6, 7, 37, 97-109, 115, 122, 136-147, 157, 164, 188, 189, 190, 194, 246, 249, 250, 252

Lipoy kislotasi 173, 174, 176

Lipofil 97

Lipolitik fermentlar 139, 188

Lyuliberin 132

## M

Makrobiogenli elementlar 7

Makromolekulalar 8, 9, 11, 17, 27, 33, 36, 109, 144, 215, 219, 228, 249, 251

Malat 177

Malatdegidrogenaza 177, 179

Malonil-KoA 195, 196

Mahtoza 89

Matrisa 78, 213, 214, 216, 218, 226

Matriks 18, 93, 154, 158, 160, 191, 192

Mannoza 36, 87, 90, 165

Mevalonat 199

Mediator 69, 112, 124, 131, 135, 136, 204, 208

Membrana reseptorlari 29, 36, 105, 109

Melonin 227

Melanosit stimullovchi gormon 131

Membranalar 6, 17, 24, 98, 109, 110, 114, 153, 158, 192, 196, 240, 254

Metabolizm 4, 5, 13, 52, 69, 113, 134, 144, 145, 158, 174, 180, 204, 207, 250, 262, 270

Metalloproteinlar 35, 36, 44, 127

Metilsitozin 66

Metionin 20, 23, 35, 45, 198, 207, 232, 236, 251, 267

Micelomalar 259

Mikrobiogenli elementlar 7

Miksedema 137, 143  
Minor asoslar 65, 77, 79, 110  
Mioglobin 26, 27, 31  
Miozin 18  
Mitoxondriya 8, 13, 36, 60, 64, 75, 76,  
114, 146, 150, 154, 157  
Mixaelis-Menten konstantasi 46, 48, 49  
Moy kislota 193, 194, 196  
Monoklonal antitelalar 260, 261, 262  
Mononukleotidlar 68, 76, 122, 213,  
231  
Monosaxaridlar 57, 81, 82, 83, 84, 85,  
86, 88, 165, 250  
Mochevina 34, 53, 145, 204, 208, 210  
Mukopolisaxaridlar 57, 58, 82, 90, 107  
Murtak 204  
Murakkab oqsillar 35, 36, 44, 127, 240  
Multimer 31, 45  
Mumlar 98, 101

## N

NAD 44, 55, 56, 171  
NADF.113, 154, 196, 207, 213  
Natriy-kaliyli nasos 115  
Naftoxinonlar 128  
Neyromediatorlar 69, 112, 124, 135,  
136, 204, 208  
Neyropeptidlar 260  
Neytral yog'lar 99, 100, 127, 186  
Nikotinamid-adenin-dinukleo-  
tid(NAD) 55, 56, 119, 153  
Nikotin kislota 55, 120, 121, 123  
Noradrenalin 136, 137  
Nuklein kislotalar 4, 5, 6, 14, 32, 35,  
39, 61, 64, 68, 69, 70  
-almashinuvi 139, 146, 204, 213, 214  
Nukleozidlar 57, 66, 67, 213  
Nukleoprotein 8, 31, 35, 213, 227  
Nukleotidazalar 80, 223

Nukleotidlar 44, 67, 68, 69,  
72, 75

## O

Ovalbumin 18, 36  
Oddiy oqsillar 35, 36  
Okazaki bo'lakchalari 216,  
217  
Oksidlanish 37, 39, 54, 56, 60,  
69, 86, 87, 98, 122, 128, 138,  
145, 146, 153  
Oksidlanishli fosforlanish 158,  
159, 174, 179, 200, 250, 253  
Oksibutiril-KoA 196  
Oksigemoglobin 35  
Oksidoreduktazalar 54, 55,  
129, 153  
Oksimoy kislota 193, 194  
Oksiprolin 20, 21,  
Oligosaxaridlar 81, 88, 165,  
182, 183  
Oligobiogenli elementlar 7  
Olma kislota 177  
Onkogen 261  
Operon 240, 241, 242  
Ornitin 99, 209, 210  
Oshqozon osti bezi 26, 131,  
134, 135, 189, 213, 214  
Orot kislota 65  
Operon gipotezasi 240, 241,  
242  
Oqsillar 5, 6, 10, 13, 17, 18,  
20, 21, 23, 27, 33, 34, 35, 64  
Oqsillar strukturasi 25  
-birlamchi strukturasi 26, 36  
-ikkilamchi strukturasi 26, 27  
-uchlamchi strukturasi 29, 30  
-to'rtlamchi strukturasi  
30, 31, 32,

## P

Palmitin kislota 101, 195, 196  
Paraaminobenzoy kislota 52  
Paradigma 273  
Paraseksual gibridoma 263, 264  
Pektin moddalar 90, 91, 92, 93  
Pellagra 123  
Pentoza 67, 73, 82, 145, 165, 167, 250  
Pepsin 27, 50, 53, 205  
Pepsinogen 205  
Peptidazalar 205, 206  
Peptidil markaz 76, 230, 234, 236  
Peptidiltransferaza 236, 238, 244  
Pereaminlanish 47, 124, 207, 211, 250  
Peroksidaza 155  
Piranoza 85, 89  
Proteoliz 135, 204  
Protomer 30, 31, 32, 44, 45  
Protoplast 263, 264, 271  
Propion kislota 37  
Prostaglandinlar 129, 140, 141, 188  
Protaminlar 36  
Proteinkinaza 167  
Proton o'tkazuvchi kanal 161  
Profermentlar 205, 206  
Pseudouridin 65, 78  
Purin asoslari 65, 71, 77, 126, 209, 214, 219, 249, 250  
Piridoksal 54, 108, 123, 207, 250  
Piridoksin 120, 123  
Pirimidin asoslari 65, 66, 68, 71, 77, 121, 213, 249, 250  
Piridin 55, 154, 155  
Pirouzum kislota 56, 121, 145, 148, 171, 173, 178, 180, 193, 200, 207, 249  
Pirrol halqasi 124  
Pirofosfat 54, 148, 149, 250  
Pirofosfatazalar 229

Piruvatkarboksilaza 121  
Piruvatkinaza 180  
Plazmalogenlar 104  
Plazmatik membrana 105, 109, 112, 114, 115, 166, 240  
Plazmidalar 217, 218, 266, 267, 270  
Polimeraza 140, 214, 216, 221, 223, 241, 242  
Polinevrit 121  
Polipeptidlar 24-36, 45, 76, 132, 133, 134, 161  
Polipeptid zanjir sintezining inisiasiyasi 249, 251, 252  
Polisaxaridlar 57, 58, 81, 82, 87, 88, 90, 91, 115, 182, 249, 253, 261  
Polisomalar 227, 238  
Polizoprenoidlar 249, 253  
Porfirin 36, 37  
Progesteron 139, 140  
Proinsulin 268  
Proiaktin 133  
Prolaminlar 18  
Pronukleus 272  
Promotor 221, 241, 242, 267, 270

## Q

Qand kislota 86  
Qahrabo (suksinat) kislota 155, 176, 179, 210

## R

Rafinoza 95  
Raxit 120, 127  
Reaksiyalar

-endergonik 147  
-ekzergonik 147, 159  
Revertaza 266  
Reaktor 275  
Regulyasiya 110, 132, 135, 144, 191,  
204, 241, 242, 244  
-fermentlar faolligi 9, 11, 50, 184  
Rekognisiya 228  
Reparasiya 216, 219, 220  
Replikativ ayri 216  
Repressor 241, 242  
Restriktazalar 213, 214, 266, 267  
Retinol 126, 127  
Ribitol 87, 122  
Riboza 8, 65-78, 87, 154, 214, 229  
Riboza-5-fosfat 250, 251  
Ribozimlar 223  
Ribonukleazalar 25, 27, 213, 217  
Ribonukleotidlar 68, 69, 70  
Ribosomalar 8, 13, 64, 76, 78, 146,  
220, 222-234, 235, 238  
Riboflavin 56 87, 120, 121  
RNK 61-78, 140, 213, 214, 238-244,  
250, 253, 261, 270,  
RNK polimeraza 140, 220, 221, 243  
Radopsin 126  
Riplikon 218  
Ritsin 262

## S

Satelit 71  
Saxaroza 46, 57, 89, 90  
Sedimentasiya 35  
Serin 22, 28, 36, 45, 103 Serotonin 206  
Selektiv 36, 52, 109, 113, 245, 250,  
254, 262  
Sial kislota 105  
Simport 114, 115, 165

Sintetazalar 54, 60, 159, 209,  
210, 212, 228  
Sirka kisloata 172-175, 191,  
249, 252  
Skatol 211  
Skvalen 199  
Skorbut 124  
Sovunlanish soni 101  
Somatik gibrid 264, 265  
Somatostatini 132  
Sorbit 87  
Sorbsiya 144  
Speyser 71  
Splyasing 223, 224, 244  
Splyasosomalar 223  
Spirtli achish 168  
Stereoizomeriya 83  
Steroidlar 9, 105, 113, 138,  
140, 198  
Sterinlar 199  
Streptomisin 244  
Suksinatdegidrogenaza 155,  
176, 179  
Suksinil-KoA 175, 176  
Sfingozin 104  
Siydik kislota 145  
Sut kislota 56, 137, 168, 171,  
180  
Superspiral 74, 75

## S (II)

Svitterion 33, 35  
Sellyuloza 82, 92, 93, 251  
Serebrozidlar 105  
Seril spirt 101  
Setil spirt 101  
Sianokobalamin 120, 124

Siklopentanopergidro-fenantren 105,  
138  
Singa 124  
Sis-akonit kislota 175  
Sistein 20-25, 45, 134, 157, 229, 232,  
239, 251, 252  
Sistin 223, 251  
Sitidil kislota (SMF) 68  
SDF 197, 251, 253  
STF 69, 147, 197, 219, 248  
Sitokinin 131  
Sitozin 65-67, 71-73, 78, 232  
Sitoxromlar 129, 154, 156, 157  
Sitrat 175, 176, 179, 254,  
Sitrullin 210  
Sionobakteriyalar 109  
Sitostatik moddalar 268

## T

Tandemlar 71  
Taurin 189  
Tautomer 47, 65, 66  
Tebranish fenomeni 232  
Telomerazalar 219  
Teskari transkriptaza 214, 219, 266,  
268, 270  
Testesteron 139  
Temiroltingugurtli oqsillar 157  
Termodinamik qonunlar 146, 149, 178  
Terminasiya 215, 218, 222, 228, 233,  
237, 238  
Tetrozalar 82  
Tiamin 120, 121, 173  
Timidil kislota 68  
Timin 65, 67, 71, 73, 78, 207, 219  
Timus 268  
Tiroliberin 132  
Tirozinaza 134, 227

Tiroksin 136, 137, 206  
Tiofen 125  
To'qimalarning nafas olishi 5,  
37, 148  
Tokoferol 120, 127, 128  
Topoizomerazalar 75, 216,  
250  
Transaminazalar 207  
Transkripsiya 73, 74, 138,  
140, 220, 221  
Transmembrana 113, 114,  
145, 160, 161, 254  
Translokasiya 236, 238, 244,  
246  
Translyatsiya 69, 78, 223,  
228, 233, 234, 235, 242, 244  
Transpozon 271  
Transgen o'simlik va  
hayvonlar 3, 6, 64, 218, 270,  
272, 273, 274, 275, 277  
Transferazalar 56, 57, 166,  
192, 202  
Treonin 20, 21, 45, 207, 229  
Trombositlar 141  
Trigliseridlar 58, 189, 190,  
194, 196, 197, 199, 252  
Triozalar 82, 167, 168  
Tripeptid 24, 132  
Tripletlar 77, 226, 231, 232,  
233, 237  
Tripsin 53, 205, 206  
Triptofan 20, 23, 35, 45, 123,  
205, 206, 211, 232, 242, 247,  
Tristearin 199, 200  
Tuxumdon 131, 132, 140

## U

Ubixinon 120, 128, 129, 154-156  
Uglevodlar 4, 6, 13, 21, 35, 36, 57, 58,  
60, 65, 67, 81, 98  
-almashinuvi 119, 123, 128, 136,  
165, 167, 184, 249  
-aerob oksidlanishi 172,  
-yog'larga aylanishi 122, 204  
UDF-glyukoza 57, 182, 251, 253  
Ultramikrobiogenli elementlar 7  
Urug'don 130, 131, 138  
Ultrabinafsha nurlari 32, 66, 219  
Uniport 114  
Ureaza 53  
Uron kislotalar 87, 90, 93, 211

## V

Valin 19, 23, 207, 231, 244, 251  
Vazopressin 134, 136  
Vakuolalar 13, 61, 264  
Vektorli molekulalar 265, 266  
Vitamerlar 119, 123, 126  
Vitamin 5, 7, 44, 100, 105, 113, 119  
-yog'da eriydiganlari 126, 130  
-suvda eriydiganlari 120, 121  
-A (antiseroftalmik) 126  
-B<sub>1</sub> (antinevritik) 57, 121  
-B<sub>2</sub> (riboflavin) 122, 154  
-B<sub>6</sub> (piridoksin) 123  
-B<sub>12</sub> (antianemik) 124, 125  
-C (askarbin kislota) 124  
-D (kalsiferol) 127  
-E (tokoferol) 128  
-H (biotin) 126  
-K (antigemorragik) 128  
-PP (antipellargik) 123, 127

Vodorod bog'lari 8, 22, 30,  
46, 72, 78, 92

## X

Xelikazalar 215, 216, 222  
Xeiosmotik gipoteza 159  
Ximozin 205  
Ximotripsin 27, 28, 206  
Ximotripsinogen 206  
Xitin 96  
Xloroplastlar 60, 64, 75, 76,  
110, 150, 271  
Xolat kislota 189  
Xolesterin 105, 106, 129, 189  
Xolin 103, 189, 198, 251, 253  
Xolinfosfatidlar 103, 198  
Xoloferment 44, 47, 53, 55  
Xromatin 75, 140  
Xromosomalar 13, 70-75, 140,  
218, 219, 267, 270, 271  
Xromoproteinlar 35, 36, 37,  
156, 157  
Xromatoforli bakteriyalar 110

## YO

Yog'lar 5, 6, 9, 36, 69, 97-  
101, 102-110, 123, 137-148,  
188, 194, 197, 249  
Yog' kislotalar 192, 255  
- o't kislotalar 188, 189,  
198  
Yod tutuvchi aminokislotalar  
142  
Yodtirozinlar 20, 141, 146  
Yodtironinlar 137  
Yenol 23

**Yu**

Yuqori energiyali birikmalar 149

**Ya**

Yadro 8, 13, 14, 15, 29, 37, 39, 64, 76,  
138, 146, 223, 272

Yadrocha 13, 76

Yarimasetal 85, 86, 88

**Z**

Zamburug'lar 24, 43, 71, 86, 88, 90,  
122, 160, 275

Zimogen 189, 205

**O'**

O'roqsimon hujayra

kamqonligi 26, 124

O'simlik hujayralari 146,

255,258, 260, 261, 267

**Sh**

Shifr-kod 54, 230

**Ch**

Chargaff qoidalari 70, 80



## ADABIYOTLAR

1. Yo.X.To'raqulov. Bioximiya, Toshkent, "O'zbekiston", 1996.
2. A.Qosimov, Q.Qo'chqorov, S.Teshaboyev. Bioximiya, Toshkent, "O'qituvchi", 1988.
3. A.Imomaliyev, A.Zikriyoyev. O'simliklar bioximiyasi, Toshkent, "Mehnat", 1987.
4. Yu.B.Filippovich. Osnovi bioximii, Moskva, "Visshaya shkola", 1985.
5. I.K.Proskurina. Bioximiya, Moskva, "VLADOS PRESS", 2001.
6. V.P.Komov, V.N.Shvedova. Bioximiya, Moskva, "DROFA", 2004.
7. A.S. Konichev, G.A.Sevastyanova. Molekulyarnaya biologiya, Moskva, "ASADEMA", 2003.

## Mundarija

So'z boshi .....	3
Kirish .....	4
I BOB Organizmning kimyoviy tarkibi .....	7
II BOB Oqsillar .....	17
2.1. Oqsillar molekulasidagi kimyoviy bog'lar .....	23
2.2. Oqsillar strukturasi .....	25
2.3. Oqsillarning fizika-kimyoviy xossalari .....	32
2.4. Oqsillarning sinflarga bo'linishi .....	35
Sinov savollari .....	40
Oqsillar bo'yicha testlar .....	40
III BOB Fermentlar .....	43
3.1. Fermentlarning kimyoviy tabiati .....	44
3.2. Fermentlarning ta'sir etish mexanizmi .....	46
3.3. Fermentlarning o'ziga xos xususiyati .....	50
3.4. Fermentlar nomenklaturasi va sinflarga bo'linishi .....	54
3.5. Fermentlarning hujayrada joylanishi .....	61
Sinov savollari .....	61
Fermentlarga oid testlar .....	62
IV BOB Nuklein kislotalar .....	64
4.1. Nuklein kislotalarning kimyoviy tarkibi .....	65
4.2. Nuklein kislotalarning tuzilishi .....	69
4.3. Dezoksiribonuklein kislotasining struktura va vazifasi (DNK) .....	70
4.4. Ribonuklein kislotalar (RNK) .....	76
Sinov savollari .....	79
Nuklein kislotalar bo'yicha testlar .....	79
V BOB Uglevodlar, tuzilishi va vazifasi .....	81
5.1. Monosaxaridlarning fizik-kimyoviy xossalari .....	86
5.2. Oligosaxaridlar .....	88
5.3. Polisaxaridlar .....	90
Sinov savollari .....	94
Uglevodlarga oid testlar .....	95
VI BOB Lipidlar strukturasi va vazifasi .....	97
6.1. Lipidlarning sinflarga bo'linishi. Oddiy yog'lar .....	98
6.2. Mumlar .....	101
6.3. Murakkab lipidlar. Fosfolipidlar .....	101
6.4. Steroidlar .....	105
Sinov savollari .....	106
Yog'larga oid testlar .....	107
VII BOB Biologik membranalar .....	109
7.1. Faol (aktiv) transport .....	113
Sinov savollari .....	116
Membranaga oid testlar .....	117

VIII.BOB Vitaminlar .....	119
8.1. Suvda eruvchi vitaminlar .....	121
8.2. Yog'da eruvchi vitaminlar .....	126
Sinov savollari .....	129
Vitaminlarga oid testlar .....	130
IX.BOB Gormonlar .....	131
9.1. Peptidli gormonlarning struktura va vazifalari .....	132
9.2. Oshqozon osti bezining gormonlari .....	134
9.3. Aminokislotali xarakterdagi gormonlar .....	136
9.4. Steroid gormonlar .....	138
9.5. Jinsiy gormonlar .....	139
9.6. Prostaglandinlar .....	140
Sinov savollari .....	141
Gormonlarga bag'ishlangan testlar .....	142
X.BOB Moddalar va energiya almashinuvi .....	144
Sinov savollari .....	151
Moddalar va energiya almashinuviga tegishli testlar.....	151
XI.BOB Biologik oksidlanish .....	153
11.1. Mitaxondriyalarning strukturaviy tuzilishi .....	158
11.2. Oksidlanishli fosforlanish .....	158
Sinov savollari .....	159
Biologik oksidlanishga oid testlar.....	162
XII.BOB Uglevodlar almashinuvi.....	165
12.1. Glyukozaning dixotomik parchalanishi.....	167
12.2. Uglevodlarning aerob oksidlanishi va uch karbon kislotalar sikli .....	172
12.2.1. Di- va trikarbon kislotalar sikli.....	174
12.2.2. Uch karbon kislotalar siklining kimyosi.....	175
12.3. Glyukoliz va Krebs siklining energetik samaradorligi .....	178
12.4. Uglevodlar biosintezi.....	180
Sinov savollari.....	184
Uglevodlar almashinuviga oid testlar.....	185
XIII BOB Lipidlar almashinuvi.....	188
13.1 Yog' kislotalarining oksidlanishi.....	191
13.2 Keton tanachalari va ularning hosil bo'lishi.....	193
13.3 Lipidlar biosintezi.....	194
13.3.1.Fosfolipidlar sintezi.....	197
13.3.2. Yuqori molekula yog' kislotalarining $\beta$ oksidlanishidan hosil bo'lgan energiya miqdori.....	199
Sinov savollari.....	200
Lipidlar almashinuviga oid testlar.....	201
XIV BOB Oqsillar almashinuvi.....	204
14.1. Ammiakning zararsizlantirilishi va mochevina sintezi.....	209
Sinov savollari.....	211

Oqsillar almashinuviga oid testlar.....	213
<b>XV BOB</b> Nuklein kislotalar almashinuvi.....	214
15.1.DNK va RNK sintezi.....	215
15.1.1. DNK sintezi (replikatsiya).....	220
15.1.2. RNK sintezi (transkripsiya).....	224
Sinov savollari.....	224
Nuklein kislotalar almashinuviga oid testlar.....	226
<b>XVI BOB</b> Oqsillar biosintezi (translyatsiya).....	227
16.1. Aminokislotalarning faollashishi va rekognitsiyasi.....	228
16.2. Genetik kod.....	230
16.3. Translyatsiyaning initsiatsiyasi.....	233
16.3.1. Translyatsiyaning elongatsiyasi.....	235
16.3.2.Polipeptid zanjirining terminatsiyasi.....	237
16.4. Oqsillar protsessingi va transporti.....	239
16.5. Oqsillar sintezining boshqarilishi.....	240
16.6 Oqsil sinteziga toksik va dorivor moddalarning ta'siri ...	244
Sinov savollari.....	245
Oqsillar biosinteziga oid testlar.....	245
<b>XVII BOB</b> Moddalar almashinuvining o'zaro bog'liqligi.....	249
17.1. Moddalar almashinuvining boshqarilishi.....	255
Sinov savollari.....	256
Moddalar almashinuvining o'zaro bog'liqligiga oid testlar.....	256
<b>XVIII BOB</b> Biomuhandislikning hujayraviy va molekulyar aspektlari... ..	259
18.1. Hujayra muhandisligining asoslari. Hayvon hujayralari... ..	259
18.2.Monoklonal antitelalarning ahamiyati.....	260
18.3. O'simlik hujayralari.....	262
18.4. Gen muhandisligi.....	265
18.4.1. Plazmidalar.....	266
18.5. Mikroob hujayralarining transformatsiyasi.....	267
18.5.1.O'simlik hujayralarining transformatsiyasi.....	270
18.5.2. Hayvon hujayralarining genetik transformatsiyasi.....	272
18.6. Oziq-ovqat mahsulotlarini yetishtirishda hozirgi zamon	
biologiya fanining roli.....	273
Sinov savollari.....	278
Biomuhandislik bo'yicha testlar.....	279
Biokimyo fanidan tavsiya etilgan testlarning javoblari.....	283
Adabiyotlar.....	297

Босмага рухсат этилди 15.12.2009. Ҳажми 18,75 босма табоқ.

Бичими 60x84 1/16. Адади 300 нусха. Буюрма 132.

Мирзо.Улугбек номдаги Ўзбекистон Миллий университети  
босмахонасида chop этилди.