

Q.D. Davranov

MIKROBIOLOGIYA



Q.D.DAVRANOV

MIKROBIOLOGIYA

Darslik

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti kengashining 2022 yil 30-avgustdagi 1-sonli yig'ilish qarori bilan, oliy ta'lim muassasalarining 60510100-biologiya ta'lim yo'nalishi talabalari uchun darslik sifatida tavsiya etilgan

Toshkent – 2024

UO•K 579(075.8)

KBK 28.4ya72

D34

DAVRANOV Q.D.

**Mikrobiologiya. Darslik./Q.D.DAVRANOV. – Toshkent, “DiMAL”
nashriyoti, 2024. - 240 b.**

Mazkur darslik bugungi kunda tezkorlik bilan rivojlanib borayotgan mikrobiologiya fanining asosiy tushunchalarini nazariy va amaliy jihatlarini tavsiflashga bag'ishlangan bo'lib, u oliy ta'lim muassasalarining 60510100-biologiya ta'lim yo'nalishi o'quv rejasidagi mikrobiologiya fani o'quv dasturining mazmuni asosida shakllantirilgan.

Этот учебник описывает теоретические и практические аспекты быстро развивающихся концепций микробиологии и основан на содержании учебной программы по микробиологии в учебной программе высшего образования 60510100-Биология.

This textbook describes the theoretical and practical aspects of the rapidly evolving concepts of microbiology and is based on the content of the Microbiology curriculum in the Higher Education Curriculum 60510100-Biology.

Mas'ul muharrir

X.Keldiyorov - Samarqand davlat universiteti professori, biologiya fanlari nomzodi

Taqrizchilar

A.Vahobov - O'zbekiston Milliy universiteti professori, biologiya fanlari doktori

B.Avutxonov - Samarqand davlat universiteti O'simliklar fiziologiyasi va mikrobiologiya kafedrasini mudiri, PhD., dotsent

ISBN 978-9910-723-13-1

© Q.D.DAVRANOV, 2024.
© “DiMAL” nashriyoti, 2024.

MUNDARIJA

SO‘ZBOSHI.....	5
I bob. MIKROBIOLOGIYA FANIGA KIRISH VA UNING RIVOJLANISH TARIXI.....	10
1-§. Kirish. Mikrobiologiya fanining predmeti va vazifalari.....	10
2-§. Mikrobiologiyaning qisqacha rivojlanish tarixi.....	18
II bob. MIKROORGANIZMLAR SISTEMATIKASI VA TAVSIFI.....	38
3-§. Prokariotlarning sistematikasi.....	38
4-§. Viruslarning shakli, guruhleri va sistematikasi.....	44
5-§. Suvo‘tlar, aktinomisetlar va zamburug‘lar.....	49
III bob. MIKROORGANIZMLARNING MORFOLOGIYA-SI VA HUYAYRAVIY TUZILISHI.....	53
6-§. Prokariotlar morfologiyasi.....	53
7-§. Prokariotlarning hujayra tuzilishi.....	64
IV bob. MIKROBIAL METABOLIZMNING ASOSIY BOSQICHLARI VA HUSUSIYATLARI.....	77
8-§. Mikroorganizmlarning ozuqa moddalarining miqdori va sifatiga qarab bo‘linishi. Oziqlanish turlari.....	77
9-§. Moddalarning mikroorganizmlar hujayralariga kirib borishi.	82
V bob. BIJG‘ISH, UNING TURLARI VA AHAMIYATI.....	99
10-§. Bijg‘ish tushunchasi, turlari va ularni amalga oshirishda mikroorganizmlarning ahamiyati.....	99
VI bob. MIKROORGANIZMLAR GENETIKASI.....	121
11-§. Mikroorganizmlar irsiyati va o‘zgaruvchanligi.....	121
VII bob. MIKROORGANIZMLARNING ABIOTIK VA BIOTIK OMILLAR BILAN MUNOSABATLARI.....	135
12-§. Mikroorganizmlarning tashqi muhit abiotik omillariga bo‘lgan munosabati.....	135
13-§. Mikroorganizmlarning biotik muhit omillariga munosabati.	155
VIII bob. MIKROORGANIZMLARNING TABIATDA TARQALISHI VA AHAMIYATI.....	168
14-§. Mikroorganizmlarning ekologiyasi.....	168
15-§. Mikroorganizmlarning geologik faoliyati.....	175
16-§. Tabiatda azotning aylanishi va unda mikroorganizmlarning ishtiroki.....	181

17-§. Patogen mikroorganizmlar.....	197
IX bob. MIKROORGANIZMLAR AJRATISH, O‘STIRISH VA BAHOLASH USLUBIYATI.....	207
18-§. Mikroorganizmlarni o‘stirish usullari.....	209
19-§. Mikroorganizmlarni ekish va fermentasion jarayonlarni baholash.....	220
XOTIMA.....	237
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR VA MANBALAR RO‘YXATI.....	239

SO‘ZBOSHI

Fan, ilm chegarasiz, unda har kuni yangi va yangi vazifalar shakllanadi, universitetda olinadigan ta'limot, talabada mana shu ilm g'aznasiga o'z hissasini qo'shish istagini uyg'otabilishi kerak.

Mikroblar – eng mayda, asosan, bir hujayrali tirik organizmlardir. Ular hujayrasining kattaligi metrning milliondan bir ulushi atrofida bo'ladi, qisqacha qilib aytganda mikrometrlar bilan o'lchanadi. Bakterial hujayraning diametri o'rtacha bir – ikki, eng yirik achitqi hujayrasining diametri esa 5-10 mikrometrga teng. Jumladan, mikroblar orasida "liliputlari" ham uchraydi, ular qoramollarda plevropnevmoniya (ham o'pkaning, ham o'pka pardasining birdan yallig'lanishi) qo'zg'atuvchi mikoplazmalardir. Ularni hujayrasining eni 0,125-0,150 mikrometрни tashkil qiladi.

Mikroorganizmlarning hajmi nihoyatda kichik. Analitik tarozining ko'rsatkichi, bor yo'g'i bir gramm miqdorni ko'rsatishi uchun, uning pallasiga taxminan 100 milliard dona bakteriyani joylash kerak bo'ladi.

Eng kichik tirik mavjudotlarni o'rganuvchi – mikrobiologiya fanining nomi yunoncha – mikros (kichik), bios (hayot) va logos (ta'limot) so'zlaridan kelib chiqqan.

Akademik A.A.Imshenetskiy "Mikroblarni foydali va zararli, yaxshi va yomonga ajratish juda shartli va har doim ham to'g'ri ish emas" – deb to'g'ri ta'kidlagan edi.

Albatta, odamlar, hayvonlar va o'simliklarda yuqumli kasalliklar tarqatuvchi, nihoyatda xavfli mikroblar hamda viruslarni do'stlarimiz deb atash o'rinsizdir. Biroq, ularga qarshi kurashish uchun o'ta foydali vositalar ishlab chiqilganligi va ularni yanada ko'plab ishlab chiqarilishi zarurligiga qat'iy ishonch bilan qarashimiz kerak. Xuddi shu singari biz ham hayotimizning barcha jabxalarida (turmushda va ishlab chiqarishda) mikroblarning noma'qul ta'siridan himoyalaniшни bilishimiz kerak.

Zararli mikroorganizmlar, oziq-ovqat va sellyuloza-qog'oz sanoati, elektrostantsiyalar xodimlariga, quruvchilarga va daryo hamda dengiz kemalarining haydovchilariga, hattoki havoda parvoz qilayotganlarga ham ko'p tashvish, notinchlik keltiradilar.

Xalq xo'jaligining bu ko'zga ko'rinmas mavjudotlardan u yoki bu tarzda zarar ko'rmagan sohasini topish, bizningcha, qiyin bo'lsa kerak. Masalan, temir yemirilishi (korroziyasi) tufayli yetadigan ulkan zararni eslab ko'raylik. Bunday holat bakteriyalar ishtirokida ham amalga oshirilishi tez-tez uchrab turadi. Ma'lum bo'lishicha, omborxonalarining birida mikroblar bir yarim yil davomida yarim million tonna oltinugurtli temir rudasini «eb qo'yganki», bu hodisa oziqa tanlamaydigan bunday ko'z ilg'amas mavjudotlarning ta'bi va ishtahasi, ularning shakli, soni kabi rang-barang, qolaversa, bitmas-tuganmas ekanligidan dalolat berib turibdi.

XIX asr oxiri va XX asr boshida turli mamlakatlarning olimlari Lui Paster kashfiyotiga tayanib, keng miqyosda, turli kasallik qo'zg'atuvchi mikroorganizmlarni izlab topishga kirishdilar. Olimlar mikroblar fiziologiyasi va hayot faoliyati mahsulotlarini o'rgana boshladilar va ko'rinmas mavjudotlar olamida biz uchun foydali bo'lgan mahsulotlarni sintez qiluvchi turlarini ajratib olishga erishdilar.

Sekin-asta mikroblarning geologik va biogeokimyoviy jarayonlardagi ulkan roli aniqlana boshlandi. Ko'zga ko'rinmas, son-sanoqsiz "kimyogarlarning" moddalarni to'xtovsiz bir turdan, boshqasiga o'zgartirishga doir tabiatda olib boradigan ulkan ishlari hayotning gullab-yashnashiga ta'sir ko'rsatishi mumkin ekanligi aniqlana boshladi. Ko'zimiz ilg'amaydigan sanitarlarning keng ko'lami, ulkan faoliyatisiz yer va suv allaqachon o'simlik qoldig'i, hayvon va baliq jasadlari bilan to'lgan bo'lardi. O'simliklar tuproq va havodan kerakli oziqa moddalarni ololmas, hayvonlar (shu jumladan, odam ham) o'simliklar yaratib beradigan oziqa moddalari va nafas uchun zarur bo'lgan kisloroddan mahrum bo'lgan bo'lar edi.

Mikrobiologlarning yutuqlari shunchalik ulkan ediki, taniqli frantsuz tarixchisi P.Tanneri ayrim mubolag'alardan o'zini tiya olmay: «XIX asrning so'nggi yilligida boshqa tabiiy fanlar tarixi, bakteriyalar yaratgan kashfiyotlar ko'lami oldida, bir muncha arzimas bo'lib ko'rinadi», -deb e'tirof qilgan edi.

Akademik A.A.Imshenetskiyning qayd etishicha, XX asr o'rtalarida mikrobiologiya fanining tarixida "bo'ron va shiddat" davri, ya'ni "mikrob ovlovchilar faoliyatining" hozirgi kungacha davom etib kelayotgan faol bosqichi boshlandi.

Hozirgacha o'zining tashqi ko'rinishi, tuzilishi va ko'payish usuliga ko'ra farqlanadigan mikroorganizmlarning yangi, nihoyatda turli-tuman shakllari aniqlanmoqda. Masalan, uchburchak, yulduzsimon hamda uzun, ko'p hujayrali bakteriyalar (simonsiellalar-ularning tepa yuzasi bo'rtiq,

pastki tomoni botiq) kashf etildi. Akademik A.A.Imshenetskiyning ta'biricha, "30-40 yil muqaddam, hatto eng tajribali mikrobiologlar ham bunday yangicha shakldagi bakteriyalarning bor ekanligini shunchaki hayoliy gap"-deb o'ylagan bo'lardilar.

Mikroorganizmlarning ko'plab miqdordagi yangi turlari, yaxshi ma'lum bo'lgan turkum va oilalar orasida ham qayd qilingan. Mana yana bir yaqqol misol: 1944 yilda shu'lali zamburug'larning bir turi – aktinomitsedan, o'sha davrda tengi yo'q streptomitsin ajratib olindi. Bu antibiotik uzoq yillar mobaynida sil kasalligining turli shakllarini davolash uchun asosiy vosita sifatida xizmat qildi, hamda o'pka, tulyaremiya, brutsellyoz kabi og'ir kasalliklarni davolashda ham samarali preparat sifatida tan olindi. Ko'pgina mamlakatlarda shu'lali zamburug'larning yangi turlarini axtarib topish va ular orasidan antibiotik ishlab chiqaruvchilarini ajratib olish maqsadida keng qidiruv ishlari boshlab yuborildi. Streptomitsin kashf etilguncha bor-yo'g'i 35 xil aktinomitset ma'lum edi, hozir esa uning yuzlab turlari aniqlangan.

Akademik A.A.Imshenetskiyning fikricha, "bu kabi turlar tabiatda ilgari ham mavjud bo'lgan, biroq ularni shunchaki bilishmagan".

So'nggi yillarda, fan-texnika taraqqiyoti tabiiy fanlarning, xususan fizikaviy kimyo, molekulyar biologiya hamda genetikaning ko'pgina olamshumul yutuqlari bilan yuqori pog'onalarga ko'tarildi. Bizning jonli tabiat, uning evolyutsiyasi to'g'risidagi tasavvurimiz ham kengayib, chuqurlashib, tobora oydinlashib bormoqda. Mikroblar olamida yangi, mutlaqo kutilmagan "g'alati" hodisalar kuzatilmoqda. Bakteriyalarning atrof-muhitga genlar chiqarib, undan genlar yoki genlar bloki-dezoksiribonuklein kislotasi bo'lakchalarini yutishlari ma'lum bo'ldi. Shu yo'sinda, mikroorganizmlarning bir-biriga yaqin va hatto bir-biridan ancha uzoq bo'lgan turlari orasida, ilgari bizga noma'lum bo'lgan irsiy axborot almashinuv jarayoni amalga oshishi aniqlandi. Bu haqida keyinchalik batafsil hikoya qilamiz.

Hozircha, biz tabiatda mavjud mikroorganizmlarning ko'p bo'lmagan turlari va shtammlarini ekib o'stirishni bilamiz va uddalaymiz.

Kashf qilingan mikroorganizmlarning aksariyat ko'pchiligi bizning do'stlarimizdir, muayyan sharoitda ulardan inson manfaati yo'lida samarali foydalanish mumkin. Ehtimol, mikroorganizmlarning bunday foydali nisbati hozircha bizlar uchun noma'lum bo'lgan turlari orasida, yanada ko'proq bo'lishi ham mumkin. Axir, noma'lum turlar olimlarning fikricha, hozir ma'lumlaridan bir necha marta ko'proq. Zamonaviy ilmiy ma'lumotlarga ko'ra, hozirgacha fan uchun ma'lum bo'lgan

mikroorganizmlarni soni, dunyoda bo'lishi mumkin bo'lganlarini atigi 1% ini tashkil qiladi xolos. Bunday ittifoqchilar va hayrli yordamchilarni izlab topish va ularni insonga xizmat qildirish katta ahamiyat kasb etadi.

Bu borada, universitetlar va institutlarning biologiya ta'lim yo'nalishida tahsil olayotgan talabalariga o'qitiladigan Mikrobiologiya fanini o'qitish samaradorligini yanada oshirish uchun mazkur fandan zamonaviy tipdagi o'quv adabiyotlarini yaratish maqsadga muvofiqdir.

“Mikrobiologiya” fani bo'yicha yangi darslik nima uchun kerak bo'lganligi haqida fikr qilamiz.

Eng avvalo shu nom o'zbek tilida nashr qilingan darslik chop etilmaganligi va shu muammoning yechimini topishga qaratilgan fundamental darsliklar, jumladan, E.Rauzning “Химическая микробиология” (1971-y); R. Steyniyer, E. Edelberg va Dj. Ingremlarning “Мир микробов” (1979-y); G. Gottshayekning “Метоболизм бактерий” (1982-y); V.V. Gromovning “Строение бактерий” (1985-y); G.Shlegemning “Общая микробиология” (1972-, 1987-, 1999-yy); B.V. Gromov va G.V. Pavlenkolarning “Фототрофные микроорганизмы” (1989-y); E.N. Kondratvoning “Автотрофные прокариоты”; G.A. Zavarzinning “Лекции по природоведческой микробиологии” (2003-y) rus tilida chop etilganligini, ma'lumotlarning aksariyati eskirganligini, ba'zilari esa, mikrobiologiyaning alohida aspektlariga qaratilgan ekanligini ta'kidlash o'rinli hisoblanadi.

Mazkur darslikda mikrobiologiyaning asosiy aspektlari ko'rilgan bo'lib, unda bakteriyalar va arxeylarni hayotiy faoliyati va tuzulishi haqida ma'lumotlar keltirilgan, bu materiallar mutaxassislar uchun ham, unchalik tayyorgarlikga ega bo'lmagan o'quvchilar uchun ham bir xilda qiziqish uyg'otadi. Biologlar orasida, prokariotlar, eukariotlardan faqat yadrosi yo'qligi bilan farqalanadi degan fikr keng tarqalgan. Ba'zida bunga prokariotlarda kompartmentalizasiya va sitoskelet yo'qligini qo'shib qo'yiladi. Aslida prokariotlar va eukariotlar orasidagi farq ancha chuqurroq ekanligini e'tiborga olish zarur. To'plangan yangi ma'lumotlar, prokariotlar va eukariotlar orasida qachonlardir bor bo'lgan keskin chegarani sekin asta silliqlanib borayotganligini namoyon qilib borayapti. Birinchidan, prokariotlarda kompartmentalizasiya va sitoskelet bor ekanligini aniqlanganligi. Ikkinchidan, arxeylarni genomlarida, eukariotlarning genlarini gomologlari borligi aniqlanganligi, uchinchidan, prokariotlarda eukariotlarga xos bo'lgan to'g'ri chizikli xromosomalar,

hamda genom infrastrukturasi elementi bo'lgan, interonlar uchrashi ham kuzatilganligi mikroorganizmlar haqidagi ma'lumotlarni yangilari hisoblanadi. Yuqorida keltirilgan ma'lumotlarni e'tiborga olib, ushbu darslikda mikrobiologiyani quyidagi sohalari yuzadan tegishli tushunchalar mazmuni ochishga qaratilgan ma'lumotlar bayon qilingan:

- Mikrobiologiya fanining paydo bo'lishi va rivojlanishi;
- Mikrobiologik tadqiqotlarning asosiy usullari;
- Prokariotlar morfologiyasi va hujayra tuzulishi;
- Mikroorganizmlarni bioxilma-xilligi, sistematikasi va klassifikasiyasi;
- Tashqi muhit omillarining mikroorganizmlarga ta'siri;
- Mikroorganizmlarning oziqlanishi va o'sish, ko'payish va rivojlanish qonuniyatlari;
- Mikroorganizmlar genetikasi;
- Mikroorganizmlarning o'zaro va mikroorganizmlar bilan munosabati;
- Mikroorganizmlarni biogeokimyoviy faoliyati va amaliy ahamiyati.

Mazkur darslik oliy ta'lim muassasalarining 60510100-biologiya ta'lim yo'nalishi talabalari uchun mo'ljallangan bo'lib, ularning tasdiqlangan dasturiga mos ravishda bilimga ega bo'lishlarini ta'minlashni maqsad qilgan. Alohida boblarda keltirilgan ma'lumotlar aralash disiplinada faoliyat yuritayotgan biolog-mutaxassislarni ham qiziqtirishi, ularni mikroorganizmlarni xilma-xil va keng faoliyati haqidagi bilimni oshirish, biosferani barqarorligini himoya qilishda, inson faoliyatidagi hamda xalq xo'jaligidagi roli haqida zamonaviy bilimga ega bo'lishlariga xizmat qiladi.

Muallif – darslik yozish naqadar murakkab va mas'uliyatli vazifa ekanligini his qilgan holda hamda uni tayyorlashda turli xil noaniqliklarga yo'l qo'yilgan bo'lishini hisobga olib, darslikning tuzilishi, ma'no-mazmuni bo'yicha har qanday kritik e'tirozlarni bajonidil qabul qiladi va ularni to'g'rilash bo'yicha berilgan maslahatlari uchun o'z minnatdorligini bildiradi.

Muallif

I bob. MIKROBIOLOGIYA FANIGA KIRISH VA UNING RIVOJLANISH TARIXI

1-§. Kirish. Mikrobiologiya fanining predmeti va vazifalari

Mikrobiologiya (yunoncha *micros-kichik*, *bios-hayot*, *logos-fan*) – mikroorganizmlar deb atalgan, mikroskopik kichik jonivorlar haqidagi fan. Mikrobiologiya mikroorganizmlarning morfologiyasi, fiziologiyasi, biokimyosi, sistematikasi, genetikasi va ekologiyasini, ularning moddalar almashinuvidagi, inson, hayvon va o‘simlik patologiyasidagi va iqtisodiyotdagi roli va ahamiyatini o‘rganadi.

Mikroorganizmlarga asosan, bir hujayrali organizmlar – bakteriyalar, mikroskopik zamburug‘lar va suv o‘tlari, eng soddalar, hamda hujayrasiz organizmlar – viruslar kiradilar. Garchan mikroskopik zamburug‘larni (mikologiya), suv o‘tlarini (algologiya), viruslarni (virusologiya) o‘rganadigan fanlar alohida-alohida qilib ajratilgan bo‘lsada, ularni o‘rganishda ishlatiladigan uslubiyatni (mikroskopiya) bir xilligini e‘tiborga olib, ularni mikrobiologiya fanining predmeti sifatida qabul qilingan bo‘lsada, mikrobiologiyaning asosiy predmeti bakteriyalar hisoblanadilar.

Taksonomiya nuqtai nazardan mikroorganizmlar bir xil bo‘lmagan guruh bo‘lib, ularning vakillari bir-biridan morfologiyasi, tuzilishi, fiziologiyasi, konstruktiv va energetik metabolizm tiplari, hamda hujayralarning oziqlanishini o‘ziga xosligi bilan farq qiladi, ammo ularni umumiylik tomoni, kichikligi hisoblanadi. Masalan, bakteriyalarning o‘rtacha uzunligi 0,5-3,0 mkm ga teng, ammo ular orasida “gigantlari” va “karliklari” ham uchraydi. Xususan, ipsimon serobakteriya *Beggiatoa albani* diametri 500 mkm, *Achromatium oxaliferum* hujayralarining uzunligi 15-100 mkm, eni esa 5-33 mm, spiroxetalar hujayralarining uzuniga kesmasi 250 mkm ni tashkil qiladi. Bakteriyalar orasida eng kichigi – mikoplazmalar bo‘lib, ularni hujayralarining diametri 0,1-0,15 mkm ni tashkil qiladi. Achitqi zamburug‘lari, mitselial zamburug‘lar, eng soddalar va suv o‘tlari hujayralarining kattaligi 10-100 mkm ni tashkil qiladi. Mikroorganizmni o‘lchami kichik bo‘lganligi sababli, ularni hujayralarini sirtqi maydonini hajmiga bo‘lgan nisbati katta bo‘ladi, bu esa ularni atrof muhit bilan faol almashuv olib borishlari uchun qulay sharoit yaratadi. Mikroorganizmlarni metabolitik faolligini biomassa birligiga hisob qilinganda, ulardan yirikroq bo‘lgan hayvon va o‘simlik hujayralariga nisbatan baland ekanligi isbotlangan.

Mikroorganizmlarni eng katta ahamiyatli va o'ziga xos bo'lgan xususiyatlaridan biri, ularning metabolizmini mutanosibliги hisoblanadi va bu o'zgarib turgan atrof muhit tez moslashuviga olib keladi. Bu xususiyat shuningdek, ularning hujayralarini o'lchamini kichikligi bilan ham bog'liq. Mikroorganizmlar hujayralari o'zlariga faqat bir necha yuz ming oqsil molekulalarini joylashtira oladilar. Shuning uchun ham muayyan sharoitda zarur bo'lmagan fermentlar zahira sifatida saqlanib tura olmaydilar. Ular, faqat mos ozuqa moddalari (substrat) muhitda paydo bo'lganlaridagina sintez bo'ladi. Bunday fermentlar indutsibel fermentlar deb ataladi va ular o'sha vaqtning o'zida hujayrada saqlanadigan oqsil moddalarni 10% ni tashkil qiladilar. Shunday qilib, mikroorganizmlar uchun katta xilma-xillikka ega bo'lgan ferment sistemasi va makroorganizmlarga qaraganda modda almashinuvini boshqarishning harakatchanroq usuli xarakterlidir.

V.I.Vernadskiyning baholashicha, mikroorganizmlar metabolizmining yuqori mutanosiblikka egaligiga sabab, ularni hamma joyda uchrashidir. Mikroorganizmlarni Arktikada, issiq manbalarda, atmosferaning yuqori qavatlarida, katta miqdorda sulfid kislotasi (H_2S) saqlagan shaxtalarda uchratish mumkin va shuni bilan ular alohida kontinentlarda yoki geografik zonalaridagina uchraydigan barcha o'simliklar va hayvonlardan farq qiladilar.

Mikroorganizmlarni boshqalardan farq qiladigan xususiyatlaridan yana biri, ularning tez ko'payishidir. Masalan, *Escherichia coli* bakteriyasi har 20 minutda ikkiga bo'linishi mumkin.

Mikroorganizmlar to'qima va organlarga tabaqalanmagan, bu esa ularni o'simlik va hayvonlarga o'xshamaganliklarini ko'rsatadi.

Klassifikasiyaning zamonaviy prinsiplariga mos ravishda mikroorganizmlar hujayra tuzilishiga qarab, eukariot (haqiqiy yadroli) va prokariot (yadrogacha bo'lgan) larga bo'linadilar (1-jadval). Eukariot mikroorganizmlarga suv o'tlari, zamburug'lar va eng soddalar, prokariotlarga esa bakteriyalar va arxeylar kiradilar.

Hujayra tuzilishidan tashqari, prokariot va eukariot mikroorganizmlar boshqa belgilari bo'yicha ham bir-biridan farq qiladi:

- Prokariot mikroorganizmlar morfologiyalari bo'yicha bo'sh tabaqalashgan, shuning uchun bakteriyalarning asosiy shakllari kokklar, tayoqchasimon va qiyshaygan tayoqchasimon bo'ladi;

- Prokariotlarning ko'p guruhlari faqat anaerob sharoitda (molekulyar kislorodsiz sharoitda), yashaydilar va o'sish uchun zarur bo'lgan energiyani bijg'ish natijasida yoki anaerob nafas olish orqali oladilar;

- Katta miqdordagi bakteriyalar energiyani spesifik ravishda, noorganik moddalarni oksidlanish yo'li orqali oladi;

- Bakteriyalarning katta guruhi, quyosh yorug'ligi energiyasidan foydalanish (fototroflar) va o'zlari uchun zarur moddalarni yoki organik birikmalardan yoki karbonat anhidriddan sintez qilish xususiyatiga egalar;

- Turli taksonomik guruhga mansub bo'lgan bakteriyalar orasida, molekulyar azotni fiksasiya qilish xususiyatiga ega bo'lgan bakteriyalar ko'pchilikni tashkil qiladi;

- Bakteriyalarni ko'pchiligi binar ko'ndalang bo'linish yo'li bilan ko'payadilar va bunday ko'payish ikki bir xil qiz hujayra hosil bo'lishiga olib keladi.

Bakteriya hujayralarining bo'linishi, DNK replikasiyasi sikli tugagandan keyin boshlanadi. Gramm musbat bakteriyalarni ko'pchiligida va ipsimon sianobakteriyalarda bo'linish, ko'ndalang pardevorlar sintez bo'lish yo'li bilan amalga oshadi. Ko'ndalang pardevorning sintezi chetdan markazga qarab boradi. Ko'ndalang pardevor sitoplazmatik membranadan va peptidoglikonli qavatdan shakllanadi.

Hosil bo'lgan qiz hujayralarining tarqalishi, ko'ndalang pardevorning o'rta qismini fermentlar (avtolizinlar) yordamida lizis bo'lishi natijasida amalga oshadi. Ko'plab grammanfiy bakteriyalarning hujayralari cho'zilish yo'li bilan bo'linadi. Cho'zilish, hujayraning markaziy qismidagi sitoplazmatik membranani va hujayra devorini qisqarishi natijasida shakllanadi. Hujayra markazining diametri xuddi birov uni ikki tomonga tortayotgan bo'lib, doimiy ravishda kichiklashib boradi. Hosil bo'lgan bo'lakchalar orasida teshikcha, butunlay yo'q bo'lib ketgunicha va tortilish hujayrani ikkiga bo'lgunicha qisqarib boraveradi.

Kurtak hosil qiladigan bakteriyalar, hamda ko'plab sianobakteriyalar uchun ko'payishning boshqa usuli – kurtaklanish usuli amal qiladi. Bunda, hujayra sirtini ma'lum joyini kurtak hosil bo'ladi va unga nukleoidni nusxasi o'tadi. Kurtak, qiz hujayraga o'sadi va ona hujayradan ajralib chiqadi.

Ba'zi-bir bir hujayrali sianobakterialar ko'plab bo'linish yo'li bilan ko'payadilar. Bo'linish, xromosomalarni oldindan replikatsiyasi va vegetativ hujayrani o'lchamini yiriklashishidan boshlanadi, keyin tezlik bilan qator ketma-ket binary bo'linishga uchraydi. Oxirgi bosqich (binary bo'linish bosqichi), hujayrani ichida sodir bo'ladi.

Prokariot va eukariot hujayralarning tuzilishdagi farqlari

Belgi	Prokariot hujayra	Eukariot hujayra
Genetik materialning tuzilishi	Yagona yopiq halqadan yoki to'g'ri chiziqli xromosomadani tashkil topgan nukleoid. Gistasimon oqsillarga ega. Genlari intron saqlamaydi (arxeylar bundan mustasno). Genlari operonlarni tashkil qiladi	Odatda yagona bo'lmagan xromosomalar saqlagan yadroga ega. Giston oqsillari bor. Genlari – ekzonli va intronli tuzilishga ega. Operonlari yo'q
DNK lokalizatsiyasi	Nukleoidda va plazmidalarda	Yadroda va ba'zi organellalarda
Sitoplazmatik organellalar	Yo'q (ribosomadan tashqari)	Bor
Sitoplazmada ribosomalar	70S tip	80S tip
Sitoplazmaning harakatlanishi	Yo'q	Bor
Xivchinlari	Flagellin oqsili subbirliklaridan tuzilgan (bir fibrildan tashkil topgan)	Guruhga to'plangan mikronaychalardan tashkil topgan
Hujayralarni kompartmentalizatsiyasi	Zaif ko'rinishda	Hujayra membranalar yordamida alohida bo'lakchalarga ajratilgan
Hujayra devori	Peptidoglikan murein saqlaydi (arxebakteriyalardan tashqari)	Peptidoglikan murein saqlamaydi

Bu, katta miqdorda baetsitlar deb nom olgan kichik hujayrachalar hosil bo'lishiga olib keladi. Baetsitlarni erkinlikka chiqishi, ona hujayra devorining buzulishi bilan amalga oshadi. Shunday qilib ko'plab bo'linishlarning asosida teng buyuk binar bo'linish prinsipi yotadi. Uning odatdagi binary bo'linishdan farqi shundaki, binar bo'linishdan keyingi

ko'plab bo'linishlarda hosil bo'lgan qiz hujayrani o'sishi sodir bo'lmaydi va ular yana bo'lina boshlaydilar.

Aktinomitsetlar yoki mitseliylarni bo'lakchalaridan, yoki jinssiz sporalar hosil qilish yo'li bilan ko'payadilar. Ko'payishning bu usuli eukariot mikroorganizmlar uchun xarakterli bo'lsada, ulardan farqli o'laroq bakteriyalarda mitoz yo'q, eukariot mikroorganizmlarda esa, mitseliylarni bo'lakchalarga ajralishidan oldin yadroni mitoz bo'linishi sodir bo'ladi.

Mikroorganizmlarni tabiatda va inson hayotidagi ahamiyati.

Mikroorganizmlarni turli xil sharoitlarda keng tarqalishi, tez ko'payishi va metabolizmining o'ziga xosligi sayyoramizni butun hayotiga o'z izini qoldirib kelmoqda. Boshqacha aytganda, mikroorganizmlar doimiy ravishda tashqi muhit ta'sirida bo'ladilar va unga (tashqi muhitga) o'z ta'sirini o'tkazib turadi.

Mikroorganizmlar ishtirok etadigan jarayonlar, eng avvalo uglerod, azot, oltingugurt, fosfor hamda boshqa biogen elementlarni aylanib turishida asosiy va kerakli daraja hisoblanadi. Mikroorganizmlar bo'lmaganida moddalar almashinuvi to'xtab qolgan bo'lar edi va yerda hayot bo'lmas edi.

Mikroorganizmlar tog' jinlariga birinchi bo'lib joylashib oladilar va tuproq hosil bo'lishiga asos soladilar. Hayot faoliyatida mineral va organik kislotalar hosil qilib, mikroorganizmlar tog' jinlarining erishini va nurashini, hosil bo'lgan minerallarni biologik aylanish jarayonlarini tezlashtiradi. Mikroorganizmlar, tuproqni asosiy xususiyati – unumdorligini belgilovchi gumus hosil bo'lish jarayonida ham ishtirok etadi. Bundan tashqari mikroorganizmlarni hayotiy faoliyati, gumusni o'simlikka yetkazib berishda ham ulkan hissa qo'shadi.

Tuproq unumdorligini shakllanishi va uni ushlab turishda, tabiatda azot almashinuvida ishtirok etuvchi bakteriyalarning roli juda kata. Bular azotfiksatsiya qiluvchi bakteriyalar, ular atmosfera tarkibidagi, o'simliklar qabul qila olmaydigan molekulyar azotni o'simliklarga yetqazib berishda va tuproqni azot bilan ta'minlashda kata rol o'ynaydilar. Azot almashinuvida, mineral azotni atmosferaga qaytarish jarayoni ham kata ahamiyatga ega. Bu jarayonni nitratli (anaerob) nafas olishda denitrifikatsiya qiluvchi bakteriyalar amalga oshiradilar. Agar bu halqa (sikl) yopiq bo'lmaganida, azotni oksidlangan formalari tuproqdan dengiz va okean suvlariga yuvilib o'tib, o'simliklar uchun qabul qilinmaydigan shaklda qolib ketgan bo'lar edi.

Bundan tashqari, denitrifikatsiya jarayonida hosil bo'ladigan azot oksidlari, sayyoramizning ozon qatlamini muhofaza qilishda ishtirok etadilar.

Ko'plab mikroorganizmlar, o'zlarining metabolizm jarayonlarida turli xil organik va noorganik kislotalar hosil qiladilar va atmosferaga ajratadilar. Ular ta'sirida suvda erimaydigan tuzlar, eruvchan shaklga aylanadilar va oqibatda o'simliklarning oziqlanishi yaxshilanadi.

Mikroorganizm – redutsentlar – tabiatni “sanitarlari” hisoblanadilar. Ular o'simlik va hayvon chiqindilarini parchalaydilar va mineral moddalarga aylantirib beradilar. Organik moddalarning mineralizatsiyasi katta ahamiyatga ega, chunki bu jarayonda yashil o'simliklar uchun zarur bo'lgan elementlarni qabul qila olmaydigan shakldan, o'simliklar yengil qabul qilaoladigan shaklga aylantirib beradi. Bundan tashqari, mikroorganizmlar sun'iy sintez qilingan organik moddalarni (ksenobiotiklar) – pestitsidlar, gerbitsidlar, sirt-tarang moddalar, naftalin, toluol kabi moddalarni, o'rovda ishlatiladigan mahsulotlar (kapron, polietilen va h.k.) ni parchalash xususiyatiga ham egalar. Agar mikroorganizmlar bo'lmaganida ksenobiotiklar atrof muhitda nazoratsiz to'planib, butun dunyoni ifloslantirgan bo'lar edi.

Mikroorganizmlar, suv havzalarini biologik o'z-o'zidan tozalash jarayonida ham faol qatnashadi va bunda suv havzalarini ifloslantiruvchi moddalardan tozalash va oksidlash orqali qayta ishlash jarayonlarini olib boradi.

Mikroorganizmlar oqava suvlarini biologik tozalash tizimlarida ham keng ishlatiladi. Oqava suvlarni tozalash, ifloslangan suv – kelib tushadigan sug'orish maydonlarida va filtrlash maydonlarida amalga oshiriladi. Tuproq qavatidan shimilib o'tib, ifloslangan suv, tuproq mikroorganizmlar kompleksini oksidlovchi ta'siriga uchraydilar, natijada suv tarkibidagi ifloslantiruvchi organik modda to'liq mineralizatsiyaga uchraydi. Hozirgi vaqtda, sanoatni tezlik bilan rivojlanishi, ko'plab hajmli oqava suvlarni to'planishiga sabab bo'lmoqda. Bunday suvlarni tozalash uchun maxsus aerob biologik tozalash majmualari – biotenkalar, biofiltrlar va aerotenkalar qurilib ishga tushirilgan va ularni barchasida mikroorganizmlarni maxsus shtammlaridan foydalaniladi. Odamlar qadim zamonlarda bilib-bilmasdan mikroorganizmlarni noyob xususiyatlaridan foydalanib kelganlar. Non uchun xamirturush, pivo, vino, sirka, qatiq mahsulotlari tayyorlashda, o'zlari sezmasdan turib, mikroorganizmlardan foydalanganlar. Faqat hozirga kelib, ushbu jarayonlarning barchasi ma'lum

mikroorganizmlarni maxsus shtammlari yordamida amalga oshishi ma'lum bo'ldi.

Mikroorganizmlarni biosintetik faoliyatini o'rganish, ularni xalq xo'jalik ahamiyatiga ega bo'lgan eng xilma-xil birikmalar sintez qilish xususiyatiga ega ekanligini isbotladi.

Biz yashab turgan zamonda mikroorganizmlar yordamida sanoat sharoitida mikroob oqsili, ko'plab aminokislotalar (glutamin kislotasi, treonin, lizin, prolin) va vitaminlar (B_{12} , riboflavin), fermentlar (amilaza, pektinaza, proteaza, sellulaza, lipaza, izomeraza, streptokinaza, diastaza, tripsinsimon fermentlar va h.k.), gormonlar (interferon, insulin, odamni o'stirish gormoni), organik kislotalar (limon, sut, moy, sirka, glyukon kislotalari), etanol, glitserin, atseton, butanol, propanol, butandiol, polisaxaridlar (dekstrinlar, ksantanlar, pullulan, alginatlar), o'simliklarni himoya qilish vositalari, antibiotiklar, steroidlar, karotinoidlar, ribonukleotidlar, kortizon, prednizolon, gidrokortizon va ko'plab boshqa qimmatbaho mahsulotlar olish mumkin ekanligi isbotlab berildi.

Mikrobiologiya yutuqlari metallurgiya sohasida ham turli rudalardan turli metallar ajratib olish maqsadida ishlatilib kelinmoqda. Masalan, xalkopiridning sulfidli rudalaridan mis olishni mikrobiologik suyuqlikka o'tkazish usuli ishlab chiqarishga tadbiiq etilgan. Hozirgi paytda rangli va noyob metallar oltin, qo'rg'oshin, germaniy, litiy va boshqalarni ajratib olishda mikroorganizmlar faoliyatidan foydalanish bo'yicha ilmiy-amaliy ishlar olib borilmoqda.

Ayniqsa, mikrobiologiya, energetika mahsulotlari (biogaz metan), neft qazib olish kabi ananaviy nobiologik ishlab-chiqarish sohasigakirib kelganini alohida ta'kidlash lozim. Mikroorganizmlar betonni mustahkamligini oshiradi. 1 tonna betonga bir necha kilogram mikroorganizmlar biomassasini qo'shib aralastirilganda, qurilish materiallarining mustahkamligi va mutanosibliigi (plastichnost) oshganligi isbotlangan. Mikrobiologiya sohasida erishilgan muvaffaqiyatlar, ko'plab yuqumli kasalliklarni davolashda va ularni oldini olishda yangi imkoniyatlar ochib berdi. Unchalik ko'p bo'lmagan davr mobaynida, chuma, ospa, xolera, malyariya kabi ilgari davosi yo'q deb topilgan kasalliklar to'liq yo'qotildi. Hozirgi paytda mikrobiologlarning diqqat e'tibori saraton, parranda grippi, koronavirus, OITV kabi kasalliklar muammolariga qaratilgan patogen mikroorganizmlarning xususiyatlarini o'rganish, sanoat miqyosida vaksinalar, zardoblar va boshqa davolovchi preparatlar yaratish imkonini berdi.

Shunday qilib, mikrobiologiya ko'plab amaliy ahamiyatga ega bo'lgan vazifalarni va sog'likni saqlash hamda qishloq xo'jaligi muammolarining yechimini topishda va sanoatning ma'lum sohalarini rivojlanishida o'z hissasini qo'shib kelmoqda.

Shuni ham ta'kidlash lozimki, mikroorganizmlardan foydalanishga asoslangan biotexnologik jarayonlarni kengaytirish va mukammallashtirish bo'yicha ko'plab imkoniyatlar mavjud. Insoniyatni oziq-ovqat mahsulotlari bilan ta'minlash, energetik resurslarni qayta tiklash, atrof-muhit muhofazasi va boshqa ko'plab global muammolarning yechimini topish, u yoki bu holatda mikroorganizmlardan foydalanish bilan aloqador bo'ladi.

Mayzu yuzasidan savol va topshiriqlar

1. Mikrobiologiya qanday fan va u nimani o'rganadi?
2. Mikrobiologiya fani predmeti nimalardan iborat?
3. Mikroorganizmlar bir-biridan qanday xususiyatlari bilan farq qiladi?
4. Nima sababdan mikroorganizmlar iqlim va tabiatning turli sharoitlaridan qat'iy nazar, barcha mintaqalarda uchraydi?
5. Mikroorganizmlar hujayra tuzilishiga ko'ra, qanday klassifikatsiyalanadi?
6. Prokariot va eukariot mikroorganizmlar bir-biridan qanday xususiyatlari bilan farq qiladi?
7. Mikroorganizmlar uchun qanday ko'payish usullari xos?
8. Grammusbat va grammanfiy bakteriyalar ko'payish usulida qanday farqlar mavjud?
9. Sianobakteriyalar va aktinomitsitlar qanday usullarda ko'payadi?
10. Mikroorganizmlar tabiatdagi jarayonlarda qanday ahamiyatga ega?
11. Tabiatda azotning davriy aylanishida mikroorganizmlar qanday rol o'ynaydi?
12. Mikroorganizmlar redutsent sifatida tabiatda qanday ahamiyatga ega?
13. Suv havzalarida oqova suvlarni tozalashda mikroorganizmlarning ahamiyati haqida gapirib bering.
14. Sanoat miqyosida mikroorganizmlar yordamida qanday moddalar ishlab chiqarish mumkin?
15. Sog'likni saqlash hamda qishloq xo'jaligi sohalarida mikroorganizmlar qanday ahamiyatga ega?

2-§. Mikrobiologiyaning qisqacha rivojlanish tarixi

Qadimdan yuqumli kasalliklarning sabablarini tabiblar izlay boshlashgan. Abu Ali ibn Sino (460-377 y.) chechak, moxov va boshqa yuqumli kasalliklarning qo‘zg‘atuvchilari tirik mavjudot ekanligini, suv va havo orqali yuqishini ta‘kidlagan.

1550-yilda shishaga ishlov beruvchilar Gans va Zaxariy Yansenlar mayda narsalarni kattalashtirib ko‘rsatuvchi asbob yasadilar. 1609-1610 yillarda G.Galiley (1564-1642) birinchi sodda mikroskop ixtiro qildi. 1617- 1619 yillarda K.Drebbel oldingi mikroskoplarni takomillashtirib, ikki linzali qavariq obyektivli mikroskopni yaratdi. Bu mikroskop yordamida M.Malpigi, Ya.Svammerdam, A.Kirxer va boshqalar o‘simlik va hayvonlarning hujayra va to‘qimalarini o‘rganishgan.



G.Galiley



K.Drebbel



A.Levenguk

XVII asrning oxiri (1675) da birinchi bo‘lib, gollandiyalik Anton Levenguk o‘zi tayyorlagan yuqori sifatli lupadan mikroskopni yasab, takomillashtirib, tish kiridan, organik moddalar ko‘p bo‘lgan suvdan, ko‘lmak suvlardan preparat tayyorlab, unda tayoqchasimon, sharsimon, egilgan va boshqa shakllardagi mikroorganizmlarni ko‘rib, ularga izoh berdi. Odam og‘iz bo‘shlig‘ida mikroorganizmlarning shunchalik ko‘p bo‘lishini ko‘rib, hayratlandi. U ko‘rgan mikroorganizmlarni “tirik hayvonchalar” – “Animalkula viva” deb nomladi.

A.Levengukning kashfiyoti, ko‘pgina olimlarning mikroorganizmlar dunyosini o‘rganishlari uchun turtki bo‘ldi. Shunday bo‘lsa ham, oradan 100-200 yil muddat o‘tgandan keyingina bijg‘ish, chirish, ko‘pchilik yuqumli kasalliklar etiologiyasi, biosferada azot va uglerodning aylanishida mikroorganizmlarning roli aniqlandi.

Rus harbiy vrachi D.S.Samoylovich toun kasalligini o‘rganib, uning qo‘zg‘atuvchisi tirik mavjudot ekanligini aniqlab, odamlarni bu kasallikka qarshi emlash usulini taklif qildi. D.S.Samoylovichning shu kasallik ustida qilgan ko‘p yillik, samarali xizmatlari uchun, u ko‘pgina G‘arbiy Yevropa mamlakatlarining akademiyalarini faxriy a‘zosi qilib saylangan.



D.S. Samoylovich



L. Spallansani

D.S. Samoylovichning fikrlari ko'pgina yuqumli kasalliklarning nazariy va amaliy profilaktikasiga javob topishda ahamiyati katta bo'lgan.

Ingliz vrachi E. Djenner (1749-1823) 1796 yilda chechakka qarshi emlash usullarini asoslab bergan.

Daniyalik olim

Otto Fredrik Myuller 1786 yilada 200 ga yaqin bir hujayrali organizmlarni izohlab bergan. U yaratgan atamalar bilan bog'liq Vibrio, Monas, Proteus kabi avlodlarni nomlaridan hozirgacha foydalaniladi.

Shved tabiatshunosi Karl Linney (1707-1778) binar nomenklaturasini, o'simliklar changchilari soniga asoslangan sun'iy sistemikasini yaratdi. U bir hujayrali organizmlarni xaos avlodiga biriktirdi.

XVIII asrda italiyalik olim Ladzaro Spallansani (1729-1799) va M.M. Terexovskiy mikrobiologiyaga katta xissa qo'shdilar. Spallansani (1765) organik eritmali kolbani qaynatganda infuzoriya hosil bo'lmashligini ko'rsatadi va shu tajribasi bilan J. Nidxem (1745) va J. Byuffonning "o'z-o'zidan tug'ilish mumkin" degan qarashlarini rad etdi.

XIX asrning 40-yillarida bijg'ish jarayonlarini o'rganish boshlandi va bijg'ish jarayonidan xalq xo'jaligida foydalanish boshlandi. Pivo tayyorlash, vino olish, qatiq, kefir, non pishirish va boshqalardan foydalanish kengayib bordi.

1837 yilda olimlardan T. Shvan, F. Kyutsing Germaniyada, Sh. Kanyar de la Tur Fransiyada bir-biridan bexabar ravishda, spirtli bijg'ish jarayoni mikroorganizmlar faoliyati tufayli yuzaga chiqishini aniqladilar.

Yosh ximik Lui Paster (1822-1895) 1856 yilda spirtli va 1857 yilda sut kislotali bijg'ish jarayonlarining biologik mohiyatini ochib berdi. 1860 yilda "o'z-o'zidan tug'ilish" degan qarashlarni uddaburonlik bilan xalq qildi. Shunday qilib, Paster bijg'ish jarayonini o'rganishdan boshlagan ishini tibbiy mikrobiologiya bilan tugatdi. 1988 yili L.S. Senkovskiy Paster metodi bilan kuydirgi kasalligining oldini olish uchun emlash ishlarini bajarish maqsadida Parijga keldi. Ammo, bu ishlarni amalga oshirishga ruxsat ololmagach, vataniga qaytib ketdi. 1984 yil mustaqil ravishda kuydirgi kasalligini vaksinasiya qilish usulini ishlab chiqdi. Shunday qilib,



Lui Paster

hayvonlarning bu kasallik bilan ogʻrishining oldini olish veterinariyada qoʻllanila boshladi. Maʼlum boʻlishicha, Lui Paster L.S.Senkovskiyga kuydirgi kasalligiga qarshi vaksinasiya bilan bogʻliq muammolarni oʻz



I.I.Mechnikov



L.S.Senkovskiy

laboratoriyasida amalga oshirishiga ruxsat bermaganligining sababi, u vaksinasiya qilish usulini bir aksionerlik jamiyatiga sotib yuborgan boʻlib, bu sirni ochishga xaqqi yoʻq edi.

Tibbiy mikrobiologiyaning ikkinchi asoschisi nemis olimi R.Kox (1843-1910)dir. Kox toza mikroorga-

nizmlar kulturasini yangi va ishonchli usulda, qattiq ozuqa muhitidan (jelatina) ajratib olish usulidan foydalandi. Bundan tashqari Kox qator yuqumli kasalliklarni qoʻzgʻatuvchilarini (sil, vabo) oʻrgandi.

Tibbiy mikrobiologiyaga katta xissa qoʻshgan I.I.Mechnikov (1845-1916) immunitetni fagositar nazariyasiga asos soldi. Keyinchalik P.Erlix gumoral nazariyani taxmin qildi. Bakteriyalarning rivojlanishi va ular turlarining oʻziga xosligini tushunishga bagʻishlangan diqqatga sazovor ishlarni K.Negeli (1817-1891) va F.Kon (1828-1898) lar amalga oshirdilar. Bu vaqtda Negeli boshchilik qilayotgan polimorfistlar bakteriyalarning turlari turgʻun emas va ularni oʻrab turgan sharoit oʻzgarganda biri ikkinchisiga aylanib turadi, deb hisoblar edilar. F.Kon monomorfizm tarafdori boʻlib, boshqa turdagi organizmlar singari bakteriyalar ham haqiqiy turga ega deb hisoblardi. Fan taraqqiyoti Konning haqligini isbotladi. Lekin koʻpchilik bakteriyalarning rivojlanish davrida tur ichida polimorfizm boʻlishini (rivojlanish va moslashish davrida) koʻrsatdi. Yuqorida eslab oʻtilgan L.S.Senkovskiy polimorfizmning tarafdorlaridan edi. U tuban organizmlarni ontogenetic metod bilan oʻrganishning asoschisidir. L.S.Senkovskiy amyobasimon organizmlar, infuzoriy, xivchinlilarning rivojlanish tarixini oʻrganishni muvaffaqiyatli qoʻlladi va fanga maʼlum boʻlmagan *Vampirella vorax*, *Vamp. pendula*, *Pseudospora nitellarum*, *Gobiella borealis*, *Nuclearia delicatula*, *Labyrinthula vitelina*, *Endomyxa paludosa* kabi 43 ta yangi mikroorganizmlarni taxlil qildi.

U bakteriyalardan shakar siropini shilimshiq massaga aylantiruvchi bakteriyani *Ascococcus mesenterioides* (1879) deb atab, uni taʼriflab bergan. Van-Tigem esa *Leuconostos mesenterioides* (1879)ga taʼrif bergan. Bundan tashqari Senkovskiy bakteriyalarda shilimshiq koloniyalarning (zoogleya) hosil boʻlishini tahlil qilib berdi (1877). Uning

yirik mikroorganizmlarga bog'liq ishlari katta muvaffaqiyatga ega bo'lgan bir vaqtda bakteriyalarni o'rganish sohasida L.S.Senkovskiy polimorfizm tarafdori bo'lib, ko'pgina jarayonlarni noto'g'ri talqin qilgan.

Bakteriyalarning har xil avlod va turlarini mikrotriks ipsimon bakteriyasining turli rivojlanish bosqichidagi bitta turga mansub deb hisoblagan. U ko'plab turdagi bakteriyali substratlar bilan steril bo'lmagan sharoitda ishlagani uchun shunday fikrga kelgan. Lekin kuydirgi kasalligiga qarshi vaksinani tayyorlashda u monomorfizm yo'liga o'tdi va bilishimizcha, uning bu ishlari katta muvaffaqiyatlarga olib keldi.

L.S.Senkovskiyning tuban organizmlarning o'rganish tarixi sohasidagi shogird va izdoshlari: M.S.Voronin (1838-1903), A.S.Faminsin (1835-1918), X.Ya.Gobi (1847-1920), I.N.Gorojankin (1448-1904), A.P.Artariy (1862-1919) va boshqa tadqiqotchilar – X.Ya.Gobi va P.A.Kostichevlar mikrobiologiyaning rivojlanishiga katta xissa qo'shdilar.



M.Beyrink V.L.Omelyanskiy

Ular bakteriya va tuban o'simliklarga tegishli kitoblarni tajrima qilganlar. X.Ya.Gobi esa, kriptomagistlar, ya'ni tuban o'simliklarni o'rganuvchi tadqiqotchilar maktabining asoschisi bo'lgan. Bu maktabdan G.A.Nadson (1867-1942) va B.L.Isachenko (1871-1948) kabi taniqli mikrobiologlar

yetishib chiqdi. S.N.Vinogradskiy A.S.Faminsin va X.Ya.Gobilarning laboratoriyasida boshlang'ich bilimlarni olgan. Viruslar dunyosining birinchi tadqiqotchisi D.I.Ivanovskiy A.S.Faminsin va qisman X.Ya.Gobining shogirdi bo'lgan. Mikrobiologik ishlarning borgan sari ko'payishi bilan sterilizatsiya qilish, oldin suyuq muhitda (Paster), keyinchalik qattiq jelatinli (R.Kox) muhitda toza kulturalar olishning mikrobiologik texnikasi rivojlanib bordi. Bakteriya kulturalari uchun agar-agar nemis olimi Gesse (1884) tomonidan kiritildi. Mikrobiologik texnikaga shifokor L.L.Gedenreyx juda ko'p yangiliklar kiritdi. U birinchi bo'lib "Bakteriologiyadan amaliy qo'llanma" nomli kitobni yozgan va birinchi bo'lib, Petri idishchalari nomini olgan (1887), shisha idishlardan foydalangan (1885).



S.N.Vinogradskiy

B.L.Isachenko

V.S.Faminsin

D.O.Ivanovskiy

Texnik mikrobiologiyaning rivojiga katta xissa qo'shgan Daniya olimi E.X.Gazen (1872-1901 yillardagi ishlari) pivo ishlab chiqarishda achitqi zamburug'i kulturasidan birinchi bo'lib foydalangan. Bu unga sifatli pivo tayyorlashga imkon berib, mahsulotni ishlab chiqarish jarayonida uchraydigan zamburug'larning yovvoyi turlari ta'sirida aynib qolishdan xalos qilgan. L.Pasterning bijg'ishga bag'ishlangan ishlaridan mikrobiologiyaning alohida yo'nalishi - texnik mikrobiologiya rivojlana boshlagan bo'lsa, G.Gelrigel va G.Vilfart (1886), hamda buyuk rus mikrobiologi S.N.Vinogradskiy tuproq mikrobiologiyasi yo'nalishiga asos soladilar.

G.Gelrigel va Vilfart (1886) azotobakteriyalar bilan dukkakli o'simliklar o'rtasidagi simbioz hodisasini ochdilar. Bu tadqiqot butun dunyoda dehqonchilikning rivojlanishida katta ahamiyat kasb etdi. Shuni ta'kidlash lozimki, 1886 yili Voronin dukkakli o'simliklarning tuganagida bakteriyalarning to'planishini bayon qilgan. Gollandiyalik M.Beyrink (1888) esa birinchi bo'lib tuganak bakteriyalarning toza kulturasini ajratib oldi. S.N.Vinogradskiy oltingugurt bakteriyasi, temir bakteriyasi va nitrifikatorlar misolida xemosintez jarayonini ochdi. Bu ishlar XIX asrning umumiy fiziologiya sohasidagi buyuk tadqiqotlardan biri bo'ldi. Bundan tashqari, Vinogradskiy erkin yashovchi anaerob azotfiksator organizm *Clostridium pasterianum* ni ajratib oldi va tahlil qildi. Ko'pgina izlanishlar Vinogradskiy tomonidan fanga kiritilgan yangi metod - bakteriyalarning elektiv kulturasini olish tufayli amalga oshdi. Keyinchalik S.N.Vinogradskiy (1924, 1925, 1928) tuproqning mikroflorasini o'rganishning qator yangi metodlarini yaratdi va tuproqdan kletchatkani parchalovchi aerob mikroorganizm ajratib olishga erishdi. Aynan shu vaqtda N.G.Xolodniy tuproqning mikroflorasini o'rganish metodi va temir bakteriyalarga bag'ishlangan ishlarini nashrdan chiqardi.

XX asrning boshida mikrobiologiya faniga S.N.Vinogradskiyning shogirdi V.L.Omelyanskiy (1867- 1928) tabiatda keng tarqalgan kletchatka parchalovchi bakteriyalarning anaerob florasini o'rganib, taxlil qilishi

hamda mikroorganizmlar ekologiyasiga tegishli muhim ishlari bilan katta xissa qo'shdi. M.Beyrink (1988) azotfiksasiya qiluvchi aerob bakteriya azotbakterni ochdi, tamakining mozaika kasalligi ustida tadqiqotlar olib bordi va butun dunyoga mashxur "virus" nomini berdi. Bu vaqtgacha virus atamasi har qanday yuqumli illatning boshlanishi deb hisoblanar edi. Ammo, D.I.Ivanovskiyning fikriga qarshi o'laroq, M.Beyrink viruslar suyuq tabiatga ega degan ma'no o'rnida ishlatilar edi. Ammo, D.O.Ivanovskiyning fikri elektron mikroskop ochilgandan so'ng to'liq tasdiqlandi.

O'tgan asrning oxirlarida suv, dengiz, geologiya mikrobiologiyasi yo'nalishlari rivojlana boshladi. Bu yo'nalishlarda G.A.Nadson, B.L.Isachenko, M.A.Yegunov, V.O.Tauson, Ye.Ye.Uspenskiy, V.S.Butkevich, A.Ye.Kriss, A.S.Razumov, B.V.Perfilyev, S.I.Kuznesov va boshqalar tomonidan amalga oshirilgan ishlar e'tiborga molikdir.

Mikroorganizmlar tomonidan amalga oshiriladigan nafas olishning kimyosi va bijg'ishini o'rganishda S.P.Kostichev, V.S.Butkevich va V.N.Shaposhnikovning ishlari mikrobiologiyaga ko'p yangiliklar kiritdi. So'ngi yillarda mikrobiologik tadqiqotlar texnikasiga B.F.Perfilyev va D.R.Gabe (1961)lar katta xissa qo'shdilar. Ular ko'p yillar davomida mikroorganizmlarning yassi shisha kapillyarlarda rivojlanishini kuzatish mumkin bo'lgan kapillyar mikroskopiya metodi ustida ishlab, suv havzalarining ichida yirtqich bakteriyalarning yangi original florasini ochdilar. 1920-1925 yillarda G.A.Nadson va uning shogirdi G.S.Filippovlarni ionlashtiruvchi nurlar ta'siri ostida zamburug'larda indusirlangan mutageniz chaqirilishini o'rganish bo'yicha amalga oshirgan tadqiqotlari katta ahamiyat kasb etdi. Hozirgi vaqtda o'zgaruvchanlik va mikroorganizmlar irsiyati molekulyar darajada o'rganilmoqda. Mikroorganizmlarning transduksiya va transformasiya xodisalari aniqlandi. Zamburug'larda gibridizasiya xodisasi ochib berildi. G.A.Nadson asos solgan mikrobiologlarning katta maktabida akademik A.A.Imsheneskiy, N.A.Krasilnikov va M.N.Meyzel, professor A.Ye.Kriss, V.I.Kudryavsev, Ya.I.Rautenshteynlar muvaffaqiyat bilan faoliyat ko'rsatganlar.

Tuproq mikrobiologiyasiga K.A.Timiryazev nomli qishloq xo'jaligi akademiyasining professorlari N.N.Xudyakov (1866-1927), M.V.Fedorov (1898-1961)lar katta xissa qo'shdilar.

Avvaliga tuproq mikrobiologiyasi o'rganishga bag'ishlangan tadqiqotlar S.P.Kostichev rahbarligidagi laboratoriyada amalga oshirilgan bo'lsa, hozirda Sank-Petburgdagi Qishloq xo'jaligi mikrobiologiyasi

Akademiyasida muvaffaqiyat bilan amalga oshirilmoqda. Suv mikrobiologiyasini o'rganishda F.A.Voytkeyvich, S.A.Korolyov va boshqa olimlarni xissasi katta. Xorijiy olimlar E.Bering, E.Rular qatorida rus tadqiqotchilaridan G.N.Gabricheskiy (1860-1907), D.K.Zabolotniy (1866-1929), V.A.Xavkin va boshqalar tibbiy mikrobiologiyani rivojlanishiga katta xissa qo'shdilar.

XX asrda patogen mikroorganizmlarga qarshi kurashning qator yangi metodlari kashf qilindi. F.D.Errel bakteriofaglar va ularning davolovchi xususiyatlarini ochdi (1917), R.Dimak – sulfanilamidlarning ahamiyatini; A.Fleming, G.Flori birinchi antibiotik penisilinni; S.Vaksman – qator jiddiy kasalliklarga qarshi samarali kurashishga imkon bergan streptomisinni kashf qildilar.



G.N.Gabricheskiy

D.K.Zabolotniy

N.F.Gamleya

N.F.Gamaleya (1859-1949) XIX - asrning oxirida birinchi bo'lib bakteriyalarning so'rilishi (lisis) fenomenini aniqlab, ularni bakteriolizinlar deb atadi. Bu ishlarni davom ettirgan F.D.Errel bakteriofagiya xodisasini ochdi. Faglar mikroblarning viruslaridir. Elektronmikroskopiyaning ixtiro qilinishi va uni rivojlanishi natijasida viruslarni korpuskulyar tabiati tadqiq qilindi. Bu esa, faglarning o'lchami, tuzilishi va tarkibini aniqlashga imkon berdi. Mikrobiologiyaning asoschisi Lui Paster, Robert Koxlarning ishlaridan so'ng ko'pgina yuqumli kasalliklarning qo'zg'atuvchilari tadqiq qilindi. Lekin, qator patogen mikroorganizmlarni (qizamiq, skarlatina, quturish va boshqa kasalliklarni chaqiruvchilarini) uzoq vaqtgacha ta'riflash qiyin bo'ldi. Ko'pincha ba'zi kasalliklar vaqtida bakteriyalar aniqlanib, bu kasalliklarni qo'zg'atuvchilari deb hisoblanardi. D.I.Ivanovskiyning viruslar dunyosini ochganidan so'ng, aslida ko'p kasalliklar bakteriyalar tomonidan emas, viruslar tomonidan qo'zg'atilishi aniq bo'ldi. Masalan, grippni qo'zg'atuvchi virus 1933 yili ochilgan. Stenli (1935) tomonidan kristall holatda ajratib olingan tamaki mozaikasi virusi, oqsil xususiyatiga ega ekanligi, ularni kristallanishi aniqlandi. Bu o'z navbatida viruslarning kimyoviy tarkibini o'rganishga turtki bo'ldi.

Ammo, ko'p vaqt o'tmay tamaki mozaikasi virusini nukleoproteid ekanligi ma'lum bo'ldi. F.Bouden va N.Piri (1937) lar tamaki mozaikasi virusida oqsildan tashqari nuklein kislotasi ham borligini aniqladilar. 1953 yildan boshlab "Viruslarning ko'payish tabiati" nomli anjumandan so'ng oqsillarni o'rganish bilan bir qatorda nuklein kislotalarni o'rganishga kirishib ketildi. Tadqiqotlar turli viruslarning nuklein kislotalari bir-biridan nukleotid asoslari nisbatining turlicha ekanligi bilan farqlanishini ko'rsatadi. Bakteriyalarning virusi – bakteriofagni o'rganish chog'ida, bakteriya ichiga virusni o'rab turgan oqsil qobig'i emas, aynan nuklein kislotasi kirishi ma'lum bo'ldi.

Virus va mikoplazmalarning tashuvchisi hasharotlar (sikadalar) (masalan, pomidor stolburi) va kanalar (odamda kananing ensefalit kasalligini chaqirishi) ekanligining aniqlanishi juda katta ahamiyatga ega bo'ldi. Tovuq embrionida (gripp), maymunning jigar to'qimasida (poliomiyelit virusi) kultura metodlarini ixtiro qilinishi ham katta ahamiyat kasb etib, poliomiyelit va boshqa virus kasalliklariga qarshi kurash choralarining ishlab chiqilishiga sabab bo'ldi.

XIX asrning ikkinchi yarmi va XX asrning birinchi yarmida mikrobiologiyaning katta yutuqlari ishlab chiqarish va texnik jarayonning o'sishi bilan chambarchas bog'liq bo'ldi. Bu vaqtda mikroskopik texnikaning mukammallashuvi fizik professor Ernest Abbe nomi bilan bog'liq bo'lib, u Karl Sess bilan birgalikda, keyinchalik Germaniyada "Karl Sess" nomi bilan mashhur bo'lgan optik firmaga asos soldi. 1873 yilda Ernest Abbe mikroskopga yorutuvchi linzalar sistemasini yaratdi, 1886 yilda esa, apoxromatlarning konstruksiyasini yaratib, yorug'lik mikroskopining xossalarini yaxshiladi. 1903 yilda Zidentopf va Jigmondilar ultra- mikroskoplar uchun yasadilar. Bu mikroskop turi kalloid kimyoning rivojlanishiga katta xissa qo'shdi. 1908 yili A.Kaler va G.Zidentopflar tomonidan birinchi lyuminessent mikroskop taklif qilindi. 1928-1931 yillari birinchi elektron mikroskop, 1934 yilda esa, F.Sernik tomonidan fazali kontrast prinsipi ishlab chiqildi. Birmuncha keyinroq anoptral mikroskop paydo bo'lib, obyektlarning o'lchamli sur'atlarini tasvirlash imkoni tug'ildi.

Mikroskoplarning barcha turlari, ayniqsa elektron mikroskopning organizm tuzilishi to'g'risidagi tasavvurlarni aniqlashtirishga imkon berdi. Elektron mikroskop 0,02 mm dan to 7 A va undan kichik bo'lgan o'lchamda, hujayra organoidlarining alohida struktura va funksiyasi o'rtasidagi aloqani kuzatishning imkonini berdi. Biokimyoning XX asrdagi yutuqlari mikroorganizmlarni o'rganishda biokimyoviy

yoʻnalishning paydo boʻlishiga turtki boʻldi va hozirgi kunda u jadal surʼatlar bilan rivojlanmoqda.

Soʻngi ikki asr davomida mikrobiologiya bijgʻish jarayonining kimyoviy jihatini oʻrganish yoʻlidan borgan boʻlsa, hozirda ular muhim ahamiyat kasb etayotgan chorvachilik va tibbiyot amaliyoti uchun zarur boʻlgan almashilmaydigan aminokislotalar biosintezining, qator vitamin va antibiotiklarning manbai boʻlib hizmat qilmoqdalar.

Mikroskoplarning yangi turlarini yaratilishi, oʻsimlik va hayvonlar hujayralarini fiksasiya qilish va boʻyash metodlarini mukammalashuviga olib keldi. Sitologiya va Sitokimyoviy tadqiqot metodlarining rivojlanishi va keyinchalik elektron mikroskopik preparatlar texnikasining (oʻta yupqa kesmalar va boshq.) ishlab chiqarilishiga olib keldi.

Shu vaqtgacha mikrobiologiya va biokimyoning diqqat markazida dunyoning paydo boʻlishi muammosi boʻlgan boʻlsa, hozirgi kunda organik moddalarni sunʼiy yoʻl bilan hosil qilish ustida ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Mikrobiologiya hozirgi vaqtda xalq xoʻjaligida katta ahamiyat kasb etib, undan har xil sohalarda foydalanish boʻyicha ilmiy va amaliy, innovasion tadqiqotlar olib borilmoqda. Mamlakatimizda qabul qilingan kadrlar tayyorlashning Milliy Dasturida mikrobiologiya faniga alohida oʻrin ajratilgan. Bu fanni oʻrganish boʻyicha qator universitetlarda magistratura, stajyor-tadqiqotchi-izlanuvchilarga oʻrinlar berilgan. Dissertasiya himoya qiluvchi ilmiy kengashlar faoliyat koʻrsatib kelmoqda.



A.Xolmurodov

Asqar Gʻaniyevich Xolmurodov (1939-1997) – Qashqadaryo viloyatida tugʻilgan. 1960 yilda Oʻrta Osiyo Universitetini tamomlagan. Soʻngra Ukraina fanlar akademiyasiga qarashli Biokimy o institutida nomzodlik (1965) va doktorlik dissertatsiyasini (1976) himoya qilgan va ushbu institutda yigirma yil davomida faoliyat olib borgan. 1980 yildan boshlab professor. 1986-1997 yillar davomida OʻzFA Mikrobiologiya instituti direktori OʻzR FA

muxbir aʼzosi (1987) va haqiqiy akademigi (1989) shuningdek, OʻzR FA Prezidiumi bosh ilmiy kotibi (1988) va vitseprezident (1990) lavozimlarida faoliyat yuritgan. 1994-yilda Oʻzbekiston Respublikasi Oliy majlisiga

deputat bo'lib saylangan va fan, ta'lim, madaniyat va sport qo'mitasini boshqargan.

Asqar Xolmurodov biokimyo va biotexnologiya sohasida dunyo tan olgan yirik olimlardan biri hisoblanadi. Ilmiy faoliyati davomida 300 dan ortiq ilmiy maqolalar va ixtirolar muallifi. 40 dan ortiq fan doktori va fan nomzodlariga rahbarlik qilgan. 1979-yilda "Vitaminologiya" hamda "Enzimologiya usullari" nomli ikkita kitobi chop etilgan. Bundan tashqari



A. Muzaffarov

"Транспорт жирорастворимых витаминов" (1980) va "Мембранный транспорт коферментных витаминов и коферментов" (1982) nomli monografiyalarida birinchi marta almashinmaydigan biologik faol birikmalar guruhining membranada tashilishi, retsepsiyasi va bog'lanish mexanizmlari haqidagi ma'lumotlarni tizimlashtirganligi uchun dunyo bo'yicha fundamental ahamiyatga ega bo'lgan qo'llanma hisoblanadi, shu sababli bir qancha davlatlarda xorijiy tillarga tarjima qilingan. Bundan tashqari AQSh da chop etilgan "Tiaminfosfatlar" bo'yicha tayyorlagan uslubiy qo'llanma ham dunyo miqyosida ahamiyatga ega bo'lgan muhim ishlanma hisoblanadi. Asqar Xolmurodov qishloq xo'jalik hayvonlari va

parrandalar uchun nikotin kislotasi o'rnini bosuvchi "Kornik" nomli oziqa preparatini yaratgan va amaliyotga joriy etganligi uchun nufuzli Xalq Xo'jaligi Yutuqlari Ko'rgazmasining bronza medaliga sazovor bo'lgan. Bundan tashqari, Asqar Xolmurodov akademik A.V.Palladin nomidagi mukofotga sazovor bo'lgan. AQSh ning "Кто есть кто в науке и технологиях" nomli faxriylar kitobiga 1996-1997 yillarda sovrindor sifatida nomi kiritilgan va maxsus diplom bilan mukofotlangan. **Ahror Muzaffarovich Muzaffarov** (1909-1987) – botanika, ekologiya, algologiya, gidrobiologiya, gidroekologiya va suv o'tlari biotexnologiyasi sohalari bo'yicha faoliyat olib borgan yirik olim. O'zR FA ning haqiqiy a'zosi (1960). O'zR FA Botanika institutining direktori (1956-1960), O'zR FA Prezidiumi a'zosi va kimyo-texnologiya va biologiya fanlari bo'limining akademik - kotibi (1966-1970), O'zR FA Mikrobiologiya bo'limi rahbari (1970-1977), keyin esa shu bo'lim asosida mikrobiologiya institutini tashkil etib unga rahbarlik qilgan (1977-1985).

Mamlakatning ko'plab orden, medallari va mukofotlariga sazovor bo'lgan. Markaziy Osiyo suv havzalarining ekologik va tipologik o'ziga xosligini chuqur o'rganib, ulardan suv o'tlarining serhosil shtammlarini ajratib, ularning ochiq havoda va yopiq uskunalarda o'stirish usullarini



A. Ibragimov

yaratgan hamda ular asosida yangi biotexnologik jarayonlarning yaratilishiga rahbarlik qilgan. O'nlab monografiyalar va 200 dan ortiq ilmiy maqolalar chop ettirgan. Abu Rayxon Beruniy nomidagi davlat mukofoti sovrindori (1979). O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan fan arbobi.

Salima Asqarovna Asqarova (1922-1997) – O'zR FA qoshidagi institut maqomiga ega bo'lgan Mikrobiologiya bo'limining tashkilotchisi va birinchi direktori. Asosiy ilmiy yo'nalishi mikroorganizmlar fiziologiyasi va biokimyosiga bag'ishlangan.

Respublikamizda qishloq xo'jalik ekinlarini mikrobiologik usulda himoya qilish muammolari bo'yicha yirik ilmiy loyihalarni amalga oshirgan. O'zbekiston mikrobiologlar jamiyati asoschisi va birinchi prezidenti. O'zbekistonda sanoat mikrobiologiyasi rivojlanishiga qo'shgan katta hissasi va pedagogik, ilmiy tashkiliy ishlardagi samarali mehnatlari uchun xizmat ko'rsatgan fan arbobi darajasiga erishgan, xalq maorif a'lochisi, biologiya fanlari doktori, professor. Uning rahbarligida 20 dan ortiq fan doktorlari va fan nomzodlari tayyorlangan.

Axmad Pochchayevich Ibragimov (1928-2008). Taniqli molekulyar genetik, biokimyogar olim, biologiya fanlari doktori, professor, O'zR FA akademigi (2000), O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan fan arbobi (1989) unvonlari sohibi.

1928-yilda ko'hna Turkiston shahrida tug'ilgan. 1950 yilda Toshkent Farmatsevtika institutini tamomlagan. 1954 yilda O'zR FA Kimyo institutining aspiranturasida tahsil olib, kimyo fani bo'yicha nomzodlik dissertatsiyasini himoya qilgan. 1954-1957 yillar davomida Samarqand Davlat Qishloq xo'jalik institutida Organik va biologik kimyo kafedrasini mudiri, 1957 yildan boshlab O'zR FA Yadro fizikasi institutining radiatsion kimyo laboratoriyasini boshqargan. 1966-yilda "G'o'za urug'ida fizik-kimyoviy, biokimyoviy va gamma nurlari ta'sirida ayrim muhim

biologik moddalarning o'zgarishini tadqiq etish" mavzusidagi doktorlik dissertatsiyasini himoya qilgan. 1967-yilda O'zR FA Biokimyo instituti direktorining muovini va ayni paytda Nuklein kislotalar biokimyosi laboratoriyasiga rahbarlik qilib kelgan. 1969 yildan professor. 1976 yilda u boshqarayotgan laboratoriya O'zR FA O'simliklar eksperimental biologiyasi instituti tarkibiga o'tkazilib "Molekulyar genetika" laboratoriyasi nomi bilan atala boshlandi. 1984 yili O'zR FA muxbir a'zosi. Asosiy ilmiy yo'nalishini o'simliklar hujayrasining tashkiliy tuzilishi, genetik axborot funksiyasi hamda ushbu jarayonlarning ontogenetik va revolyutsion ko'rinishi, stress omillar – ionlashtiruvchi nurlar va har xil kasalliklar ta'siriga genetik axborot sistemalarining chidamliligi masalalarini yechishga bag'ishlagan.

Mirzaatxam Mirzahakimovich Raximov (1943-2013) –1943-yilda Toshkent shahrida tug'ilgan. Oliy ma'lumotni M.V.Lomonosov nomidagi Moskva Davlat Universitetida olgan. Ushbu oliygohda aspiranturada tahsil olib kimyo fanlar nomzodi ilmiy unvoniga sazovor bo'lgan (1968). O'zbekistonda biotexnologiya fanining tashkilotchilaridan biri hisoblanadi. O'zbekiston Milliy Universiteti va boshqa qator oliy o'quv yurtlarida biotexnologiya kafedralari va markazlarini tashkil etgan. Asosiy ilmiy yo'nalishi fermentativ kataliz asosida biotexnologik jarayonlar yaratish bo'lsada, biologiya, tibbiyot, kimyo, oziq-ovqat va boshqa yo'nalishlarda o'ta keng faoliyat olib borgan yirik olimdir.

Mirzaatxam Raximov biotexnologiya va fizik-kimyoviy biologiya yo'nalishlari bo'yicha yetakchi ilmiy salohiyatli olim. Uning rahbarligida geterogen tizimlarda fermentativ katalizning nazariy hamda amaliy jihatlari ishlab chiqilgan va mukammallashtirilmogda, enzimologiya muhandisligi, membrana katalizi, gen muhandisligi va nanobiotexnologiya ustida keng qamrovli ilmiy izlanishlar olib borilmogda. 1969-yildayoq olim tomonidan ilgari surilgan va tahlil qilingan, geterogen va membranali tizimlarda kataliz jarayonida ishtirok etuvchi fermentlarni faol markazi gomogen tizim fermentlari faol markaziga nisbatan boshqacha "topografiya"ga ega ekanligi keyingi ilmiy ishlarida asosli ekanligini isbotladi.

Mirzaatxam Raximov boshchiligidagi ilmiy jamoaning lipolitik fermentlarni o'rganish asosidagi natijalari boshqa sinf fermentlarini - proteinaza, amilaza, pektinaza va boshqalarni o'rganishda o'z tasdig'ini topdi. Ushbu natijalar boshqa olimlar tomonidan ham taassuf etildi hamda jahon ilmiy ommasi hamda fanida tan olindi. Membrana katalizi - yangi yo'nalish bo'lib, fanni yangi yo'nalishi bo'lib, membramuqobiliya va enzimologiyani o'zaro bog'lanishi orqali rivojlanmoqda va biologik tizimlardagi jarayonlarni, membranaga bog'liq kataliz reaksiyalarini o'rganadi. Mitoxondriya membranalarida va boshqa organellalardagi fermentativ jarayonlarni hamda immobillangan fermentlarni membrana bog'lovchi ferment tizimlari modellarini aynan shu soha doirasida o'rganiladi.



M. Raximov

Mirzaatxam Raximov tomonidan biologik membranalarni tarkibini boshqarilishi va nazariy jihatdan butunligi endogen fermentlarga bog'liqligi, (masalan, fosfolipazalarga, proteazalarga va proteinkinazalarga) ilgari surilgan gipoteza alohida ahamiyatga egadir. Hozirgi vaqtda ushbu fermentlarni stress hollarda va patologik jarayonlarda jarohatlangan membranalarni rivojlanishida hamda tashqi muhit ta'siri va fiziologik o'zgarishlarga membranalarni moslashuvida ishtirok etishi

haqida ilmiy ma'lumotlar olingan. Ushbu izlanishlar tibbiyot va o'simlikshunoslikda alohida ahamiyatga molikdir. Mirzaatxam Raximovning ilmiy izlanishlari amaliy jihati ayniqsa, tibbiyot va biotexnologiya sohasiga tegishlidir. Immobillangan fermentlarni oziq-ovqat sanoatida qo'llashni maqbulligini birinchilardan bo'lib ko'rsatgan. Ma'lum ilmiy ishlanmalar yuqori sezuvchanlikka ega tashxis usullarga va immunofermenttashxisga bag'ishlangan. Ko'pchilik ilmiy ishlanmalar tadbiiq qilingan va turli sohalarda tadbiiq qilinmoqda. 600 ga yaqin ilmiy maqolalar, o'quv qo'llanmalar, darsliklar va patentlar muallifi. U "Mehnat Shuhrati" ordeni bilan mukofotlangan.

Mashhura Egamovna Mavloniy. 1934-yilda Toshkentda tug'ilgan. Mikrobiolog olim, O'zbekiston Fanlar akademiyasi akademik (1989), O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan fan arbobi (1994), biologiya fanlari doktori (1971). Toshkent politexnika institutining kimyotexnologiya fakultetini tugatgan (1957).

O'zbekiston Fanlar akademiyasi Botanika instituti ilmiy xodimi (1960—1961), katta ilmiy xodimi (1962—1965), 1965-yildan O'zbekiston Fanlar akademiyasi Mikrobiologiya bo'limi (1977-yildan instituti)da sanoat mikrobiologiyasi laboratoriya mudiri. O'zbekistonda sanoat mikrobiologiyasi asoschisi. U O'rta Osiyoda ilk bor sanoat mikroorganizmlari kolleksiyasini yaratdi. Zararkunanda mikroorganizmlarga qarshi kurash usullarini ishlab chiqdi. Sporasiz zamburug'lar tasnifining yangi sxemasini tuzdi. Gamma va lazer nurlari ta'sirida sanoat uchun muhim bo'lgan faol mutantlar topdi va amaliyotga tatbiq etdi.



M. Mavloniy

Qaxramon Davranov. 1945-yilda Qashqadaryo viloyatida tug'ilgan. 1967- yilda Toshkent farmatsevtika institutini tamomlagan. U mikroorganizmlar asosida yangi biotexnologiyalar yaratishning ilmiy asoslarini ishlab chiqish va amaliyotga tatbiq etish bo'yicha o'z maktabini yaratgan yirik biolog olim. Qaxramon Davranovning ilmiy ishlari – mikrobiologiya va biotexnologiya fanlarining rivojiga qo'shilgan fundamental ulushdir. U jahonda birinchi bo'lib mikroorganizmlar maqsadli ravishda o'zi yashayotgan sharoitga moslashish uchun lipaza fermentining molekulyar shakllarini sintez qilishini va bu jarayon mikro

hujayrasida sintez bo'ladigan tabiiy ingibitor ishtirokida boshqarilishini isbotlab bergan. Qaxramon Davranov 300 ga yaqin ilmiy maqolalar muallifi, ulardan 90 dan ortig'i yuqori impakt faktorga ega bo'lgan jurnallarda chop etilgan va ularga 400dan ortiq havolar keltirilgan. 1972-yildan kimyo fanlari nomzodi, 1984-yildan biologiya fanlari doktori, 1991-yildan professor, 2023-yildan O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasining haqiqiy a'zosi. Hozirgacha 5 ta darslik, 6 ta o'quv qo'llanma va 3 ta monografiya chop etgan. Qaxramon Davranovning ilmiy kashfiyotlari 1 ta Yevro-Osiyo patenti, 30 ta mamlakatimiz



Q. Davranov

patenti va sobiq ittifoqning mualliflik guvohnomalari bilan muhofaza qilingan. Uning ilmiy faoliyati mikrobiologik sintez natijasida hosil boʻladigan mahsulotlarni ajratib olish, baholash va amaliyotga tatbiq etish bilan bogʻliq. Ayniqsa mikroorganizmlar sintez qiladigan lipaza (yogʻlarni parchalovchi fermenti)ni oʻrganish boʻyicha bajargan ishlari, dunyo hamkasb olimlari orasida tan olingan. U lipolaktin, lipomikrosporin, lipomixin, lipopenil olish texnologiyalarini yaratgan.

Lipolaktin – spetsifiklikka ega boʻlmagan yogʻ parchalovchi ferment boʻlib, uning produsenti – *Oospora lactis* mikromitseti Oʻzbekiston tuproqlaridan ajratilgan va bugungi kunda u Butun Rossiya sanoat mikroorganizmlari kolleksiyasida (VNII Genetika, Moskva) *Oospora lactis* F-500; Ukraina Milliy Akademiyasi Mikrobiologiya va virusologiya instituti huzuridagi mikroorganizmlar Depozitariyasida *Oospora lactis* IBM F-100073; OʻzFA Mikrobiologiya instituti mikroorganizmlar kolleksiyasida *Oospora lactis* – OʻzLM 2 nomerlari ostida deponirlangan. Q.Davranov va uning rahbarligidagi ilmiy jamoa tomonidan *Oospora lactis*ni oʻstirish, koʻpaytirish, undan lipolaktin ajratib olish texnologiyasi ishlab chiqilgan, bu texnologiya va uning reglamenti Ladijin shahridagi NPO “Enzim”da ishlab chiqarishga tatbiq qilingan. Lipolaktin – kir yuvish vositalari tarkibiga kiritilgan va teri xom-ashyolarini hamda ipak sanoati chiqindilarini yogʻsizlantirishda sinovlardan oʻtkazilgan. Lipolaktin asosida Lipokrin va Unikal nomli biodestruktor hamda organik chiqindilarni kompostlovchi – Kompanaza preparatlari yaratilgan va ishlab chiqarilmoqda. Q.Davranov bugungi kunda “mikrob-tuproq-oʻsimlik” tizimida tashqi muhit taʼsirlariga chidamli boʻlgan, muayyan sharoitda oʻsimliklarni oʻsishi, rivojlanishi, hosildorligini oshiruvchi hamda hosilining sifatiga ijobiy taʼsir koʻrsatuvchi mikrob preparatlarni yaratish va ularni amaliyotga tatbiq etishga qaratilgan ishlarni amalga oshirmoqda. “Yer malhami”, “Zamin M”, “Bist”, “Psevdorizobin” va “Fitobiosol” kabi biopreparatlari mamlakatimiz qishloq xoʻjaligi amaliyotiga joriy etilgan.

Tashxan Gafurovna Gulyamova. Biologiya fanlari doktori (1999), professor (2011), Oʻzbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi tizimidagi tadqiqot institutlarida 1972-yildan buyon faoliyat koʻrsatib kelmoqda. 1986-yildan boshlab Oʻzbekiston Respublikasi Fanlar



T. Gulyamova

akademiyasi Mikrobiologiya institutining “Fiziologik faol birikmalar biokimyosi va biotexnologiyasi” laboratoriyasida turli lavozimlarda, jumladan, 1997-yildan laboratoriyasi mudiri lavozimida ishlab kelmoqda. Tashxan Gulyamova Rossiya, Shveytsariya, AQSh, Yaponiya, Angliya, Kanada kabi rivojlangan mamlakatlarning yetakchi mikrobiolog va biotexnolog olimlari bilan yaqin hamkorlik aloqalarini o‘rnatgan.

Tashxan Gulyamova rahbarligidagi ilmiy maktab O‘zbekistonda ajratilgan mikroorganizmlarda tetrapirol birikmalari sintezining regulyatsiyasi, yangi biotexnologik ishlanmalar uchun mikroorganizmlar xilma-xilligi, g‘o‘zaning vertitsillozli vilt kasalligida biologik nazorat, O‘zbekiston dorivor o‘simliklarining endofitik mikrobiotasi, O‘zbekiston dorivor o‘simliklarining endofit zamburug‘larining metabolitlari, diabetga qarshi o‘simliklar endofitlaridan a-amilaza ingibitorlarini olish va keng ko‘lamli bioprotektiv preparatlar yaratish uchun endofit zamburug‘lardan melanin substansiyasini olishga qaratilgan bo‘lib, bu borada u kishi tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda muhim ilmiy-amaliy natijalarga erishilgan. Tashxan Gulyamova tomonidan yaratilgan bir qator ishlanma va texnologiyalar mamlakatimiz iqtisodiyot tarmoqlarida amaliyotga joriy etilgan.

Vahobov Abdurasul Hakimovich. 1941-yilda Toshkent shahrida tug‘ilgan. Oliy ma‘lumotli, M.V.Lomonosov nomidagi Moskva Davlat Universitetida tahsil olgan. Ushbu oliygohda aspiranturada tahsil olib biologiya fanlari fanlar nomzodi ilmiy unvoniga sazovor bo‘lgan (1971). O‘zbekistonda Virusologiya fanining tashkilotchilaridan biri hisoblanadi.

Abdurasul Vahobovning asosiy ishlari tuproqdagi patogen mikroorganizmlar (o‘simlik viruslari) ni ajratish va ulardan tuproqni tozalashga qaratilgan. Tuproqning unumdorligi tuproqdagi sodda hayvonlarning, nematodalar, chuvalchanglar, zamburug‘lar, suvo‘tlari, bakteriyalar (ammonifikator, nitrifikator, denitrifikator, azotofiksator, sellyuloza parchalovchi va h.) va ularning kushandalari (sianofag, aktinofag, bakteriofag, hasharot viruslari), madaniy va begona o‘simliklarni ildiz, poya va barglarida, ularning tuproqdagi qolgan ildiz va qoldiqlaridagi viruslarning hayot faoliyati, ular orasidagi murakkab munosabatlarga bog‘liqdir. Olim tomonidan mikroorganizmlarning bir olami hisoblangan



A. Vahobov

viruslarning biologiyasi – “virus-tashuvchi-o‘simlik” sistemasida viruslarning tabiatdagi sirkulyasiyasini yil mavsumlarida saqlanadigan ildiz va o‘simlik qoldiqlari va viruslarni tarqatuvchi tuproqdagi nematoda, qo‘ng‘iz, shira, psillidlar va boshqa hasharotlari hamda o‘simliklarni yerusti qismlariga virus tarqatuvchilari, viruslarni tabiiy o‘choqlari, ularni diagnostika qilish va immunodiagnostikaning zamonaviy tezkor uslublarni ishlab chiqish, ular asosida fitoviruslarni O‘zbekistonda tarqalishi, hosildorlikka va uning sifatiga ta’siri va ularga qarshi kurash choralarini xususiyatlarini o‘rganish va kurash choralarini ishlab chiqishga qaratilgan ishlar olib boradi.

Olim tomonidan O‘zbekistonda tarqalgan g‘o‘za, jo‘xori, bug‘doy, arpa, tomat, redis, raps, sholg‘om, turp, kartoshka, garmdori, dorivor o‘simliklar va boshqa madaniy o‘simliklarni viruslarini ajratib olindi va ularni biologiyasi, fizik-kimyoviy va immunologiya xususiyatlari o‘rganildi. Ularga maxsus antizardoblar tayyorlab viruslarni diagnostika qilishning tezkor uslubi bo‘lgan immunoferment analizi usulini tadbiiq qilindi. Immunodiagnostika usuli yordamida o‘simlik viruslarini O‘zbekiston hududida tarqalishini, viruslarga chidamli bo‘lgan navlarni aniqladi, ularga qarshi kurash choralarini ishlab chiqdi.

Ko‘pchilik ilmiy ishlanmalar tadbiiq qilingan va turli sohalarda tadbiiq qilinmoqda. 200 ga yaqin ilmiy maqolalar, o‘quv qo‘llanmalar, darsliklar va patentlar muallifi.

Zafar Fayzullayevich Ismailov. 1955-yilda Samarqand shahrida tug‘ilgan, biologiya fanlari doktori (1996), professor (2022). Samarqand davlat universitetining biotexnologiya ilmiy maktabi asoschisi. U o‘zining ilmiy faoliyati davomida 1996-2021 yillarda GKNT RUz №3427, UzFFI №27/98, OT-F2-30, I-OT-2017-3-4 kabi respublika, USAIDA TA-MOU-97-CA16-012, STCU UZB-111, USAID-CDR/CAR CA-23-036, ICGEB-TWAS kabi xalqaro loyihalarda rahbar, yetakchi ilmiy xodim va muvaqqat jamoa a‘zosi sifatida faoliyat olib borgan. Mazkur loyihalar doirasida amalga oshirilgan tadqiqotlarda O‘zbekiston tuproqlari mikroorganizmlarining xilma-xilligi va ahamiyati o‘rganilgan, tuproq tarkibidagi mikroorganizmlarning qishloq xo‘jalik ekinlari vegetatsiyasidagi ahamiyati aniqlangan, ulardan



Z. Ismailov

foydalanish bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqilgan, cho'l hududlarida keng tarqalgan ayrim galofit o'simliklar biomassasining bioyoqilg'i manbalar sifatidagi potentsiali baholangan, chorvachilikning organik chiqindilari va o'simliklar biomassasini qayta ishlashga asoslangan bioyoqilg'ilar olish texnologiyasi ishlab chiqilgan va amaliyotga joriy etilgan.

Zafar Ismailov genetika, biotexnologiya va biologiyaga oid dolzarb muammolar bo'yicha nufuzli jurnallarida 100 dan ortiq ilmiy maqolalar chop etgan, 3 ta darslik va 2 ta o'quv qo'llanma muallifi. Zafar Ismailov o'z faoliyatida biotexnologiyaning ustuvor sohalarida ta'lim va fanning integratsiyasiga katta e'tibor qaratgan. Bugungi kunda olim rahbarligidagi ilmiy jamoa stress omillar ta'siridagi hududlar o'simlik va tuproq tarkibidagi mikroorganizmlarning biotexnologik potentsialini baholash hamda parrandachilikning ozuqa bazasini so'vo'tlar ishtirokida boyitish yo'nalishlarida izchil tadqiqotlar olib borishmoqda.

Zaxro Raxmatovna Axmedova. 1955-yilda Toshkent viloyati Yuqori Chirchiq tumanida tug'ilgan, 1976-yili Toshkent davlat universitetini tamomlagan.



Z.Axmedova

U 1976-yildan O'zR FA Mikrobiologiya institutida ishlab kelmoqda, 2003 yildan 2021-yilgacha "Mikroorganizmlar fermentlari", bugungi kunda "Tabiatni muhofaza qilish biotexnologiyalari" laboratoriyasi mudiri lavozimida faoliyat ko'rsatib kelmoqda. Biologiya fanlari doktori, professor.

Zaxro Axmedovaning asosiy ilmiy yo'nalishi qishloq xo'jaligi, oziq-ovqat, tibbiyot, farmatsevtika sanoatining barcha tarmoqlarini biologizatsiya yo'nalishiga o'tkazish, kimyoviy vositalar, moddalar, mineral o'g'itlar sarfini kamaytirish yoki

batamom voz kechish, atrof-muhit himoyasi va ekologik muvozanatni saqlash, mikroorganizmlar va ulardan olinadigan noyob biologik moddalarni tahlil qilish va ishlab chiqarishga tatbiq etishdan iboratdir. Olima tarafidan dunyo miqyosida birinchi marotaba tabiiy oqsil+oqsil o'zaro ta'siri, munosabatlari, o'rganilib, ularning mikrob hujayrasida yog'ni parchalovchi lipaza fermentining turli formalarini hosil bo'lish mexanizmi ochib berilgan va ushbu nazariya kasallangan inson to'qimalaridagi nekrotik hujayralarni, jarrohlik septik yaralarini davolash

uchun proteolitik fermentlar ingibitorini yaratishga asos soldi. Atrof muhit himoyasi, tuproq unumdorligini oshirish, har yili to'planadigan qishloq xo'jaligi ekinlari chiqindilari utilizatsiyasi va ulardan biologik qiymatga ega moddalar olish uchun Z.R.Axmedova respublikamiz hududida keng tarqalgan bazidial zamburug'lardan foydalanish imkonini ochib berdi. Ushbu izlanishlar davomida qo'ziqorinda veratril-alkogol-oksidaza fermenti mavjudligini ilk bor kashf etdi. Lignotsellyuloza chiqindilaridan qandlar, omuxta yem, oqsillar, ayniqsa, kimyoviy usulda olib bo'lmaydigan aromatik moddalar olish mumkinligini isbotladi, bunda 32 kD ega glyukan olishda va uning saraton kasalini oldini olish xususiyatini aniqlashda o'z hissasini qo'shdi. Zaxro Axmedova 2018-yilda "Mehnat shuhrati" ordeni bilan mukofotlangan.

Mikrobiologik ishlab chiqarish nazariyalarini yaratish, uni amaliyotga tadbiq etish bo'yicha O'zR FA Mikrobiologiya instituti, O'zR FA O'simlik moddalari kimyosi instituti, M.Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy Universiteti, Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti, Toshkent kimyo-texnologiya instituti, Buxoro davlat universiteti, Guliston davlat univesiteti olimlari ham faol ilmiy izlanishlar olib bormoqdalar. Jumladan, bugungi kunda **b.f.d., professor Shohista Toshmuxamedova** virusli antigenlarni aniqlash uchun immunoferment-tahlillar va gidrolitik fermentlarni tozalash usullarini takomillashtirish hamda ularni tibbiyotda qo'llash; **b.f.d., professor Lyudmila Zaynitdinova** o'simlik xomashyolarini biokonversiyalash va bioyoqilg'i ishlab chiqarish, oqova suvlarni tozalash, pestitsidlarning biodegradatsiyasi, mikroorganizmlar tomonidan nanozarralar biosintezi, sulfidli rudalarni biologik yuvish; **b.f.d., professor Nortoji Xo'jamshukurov** entomapatogen va insektisid mikroob preparatlari yaratish va qishloq xo'jalik ekinlarini biologik himoya qilish, mikroob preparatlaridan foydalanishning qishloq xo'jalik ekinlari mahsuldorligiga ta'siri va ekologik asoslari; **b.f.d., professor Shaxlo Miralimova** probiotik mikroorganizmlar, probiotik mikroorganizmlarning antimikrobial peptidlari, inson mikroflorasi, uning patologik holatlar bilan aloqasi hamda probiotik preparatlarni orqali patologik holatlarni bartaraf etish; **b.f.d., professor Sayyora Murodova** mahalliy bakteriyalar shtammlari asosida o'simliklarning stress sharoitlarga chidamliligini oshiruvchi yangi, raqobatbardosh mikroob preparatlarini yaratish va ularning amaliy ahamiyatini baholash; **b.f.d., professor Zoir Shokirov** o'simliklarning stress sharoitlarga moslashuvini kuchaytirish uchun

mikroorganizmlarning simbiotik xilma-xilligidan foydalanish bo'yicha keng qamrovli tadqiqotlar olib borishmoqda.

Mavzu yuzasidan savol va topshiriqlar

1. Mikroorganizmlarning kashf etilishi va o'rganilishiga qanday omillar turtki bo'lgan?
2. O'rta asrlarda mikrobiologiya fani rivojiga hissa qo'shgan tadqiqotlar va olimlar haqida gapirib bering.
3. Mikroorganizmlarning bijg'ish jarayonidagi ahamiyati kashf etilishi keyinchalik qanday tadqiqotlar uchun zamin yaratgan?
4. Tibbiyot mikrobiologiyasi paydo bo'lishi va taraqqiyotiga hissa qo'shgan nazariyalar va olimlar haqida ma'lumot bering.
5. Texnik mikrobiologiya fanlarining paydo bo'lishi va taraqqiyotida qaysi olimlar va kashfiyotlar muhim o'rin tutgan?
6. S.N.Vinogradskiyning tuproq mikrobiologiyasi faniga qo'shgan hissasi va tadqiqotlari haqida nimalar bilasiz?
7. Suv, dengiz, geologiya mikrobiologiyasi yo'nalishlari rivojlanishi va G.A.Nadson maktabining ahamiyati haqida gapirib bering.
8. Viruslarning kashf etilishi va viruslarni o'rganish borasida olib borilgan tadqiqotlar patogen mikroorganizmlar fiziologiyasini o'rganishda qanday o'rin tutgan?
9. Mikrobiologiya fani rivojlanishida bakteriyalarning so'rilishi (lizis) va bakteriofagiya hodisalarining ochilishi qanday ahamiyatga ega?
10. XIX asrning ikkinchi yarmi va XX asrning birinchi yarmida mikroskopning takomillashuvi mikrobiologiya fanining rivojlanishi uchun qanday hissa qo'shgani haqida ma'lumot bering.
11. O'zbekistonda mikrobiologiya fani tarixi va rivojlanishi haqida gapirib bering.

3-§. Prokariotlarning sistematikasi

Mikroorganizmlarni ma'lum bir sistematikaga (tasnifga) solish uchun quyidagilar e'tiborga olinadi:

- shakli va o'lchami;
- harakati (xivchinlarning bor-yo'qligi va joylashishi);
- kapsulasining bor-yo'qligi;
- endospora hosil qilishi;
- gram usulida bo'yalishi;
- moddalar almashinuvining o'ziga xosligi;
- energiya olishi;
- tashqi muhit bilan aloqasi.

Molekulyar biologiyaning yutuqlari evaziga mikroorganizmlarning genotip xususiyatlarini o'rganish mumkin bo'ldi. Bunda mikroorganizm nukleotid tarkibi, purin va pirimidin asoslarining bir-biriga nisbati o'rganiladi va ikki guruhga kiruvchi mikroorganizmlarning farqlari aniqlanadi.

Ikki turga kiruvchi mikroorganizm nuklein kislotalarini bir-biriga gibridlab, ular orasidagi nukleotidlar tarkibini o'xshashligi o'rganiladi. Mikroorganizmlarning xususiyatlari o'rganilib, K.Linney ishlab chiqqan binar nomenklaturasi bo'yicha lotin alifbosida ilmiy nom beriladi. Masalan, pichan tayoqchasi - *Bacillus subtilis* deb nomlanadi.

Mikroorganizmlarga 1980-yil 1-yanvardan boshlab Xalqaro bakteriya nomenklaturasi kodeksi qoidalariga muvofiq nom beriladigan bo'ldi. Mikroorganizmlarning yaqin belgilariga qarab tavsiflovchi tur (species), avlod (genus), oila (familia), tartib (ordo), sinf (classis), bo'lim (divisio), olam (regnum) kabi toksonomik kategoriyalar ishlatiladi.

Tur deb, fenotip jihatdan o'xshash, bitta genotipga ega bo'lgan individlar yig'indisiga aytiladi. Ular kichik tur va variantlarga bo'linadilar.

Mikrobiologiyada mikroorganizmlar evolyusiyasi va filogeniyasi haqida yetarli ma'lumot bo'lmaganligi sababli mikroorganizmlar sistematikasi sun'iy hisoblanadi va mikroorganizmlarni identifikatsiya qilish uchun aniqlagich vazifasini bajaradi.

D.X.Bergi (1984 yil) ma'lumoti bo'yicha Procariotae dunyosi 4 ta bo'limga ajratiladi:

Gracilacutes (gracilus.lot. yupqa, cutes - po'st) – bu bo'lim

vakillariga hujayra devori grammanfiy tuzilishga ega bo'lgan kokklar, tayoqchasimon prokariotlar kiradilar. Ular endospora hosil qilmaydi, bo'linib ko'payadi, vakillari fototrof, nofototroflar, aeroblar, anaeroblar, obligat parazitlardir.

Bo'lim Scotobacteria, Anoxyphotobacteria, Oxyphotobacteria sinflariga ajratiladi.

Scotobacteria sinfi. Sinf 10 ta: 1-spiroxetalar, 2-aerob spiral va vibrionsimon, grammanfiy bakteriyalar, 3-aerob grammanfiy kokklar va tayoqchalar, 4-fakultativ anaerob, grammanfiy tayoqchalar, 5-anaerob, grammanfiy, bukilgan va spiral tayoqchalar, 6-grammanfiy, xemolitotrof bakteriyalar, 7-sirpanuvchi bakteriyalar, 8-xlamidabakteriyalar, 9-poyali bakteriyalar, 10-rikketsiyalar va xlamidalar kabi guruhlarga bo'linadi.

Spiroxetalarga 2 ta *Spirochaetaceae* va *Leptospiraceae* oilalari kirib, ularga oson egiluvchan, uzunligi 5-600 mkm va eni 0,4-0,7 mkm bir hujayrali bakteriyalar kiradilar.

Spiroxeta hujayrasida protoplazmatik silindr bo'lib, bir necha o'qsimon fibrillar bilan o'ralgan. Bu fibrillarning o'zi silindr oxiridagi biriktiruvchi diskdan boshlanadi. Protoplazmatik silindr va o'q fibrillar tashqaridan po'st bilan o'ralgan. Hujayrasi nukleoid, mezosoma va boshqalardan tashkil topgan. Spiroxetalar ko'ndalangiga bo'linib ko'payadi, harakatchan, spora hosil qilmaydi. Spiroxetalarning ba'zilari saprofit holda hayot kechiradi. Odam va hayvonlarda yuqumli kasalliklarni keltirib chiqaradi.

Aerob spiral va vibrionsimon, grammanfiy bakteriyalar *Spirillaceae* oilasini tashkil etadi. Hujayralari tayoqcha shaklida bo'lib spiralsimon buralgan. Hujayrasining ikkita uchida to'p xivchinlar joylashgan, ular chuchuk suvlarda va tuproqda ko'proq yashaydilar.

Aerob grammanfiy kokklar va tayoqchalar. Bu guruh vakillari 7 ta oilaga mansub bo'lib, shundan 3 tasi tuproqning hosildorligini oshirishda amaliy ahamiyatga ega. Pseudomonadalar tabiatda juda keng tarqalgan, ba'zi vakillari nitratlarni erkin azotgacha qaytara oladilar.

Azotobacteriaceae oilasi vakillari tayoqchasimon, kokksimon hujayralarga ega bo'lib, harakatchan, spora hosil qilmaydi, erkin azotni o'zlashtira oladi.

Rhizobiaceae oilasi vakillari tayoqcha ko'rinishida, spora hosil qilmaydi, boshhoqdoshlar ildizida tuganaklar hosil qiladi, o'simliklar bilan simbioz holda yashab, erkin azotni o'zlashtiradi.

Agrobacterium avlodi har xil o'simlik ildizlarida shish hosil qiladi va vakillari fitopatogen bakteriyalarga kiradi.

Methylococcaceae oilasi ikki avlodni *Methylococcus* va *Methylomonas* ni o'z ichiga oladi. Bu avlod vakillari kokk va tayoqcha shaklida bo'lib, ular uchun energiya manbai metan va metanoldir.

Acetobacteriaceae oilasi *Acetobacter* va *Gluconobacter* avlodlaridan tashkil topgan bo'lib, bu avlod vakillari etil spirtini sirka kislotagacha oksidlaydilar.

Fakultativ anaerob, grammanfiy tayoqchalar bu guruh vakillari *Enterobacteriaceae* va *Vibrionaceae* oilalariga mansub bo'lib, odam va hayvonlarda yuqumli kasalliklarni qo'zg'atadi. Bular *Esheria*, *Potobacterium*, *Salmonella*, *Shigella*, *Ervinia* va boshqa avlodlarni o'z ichiga oladi. Ba'zi vakillari odam va hayvonlarda kasallik qo'zg'atasa, ba'zilari tuproqda suvda yoki epifit holda uchraydilar.

Vibrionaceae oilasi birnecha avlodlarni *Vibrio*, *Aeromonas*, *Plesimonas* avlodlarni o'z ichiga oladi. Ular chuchuk va dengiz suvlarida, baliq va odam organizmida uchraydi, ular orasida kasallik qo'zg'atuvchilari ham bor.

Anaerob, grammanfiy, bukilgan va spiral tayoqchalar guruhi vakillari to'g'ri, bukilgan va spiral tayoqchalardan iborat bo'lib, *Bacteroidaceae* oilasiga mansub, odam va hayvonlarning oshqozon-ichak yo'llarida uchrab, ba'zan oshqozon-ichak yo'llarida kasallik qo'zg'atishi mumkin. Sut emizuvchilarning oshqozon-ichak yo'llarida *Selenomonas* avlodiga mansub bakteriyalar uchraydi. Ularning shakllari yarim oysimon harakatchan, uglevodlarni sirka, propion kislota, sut kislota va CO₂ gacha bijg'itadilar.

Grammanfiy, xemolitotrof bakteriyalar ikki oila va 15 ta avloddan iborat.

Nitrobacteriaceae oilasi vakillari tayoqchasimon, ellipssimon, sharsimon, spiralsimon ko'rinishlarda bo'lib, spora hosil qilmaydi. Harakatchan va harakatsiz vakillarga ega. Xemolitotrof vakillari obligat holda uchraydi. Ular energiyani ammiak yoki nitratlarning oksidlanishidan oladilar. Tuproqda, suv xavzalarida, dengiz va okean suvlarida ko'proq tarqalgan. *Nitrosospira*, *Nitrosococcus*, *Nitrosolobus*, *Nitrospira*, *Nitrococcus* kabi vakillari ammiakni nitritgacha oksidlaydilar.

Siderocapsaceae oilasi vakillari kapsula bilan qoplangan bo'lib, tayoqcha, sharsimon, ellipssimon hujayralardan iborat. Bu oila vakillari temir oksidini to'plash xususiyatiga ega. Ular oksidlarni kapsula ustida, kapsuladan tashqarida yoki kapsulaning o'zida to'playdilar. Bu oila vakillari xemoroorganotroflar hisoblanib, kislородli muhitni yoqtiradi va temir moddalari bor suvlarda ko'proq tarqalgan.

Myxobacteriales va Cytophagales tartibga kiruvchi bakteriyalar sirpanuvchi bakteriyalar deb nomlanadi. Myxobacteriales tarkibiga meva tana hosil qiluvchi bir hujayrali miksobakteriyalar kiradi.

Silindsimon hujayralari uchi egilgan, tashqi tomondan shilimshiq kapsula bilan o'ralgan bo'lib, bo'linib ko'payadi. Miksobakteriyalarning hujayra devori elastik bo'lib, bakteriya hujayrasining egilishiga va harakatlanishiga yordam beradi. Vegetativ hujayralari bo'linib ko'payadi, sirpanib harakatlanadi, rangsiz yoki rangli meva tanalar hosil qiladi. Meva tanalarning rangi va shakli bakteriyani xususiyatlariga bog'liq. Miksobakteriyalar sporangiyalarida mikrosistalarni hosil qiladi va ular substratdan shoxlari bilan ko'tarilib turishi mumkin. Mikrosporalar qurg'oqchilikka chidamli, lekin qizdirilganda nobud bo'ladi. Mikrosistalar qulay sharoitda unib, vegetativ hujayraga aylanadi. Mikrosistalar aerob bo'lib, xemoorganotroflar hisoblanadi, tuproqda, go'ngda uchrab, o'simlik va hayvon sellyulozasi polisaxaridi, oqsili va boshqalarni parchalaydi.

Miksobakteriyalar tarkibi 3 ta oilaga bo'linadi. Myxococcaceae oilasi vakillari noqulay sharoitga tushganda oval shaklli mikrosistalarni hosil qiladi, qulay sharoitda ulardan ikki uchlari sal o'tkirlashgan vegetativ hujayralar hosil bo'ladi.

Archangiaceae oilasi vakillari tayoqchasimon mikrosistalar hosil qiladi, oila vakillarining uchlari konussimon, vegetativ hujayraga ega.

Poliangiaceae oilasi vakillari uchlari o'tmas, silindsimon vegetativ hujayralarga ega. Mikrosporalari qulay sharoitda tez unadi.

Cytophagales tartibi vakillari mevatana hosil qilmaydi, vegetativ hujayralari tayoqchasimon va ipsimon ko'rinishda bo'ladi, sirpanib harakatlanadi, bir nechta oilalari mavjud, *Cytophagaceae* oilasi vakillari tayoqchasimon va ipsimon bo'lib, uchlari o'tmaslashgan, mikrosistalar hosil qilmaydi, xaqiqiy aerob yoki fakultativ anaerob.

Beggiatoaceae oilasi vakillari rangsiz uzun shoxlanmagan, iplar trixamalar ko'rinishida bo'ladi. Sirpanib harakatlanadi, birorta substratga yopishmaydi, hujayralari ko'ndalang bo'linib ko'payadi. Vodород sulfidli joylarda uchrab, sulfidlarni sulfatlargacha oksidlaydi.

Xlamidobakteriyalar – hujayrasining usti qobiq bilan o'ralgan, ular 7 avlodga bo'linadi.

Sphaerotilus avlodi bir hujayrali, tayoqchasimon, grammanfiy organizmlar bo'lib, qutblarida xivchinlari mavjud. Usti shilimshiq moddalardan iborat qobiq bilan o'ralgan. Xlamidobakteriyalarning iplari bir necha mm ga yetishi mumkin, hujayralar qin ichida bo'linib ko'payadi, hosil bo'lgan harakatchan qiz hujayralar qin ichidan sirpanib chiqib ketadi

yoki qinning parchalanishidan chiqishi mumkin. Bu avlod vakillari chuchuk suvlarda va ifloslangan suvlarda uchraydi.

Leptothrix avlodi vakillari to'g'ri tayoqchalar shaklida bo'lib, zanjir hosil qilib, qobiq bilan o'ralgan holda uchraydi. Qobiqlari temir yoki marganes oksidlarining gidratlari bilan to'yingan yoki qoplangan holda uchraydi. Kislородli muhitni yoqtiradi, grammanfiy, yuqoridagi avlodlardan tashqari Streptothrix, Crenothrix, Clonothrix avlodlari ham mavjud.

Poyali bakteriyalar vakillari 17 ta avlodga birlashgan. Hyphomicrobium avlodi vakillari ikki uchi o'tkirlashgan tayoqchasimon, ovalsimon, tuxumsimon yoki loviyasimon ko'rinishlarga ega. Ular har xil uzunlikdagi o'simtalar hosil qiladi. Ko'payishi ipsimon o'simtalar uchida joylashgan, kurtaklar yordamida amalga oshadi, kurtaklari yetilgandan so'ng harakatchan bo'lib qoladi va gifadan ajralib, substratga yoki boshqa bir hujayraga yopishadi. Xemoorganotrof bo'lib, o'sishi uchun SO₂ kerak bo'ladi. Ko'pgina poyali bakteriyalar laktat, formiat, asetat va boshqa birikmalarni o'zlashtirish xususiyatiga ega.

Pedomicrobium avlodi vakillari ma'lum rivojlanish sikliga ega. Oval shaklidagi ona hujayrada xivchinli, harakatchan hujayra hosil bo'ladi. Qiz hujayraning hosil bo'lishi, kurtaklanish orqali amalga oshadi. Bu avlod vakillari hujayrasi ustida temir va marganes oksidlarini ajratadi. Tuproqda keng tarqalgan.

Poyali bakteriyalardan Coaulobacter avlodi vakillari shoxlangan va bir qutubdan chiqqan tayoqchasimon vibrionsimon ko'rinishlarga ega. Ular xemoorganotroflar bo'lib grammanfiy, kislородli muhitda yaxshi o'sadi, tuproqda, chuchuk suvlarda keng tarqalgan.

Gallionella avlodi vakillari uzun poyalar uchida joylashgan tayoqchasimon yoki sharsimon mikroorganizmlardir. Poyalari bir-biriga chirmashib ketgan fibrillalardan tashkil topgan bog'cha to'plamlardan iborat. Poyachalar temir gidrooksidi bilan qoplangan bo'ladi. Ko'payganda binar bo'linib ko'payadi va qiz hujayralar poyalar uchlarida joylashadi. Keyinchalik ular poyadan zoosporalarga o'xshab ajraladilar va bitta yoki ikkita polyar joylashgan xivchinlari bilan harakatlanib, yuradilar. Grammanfiy. Xemolitotrof ular ikki valentli temirni uch valentligicha oksidlaydi, CO₂ ni o'zlashtiradi. Bu avlod vakillari Leptotrix avlodi bilan birgalikda temirni suv havzalarida cho'kishini amalga oshiradi.

Rikketsiyalar va xlamidalar – bu guruh mikroorganizmlari Rickettsiales va Chlamydiales deb nomlangan tartiblarini o'z ichiga oladilar.

Rickettsiales tartibi uch oilani birlashtiradi – *Rickettsiaceae*, *Bartonellaceae*, *Anaplasmataceae*. Ular bir qancha nopatogen, ammo hujayra ichidagina ko‘payadigan parazit vakillarni o‘z ichiga oladi.

Vakillari tayoqchasimon, sharsimon yoki ipsimon shaklga ega bo‘lib, har xil rikketsioz deb ataladigan yuqumli kasalliklarga sababchi bo‘ladi. Rikketsiyalar ham tayoqchasimon, sharsimon va ipsimon bo‘lib, spora hosil qilmaydi, harakatsiz. Grammanfiy. Xo‘jayini hujayrasida binar bo‘linib ko‘payadi. Rikketsiyalarni ba‘zi vakillari xasharotlar bilan simbioz holida yashaydi. Tipik vakillaridan *Rickettsia powazekii* toshma tif kasalligini qo‘zg‘atadi, ko‘ylak biti bilan simbiozda yashaydi.

Chlamydiale tartibi *Chlamydiaceae* oilasidan iborat bo‘lib, unga odamlarda kasallik qo‘zg‘atadigan turlar kiradi.

Mavzu yuzasidan savol va topshiriqlar

1. Mikroorganizmlarni ma‘lum bir sistematikaga (tasnifga) solishda qaysi xususiyatlari e‘tiborga olinadi?

2. Mikroorganizmlarning yaqin belgilariga qarab tavsiflovchi toksonomik kategoriyalarini aytib bering.

3. D.X.Bergi (1984 yil) ma‘lumoti bo‘yicha Procariotae dunyosi qanday bo‘limlarga ajratiladi?

4. Gracilacutes bo‘limi qaysi sinflarni o‘z ichiga oladi?

5. Scotobacteria sinfiga qaysi guruhlar mansub?

6. Spiroxetalar guruhiga kiruvchi bakteriyalarga qanday xususiyatlar xos? Ushbu guruhga mansub bakteriyalarga misol keltiring.

7. *Spirillaceae* oilasiga mansub mikroorganizmlar qanday muhitlarda yashashga moslashgan?

8. *Bacteroidaceae* oilasiga mansub bakteriyalar qanday xususiyatlarga ega?

9. Grammanfiy, xemolitotrof bakteriyalar qanday sistematik kategoriyalarga bo‘linadi?

10. *Nitrobacteriaceae* oilasi vakillariga misol ayting va ularga qanday xususiyatlar xos?

11. Miksobakteriyalar tartibiga mansub oilalar va ularning xususiyatlari haqida gapirib bering.

12. Xlamidabakteriyalarning hujayraviy tuzilishi, yashash muhiti va o'ziga xos xususiyatlari haqida ma'lumot bering.

13. Poyali bakteriyalar qanday sistematik guruhlarga bo'linadi va ularning hujayraviy tuzilishida qanday o'ziga xos xususiyatlar mavjud?

4-§. Viruslarning shakli, guruhlari va sistematikasi

Hozirgi vaqtda viruslar Vira olamiga birlashtirilgan. Viruslarni o'rganuvchi fanga birinchi bo'lib, L.Ivanovskiy (1892) asos solgan bo'lib, hozirda bu fan virusologiya deb ataladi. Viruslar barcha tirik organizmlarda kasallik qo'zg'atadi. Viruslar qachon va qanday paydo bo'lganligi noma'lum, ammo har xil gipotezalar mavjud. Hozirgi kunda viruslarga quyidagi ta'rif beriladi: "Viruslar o'ta kichik organizm – mikroorganizm ham bo'lmagan, mineral organizmlar bo'lgan mikroplazmalar, rikketsiyalar va xlamidiylar kabi o'z oqsilsintezlovchi sistemalariga ham ega bo'lmagan, nuklein kislotasining sintezi har xil darajada hujayraga bog'liq bo'lgan va mustaqil evolyusiyaga uchraydigan, avtonom genetik strukturalar bo'lib, tabiatning mikroskopik molekularga yaqin qilib yaratgan, o'ziga xos parazitlik qilib yashaydigan, xilma-xil, ko'p sonli guruhlarga ega va Vira olamiga birlashgan hayotning hujayrasiz formasidir".

Viruslar virusologiyada o'rganiladigan mustaqil fan bo'lib, o'z obyekti va tadqiqot metodlariga ega. umumiy virusologiya viruslarning tabiati, ularni tuzilishi, ko'payishi, sistematikasi, biokimyosi, genetikasini o'rganadi. Tabiiy, veterenariya va qishloq xo'jaligi virusologiyalari esa viruslarni patogenligi, ularni yuqumliligi, profilaktikasi, diagnostikasi va ular qo'zg'atadigan kasalliklarni avolashni o'rganadi. 1886-yilda nemis olimi Adolf Mayer Gollandiyada tamaki o'simligida uchraydigan mozaika kasalligini o'rganadi. U o'z ishlari natijasida tamaki o'simligida kasallikni vujudga keltiruvchi mikroorganizm nihoyatda mayda ekanligini va hatto bakterial filtrlardan ham o'tib ketishini ko'rsatib beradi. Uning bu ishlarini Beyerink o'z tajribalari asosida tasdiqlaydi.

Tamaki o'simligining virus zarrachasida 5% RNK va 95% oqsil bo'ladi. Lekin, rangli karamda uchraydigan mozaikada va ko'pgina hayvonlarda uchraydigan viruslarda va bakteriofaglarda DNK ham uchrashini Shlizinger 1934-yilda ko'rsatgan edi.

Viruslar biologik mikroskopda ko'rinmaydi, sun'iy ozuqa muhitida o'smaydi, faqat o'simlik, hayvon, odam organizmiga o'zini tirikligini namoyon etadi. Ularning faqat elektron mikroskop orqali kuzatish mumkin.

Traxoma, qizamiq, quturish, chinchechak, suvchechak, poliomiyelet, gripp va ko'pgina boshqa kasalliklar viruslar orqali vujudga keladi. Virusli kasalliklar natijasida ko'pgina hayvonlar zararlanadi, madaniy o'simliklarning hosili kamayib ketadi. Bunda o'simliklar bargi yemiriladi, rangi oqarib, buralib, burishib, bo'yi o'smay, pakana bo'lib qoladi, ba'zan esa gipokotili va ildizlari ham zararlanadi.

O'simliklarda viruslar sfera yoki tayoqcha shaklidagi oqsilli qobiq va uning ichida joylashgan nuklein kislotadan iborat bo'ladi. Nuklein kislotamiqdori 15-45% atrofida, spiral simmetriyalilarda 5%, basillalarga o'xshashlarida 1% ga yaqin; ba'zi vakillarida 20% ga yaqin lipidlar ham uchraydi. Bulardan tashqari virus kristallarida 50% ga yaqin suv ham bo'ladi.

Tamaki o'simligi mozaikasi virusi tayoqcha shaklidagi nukleoproteid bo'lib, hujayradan tashqaridagi virus virion (hujayra ichidagisi vegetativ qurollangan virus) deb ataladi. Virionlar boshqa organizmlarga kirgandan so'ng o'zining tirikligini namoyon qiladi. Tamaki o'simligini zararlangan barglarda kristallarni ko'rish mumkin. Bu kristallar yaxshi eriydi. Ularni amorf holda ajratib olish mumkin, nihoyat qaytadan kristallar hosil qilish ham mumkin. Har bir kristall millionlab virus zarrachasidan iborat bo'lib, virionning massasi $40 \cdot 10^6$ daltonga teng bo'lgan molekulyar massaga ega bo'lgan ribonuklein kislotadan va oqsilli qobiqdan iborat bo'lib, bu qobiq kapsid deb ataladi (grekcha kapsa - quti demakdir).

Oqsilli kapsid monomerlardan iborat, ular kapsomerlar deb ataladi. Har bir virusdagi kapsomerlar soni doim bir xil bo'ladi (masalan, poliomiyelet virusida 32 ta, tamaki virusida 2130 ta subbirlilik mavjud).

Kapsid bilan o'ralgan nuklein kislotaning nukleokapsid deb ataladi. Ba'zi kapsidlar ustidan qobiq bilan o'raladi, bu qobiq peplos deb atalib, u peplomerlardan iborat. Ba'zi viruslarda peplos virus oqsilidan iborat bo'lsa, boshqalarida esa hatto o'simtalar lipidlar, glikoproteidlar va fermentlar ham uchraydi.

1955-yilda X.Frenkel-Konrat va R.Uilyams tamaki mozaikasi virusidan RNK ni ajratib olishga muvaffaq bo'ldilar va uni sog'lom tamaki o'simligiga yuqtirilganda, tamakida mozaika alomati hosil bo'lganligini kuzatadilar. Tamaki o'simligining virusi nukleoproteid bo'lib, nuklein kislotasini $2 \cdot 10^6$ doqsilining molekulyar massasi 18000 D; uzunligi 3000 A, eni 180 A, uzunligi eniga nisbatan 17 marta katta, 158 ta aminokislota qoldig'idan iboratligi aniqlangan.

Hayvonlar hujayrasidagi viruslarda RNK yoki DNK uchraydi. Masalan, poliomiyelet virusi RNK va oqsildan iborat, gripp virusi RNK, oqsil, lipid va uglevodlardan tashkil topgan.

Viruslar noqulay faktorlarga ancha chidamlidir. Masalan, kartoshka o'simligining virusi pH 4,5 da inaktivasiyaga uchrasa, tamaki o'simligining virusi hatto pH 2 dan past bo'lsa ham chiday oladi, virionlarning temperaturaga chidamliligi pH ga bog'liq. Masalan, tamaki mozaikasi virusining qozoq shtammi pH 7 bo'lganda, 82°C da parchalansa, tomat shtammi 96-98°C issiqlikdagina faolligini yo'qotadi, eng chidamli bo'lgan no'xatning S- 1 virusi 108°C da qisman inaktivasiyaga uchraydi.

Ko'pchilik viruslar past temperaturaga ham chidamli bo'ladi. Masalan, gripp virusi - 70°C da 6 oy, psittakoz virusi bir yilgacha chidasa, xona haroratida bir necha kun ichida nobud bo'ladi.

Agar juda tez (vakuumda) quritilsa, ko'pchilik viruslar uzoq muddat chidamli bo'ladi. Masalan, ensefalit virusini vakuumda quritib, besh yil saqlash mumkin. Lekin ultrabinafsha nurlar viruslarga salbiy ta'sir etadi, chunki nuklein kislotalar bu nurlarni ko'p yutadi.

Viruslar shunchalik kichikki, ular oddiy bakteriyalarni tutib qoluvchi chinnidan yasalgan filtrdan ham oson o'ta oladi. Ularning kattaligi nanometr bilan o'lchanadi.

Viruslarning kimyoviy tarkibi. Ko'pchilik viruslarda DNK xalqa ko'rinishida (poliomavirus), parvovirusda - DNK bitta spiral, reoviruslarda - RNK ikkita spiral holatda bo'ladi. Viruslarning nuklein kislotalarini tarkibiga kiruvchi azotli asos va shakar komponentlari bir-biridan farq qiladilar. Viruslardagi nuklein kislotaning molekulyar massasi ham viruslarning turiga qarab, DNK saqlovchi viruslar uchun 1×10^6 dan 2×10^8 daltongacha, RNK uchun 2×10^6 dan 15×10^6 daltongacha bo'lishi mumkin.

Virus oqsili 16-20 aminokislotalardan tashkil topgan. Har bir virus uchun aminokislotalar o'zlarining C va N aminogruppalari bilan birgalikda ma'lum bir tartibda joylashgan bo'ladi. Bitta virusda oqsil bir tur polipeptid zanjiridan tashkil topgan bo'lsa, ikkinchi xil virus oqsili esa birnecha xil polipeptidlar zanjiridan hosil bo'lgan.

Viruslar klassifikatsiyasi. Viruslar hujayrasiz organizm bo'lib, o'ziga xos genomga ega. Ular inson, hayvon, hashorot, o'simliklar, zamburug'larda obligat parazit bo'lib, oqsil sintezlash, fermentativ va energiya hosil qilish xususiyatiga ega bo'lmagan organizmdir.

Viruslar ikki guruhga: tarkibida DNK saqlovchi (5 ta oila) va RNK saqlovchi (10 ta oila)larga ajratiladi. Shakliga ko'ra viruslar 4 ta quyidagi guruhga ajratiladi:

1. Sferik (gripp virusi, parotip, tovuqlardagi leykoz);
2. Tayoqchasimon (tamaki mozaikasi kasalligi);
3. Kubsimon (chin chechak);

4. Spermatozoidsimon (fag).

Virion markazida nuklein kislota (DNK yoki RNK) joylashgan bo'lib, bir yoki ikki qavatli qobiq bilan o'ralgan. Birinchi qobiq, kapsid deb nomlanib, (grek. "kapsa" – quti) uning tarkibi oqsildan tashkil topgan bo'lib, bir nechta monomerlardan tashkil topgan.

Kapsomerlarning soni har bir virusda o'zgarmaydi (poliomelitda - 60, adenovirusda – 252, tamaki mozaika kasalligi virusida – 2000). Nuklein kislota va kapsiddan iborat virion nukleokapsid deb nomlanadi. Oddiy viruslarda bitta nukleokapsid bo'lsa, ba'zi virionlarda nukleokapsid lipiddan iborat qobiq bilan o'ralgan (murakkab viruslar). Tashqi qobiq (superkapsid) ikki qavatli lipid yoki oqsil membranadan iborat.

Kapsomerlar muayyan tartibda joylashgan bo'ladi va shunga asosan ular spiralsimon, kubsimon va aralashma (kombinirovannyy) simmetriyali bo'ladi.

Viruslarning o'lchami 20 dan 350 nm. gacha bo'lib, ularni filtrlash, ultrasentrifugalash va suratga olish orqali aniqlash mumkin.

Dunyo viruslar nomenklaturasi qo'mitasining (MKTV) beshinchi ma'ruzasida umurtqalilar, umurtqasizlar, o'simliklar, zamburug'lar va prokariotlarning (mikroorganizmlar) 164 avlodi (24 tasi hali klassifikatsiya qilinmagan), 71 oilasi, 9 ta kichik oilasi va bitta tartibi 3,6 ming virus turlari va subvirus agentlarini o'z ichiga oladi.

Hozirgi kundagi sistematikada yana bir qancha har xil taksonomik guruhlar berilgan, virus sotellitlar, viroidlar va fionlar kabi sinflarga bo'linmagan viruslar ta'riflangan. Shu kundagi ma'lumotlar amaliy va iqtisodiy ahamiyatga ega 30 000 virus, shtammlari va subillari haqida axborotlarni o'z ichiga oladi.

Mazkur qo'mita (XVNQ) viruslarni quyidagi taksonlarga bo'lib o'rganadi: Tartib (-Virales); Oila (-viridal); Kichik oila (-virinal); Avlod (virus); Tur (virus).

Viruslarni eng oxirgi klassifikatsiyalaridan Fild va Nayl taxrididagi "Virusologiya" darsligida odam va hayvon viruslarini 21 oilasi batafsil tasvirlangan.

V.M.Jdanov (1990) klassifikatsiyasida viruslarni oddiydan murakkabga prinsipida evolyusion nuqtaiy nazardan molekulyar biologiya natijalarini qo'llab sinf va boshqa guruhlariga bo'ladi. Asosiy e'tibor viruslarni o'lchami, tuzilishi, qobiqqa ega, yoki ega emasligi, nuklein kislotalari va ularni mamono, bi, multipartitligi (bir qismdan, ikki qismdan va ko'p qismdan) haqidagi axborotlarga asoslanadi.

Nobel mukofoti sovrindori (1971) Devid Baltimor tomonidan

viruslar xo‘jayin hujayrasida m-RNK (oqsil sintezlanadigan RNK hosil bo‘lish mexanizimiga) ga asosan 7 guruhga ajratiladi: 1-ikki zanjirli DNK; 2-Bir zanjirli DNK; 3-ikki zanjirli RNK; 4-(+) bir zanjirli RNK; 5-(-) bir zanjirli RNK; 6-bir zanjirli RNK; 7-ikki zanjirli DNK-RNK.

Hozirgacha viruslarning 300 ga yaqin turi aniqlanib, ular 5 ta sinf, 8 ta turga, 21 ta oilaga birlashtirilgan, har bir oila avlodlardan tashkil topgan, avlodlar esa turkumlarga bo‘lingan. Quyida ayrim viruslar turlariga misollar keltiramiz: tarkibida DNK bo‘lgan viruslar (poksviruslar (ichak viruslari), chin chechak virusi, herpes (uchuq) virusi, suvchechak virusi, adenovirus infeksiyasini vujudga keltiruvchilar, adenoviruslar), faglar (bakteriofaglar (bakteriyalar virusi), sianofaglar (ko‘k yashil suv o‘tlar virusi), aktinofaglar (aktinomisstlar virusi)), Tarkibida RNK bo‘lgan viruslar (gripp virusi, qizamiq virusi, quturish virusi, pikornoviruslar, oqsil virusi, arboviruslar, Afrika o‘lati).

Mavzu yuzasidan savol va topshiriqlar

1. Virusologiya fanining paydo bo‘lishi va vazifalari haqida ma’lumot bering.
2. Virus deb ataluvchi mikroorganizmlarga qanday umumiy ta’rif beriladi?
3. Viruslar hujayraviy tuzilishi va tarkibi haqida gapirib bering.
4. Tamaki o‘simligi mozaikasi virusi qanday mexanizm asosida kasallik keltirib chiqaradi?
5. Viruslarning tashqi muhitning noqulay omillariga chidamlilik darajasi qanday?
6. Virus hujayrasi qanday kimyoviy tarkibga ega?
7. Viruslar qaysi xususiyatlari asosida klassifikatsiyalanadi?
8. Viruslar hujayra shakliga ko‘ra, qanday guruhlarga bo‘linadi?
9. Kapsomer va nukleokapsid deb nimaga aytiladi?
10. Dunyo viruslar nomenklaturasi qo‘mitasi viruslarni qanday toksonlarga bo‘lib o‘rganadi?
11. Viruslarni klassifikatsiyalash uchun qanday nazariyalar ilgari surilgan?

5-§. Suvo‘tlar, aktinomisetlar va zamburug‘lar

Suvo‘tlar (Algae) qattanali fotoavtotrof o‘simliklar bo‘lib, suv muhitida o‘sadi. Ayrim vakillari nam tuproqlarda, daraxt po‘stlog‘larida o‘shishga moslashgan. Mazkur suvo‘tlar kelib chiqishi, fotosintez apparati (xromatofor yoki xloroplast), fotosintez mahsuloti va hujayrada to‘planishi, harakatchan xivchinlarining tuzilishiga qarab, quyidagi bo‘limlarga ajratiladi:

ko‘k-yashil suvutlar —Cyanophyta;
yashil suvo‘tlar — Chlorophyceae;
oltin tusli suvo‘tlar—Chrysophyta;
diatom suvo‘tlar — Vasillariohyta (Diatomeae);
qo‘ng‘ir suvo‘tlari— Phaeophyta;
pirrofit suvo‘tlar — Pyrrophyta;
evglenofit supo‘tlar— Eyglenophyta;
qizil suvo‘tlar — Rhodophyta.

Aktinomisetlar, nursimon zamburug‘lar — shoxlangan hujayralar yoki giflarni hosil qiluvchi bakteriyalar. Ular tuzilishida zamburug‘larga xos xususiyatlar ham mavjud. Aktinomisetlarga chin Aktinomisetlar, mikobakteriyalar, streptomisetlar va boshqalar kiradi, ular 700 ga yaqin turlari uchraydi. Aktinomisetlar tanasi substratdan nursimon o‘simlik chiqqan ingichka ipchalardan iborat (nursimon zamburug‘ nomi shundan kelib chiqqan). Miseliy shoxchalarining uchida sporalar bo‘ladi. Aktinomisetlar shu sporalardan ko‘payadi. Tuproq, suv havzalari, havo va o‘simlik qoldiqlarida uchraydi. Ba‘zilari odam va hayvonlarda (aktinomikoz, sil, difteriya), shuningdek o‘simliklarda parazitlik qiladi. Antibiotiklarni hosil qiluvchi turlari (asosan, streptomisetlar), pigmentlar, vitaminlar va boshqaoaridan mikrobiologiya sanoatida foydalaniladi, shuningdek doridarmonlar (antibiotiklar) olinadi.

Zamburug‘lar (Fungi yoki Mycetes) — eukariot organizmlar dunyosi (bo‘limi). Zamburug‘lar tayyor organik moddalar hisobiga yashaydi, ya‘ni geterotrof organizm hisoblanadi. Odatda o‘simliklarda, tuproqda, suvda, hayvonlarda yoki ularning qoldiqlarida hayot kechiradi. Oziqlanish usuliga qarab parazit va saprofit zamburug‘larga bo‘linadi. Zamburug‘larning odamlar va hayvonlar uchun zararli va foydali yuz mingdan ortiq turi uchraydi. Zamburug‘lar haqidagi fan mikologiya deb ataladi.

Ko‘pchilik zamburug‘larning (ba‘zi hujayra ichki parazitlaridan tashqari) vegetativ tanasi miseliy ko‘rinishida, ya‘ni oziqlanish substrati sirtiga yoki ichiga taralib, uchidan o‘sadigan ingichka ipcha — gifalardan

iborat. Ko'payishi zamburug'lar vegetativ va reproduktiv (jinssiz va jinsiy) ko'payadi. Vegetativ ko'payish miseliy ipchalarining bo'linishi yoki sklerosiyalar bilan amalga oshadi. Bu bo'lakchalar har xil yo'l bilan tarqalib, qulay sharoitga tushganda yangi miseliysi hosil bo'ladi. Jinssiz ko'payish miseliyning maxsus shoxchalarida xreil bo'ladigan sporalar orqali ro'y beradi. Sporalar hosil bo'lishiga qarab endogen va ekzogen bo'ladi. Endogen sporalar odatda gifa (sporangiy yoki zoosporangiy)ning sharsimon uchlarida ko'p miqdorda rivojlanadi. Ekzogen sporalar (konidiyalar) miseliyning maxsus shoxlarida yakka, guruh bo'lib, ko'p incha zanjirsimon rivojlanadi. Jinsiy ko'payish ikkita har xil jinsiy hujayraning qo'shilishidan hosil bo'ladigan zigotalar orqali ro'y beradi. Zamburug'lar hamma joyda keng tarqalgan. Aksar zamburug'larning tabiatda umri kiska. Ularning miseliysi bir necha sutkada rivojlanib, spora hosil qilgach, o'sishdan to'xtab, nobud bo'ladi. Miseliysi ko'p yil yashaydigan zamburug'lar ham bor. Jumladan, patogen va parazit zamburug'lar miseliysi bir necha yillab yashaydi. Shuningdek, sklerosiyalari va turli-tuman sporalari bilan uzoq vaqtgacha saqlanadigan zamburug'lar ham bo'ladi. Ko'p sporalar quruq holatda hayotchanligini o'n yillab saqlashi mumkin. Muhim fiziologik xususiyatlari zamburug'lar rivojlanishi uchun kislorod zarur bo'lib, aerob organizm hisoblanadi. Ko'p zamburug'lar turli xil (spirtli, limonli) achitish xususiyatiga ega. Zamburug'lar 20—25°C da yaxshi o'sadi, ba'zilar 2—4°C da ham rivojlanadi. Zamburug'larning o'sishi uchun yorug'lik zarur emas, lekin quyosh nuri ularning o'sishi va spora hosil qilishiga salbiy ta'sir etadi.

Tuproqda yashaydigan zamburug'lar o'simlik qoldiqlari (jumladan qiyin parchalanadigan selluloza va lignin)ni yemiradi va minerallashtiradi. Yog'ochlarni, asosan, po'kak zamburug'lar yemiradi. Ko'pchilik zamburug'lar o'simliklarda turli kasalliklarni qo'zg'atadi. Odamlardagi qator kasalliklar: kal, qirma temiratki va boshqalarni zamburug'lar qo'zg'atadi. Foydali zamburug'lar ham ko'p. *Penicillium* va *Aspergillus* turkumiga mansub zamburug'lardan vitaminlar, antibiotiklar, limon kislota va steroid preparatlar olishda foydalaniladi. Zamburug'lardan ko'pchilik, to'qimachilikda va sanoatning boshqa tarmoqlarida qo'llaniladigan turli xil fermentlar olinadi. Dunyoning ko'pgina mamlakatlarida zamburug'lar ovqatga ishlatiladi; iste'mol qilinadigan zamburug'larning turi 100 dan ortadi. Bulardan ko'plari qimmatli bo'lib, tarkibida oqsil moddalari, vitaminlar va fermentlar bor. Zamburug'lar, asosan, konservalab (quritib, tuzlab, ziralab) iste'mol qilinadi.

Zamburug‘lar tasnifi:

I sinf — tuban zamburug‘lar yoki fikomisetlar (Phycomycetes);

II sinf — xaltali zamburug‘lar yoki aksosimetlar (Ascomycetes);

III sinf — bazidiomisetlar (Basidiomycetes);

IV sinf — takomillashmagan zamburug‘lar (Deuteromycetes yoki Fungi imperfecti).

Zamburug‘lar o‘simlik, hayvon va odamlarda kasallik qo‘zg‘atish xususiyatiga ega, oziq-ovqat mahsulotlarini bo‘zadi. G‘o‘zada vilt va chirish kasalliklarini paydo qiladi. Ba‘zi zamburug‘lar hasharotlar sonini hamda kasallik tug‘diruvchi (patogen) zamburug‘lar rivojini susaytirishda ijobiy ahamiyatga ega. Vertisillyoz so‘lishni qo‘zg‘atuvchi zamburug‘lar kushandasiga *Trichoderma Ignoram* Hars., *Aspergillus* sp., *Penicillim* sp.lar kiradi.

Zamburug‘lar tuproqda bakteriyalar, aktinomisetlar va mikroorganizmlar bilan birgalikda organik moddalarni parchalab, sanitarlik vazifasini bajaradi va tabiatda moddalar aylanishida ishtirok etadi. Shu bilan birga tuproqda o‘simlik kasalliklarini qo‘zg‘atuvchi zamburug‘lar to‘planib ham qoladi. Monokultura natijasida o‘simliklarning ma‘lum turlarigagina ixtisoslashgan zamburug‘lar yig‘iladi. *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Trichothecium*, *Rhizopus* turkumlariga mansub ba‘zi tur zamburug‘lar urug‘lik materialning mog‘orlashiga sabab bo‘lib, ularning unuvchanligini pasaytiradi. Ko‘pgina mog‘or zamburug‘lar xom ashyoni saqlash davrida paxta tolasi sifatini buzadi. Ba‘zi turlari iste‘mol qilinadi. Zamburug‘larning fermentativ, antibiotik, toksik va parazit lik xususiyatlaridan veterinariyada hamda o‘simliklarni zararkunanda va kasalliklardan himoya qilishda, shuningdek, yengil sanoatda, oziq-ovqat va farmasevtika sanoatida foydalaniladi.

Mavzu yuzasidan savol va topshiriqlar

1. Suvo‘tlar qanday muhit sharoitlarida yashash xususiyatiga ega?
2. Suvo‘tlar qanday xususiyatlari asosida klassifikatsiyalanadi?
3. Aktinomisetlar qanday hujayraviy tuzilishga ega?
4. Aktinomisetlar klassifikatsiyasi haqida ma‘lumot bering.
5. Mikrobiologiya sanoatida va tibbiyotda ishlatiladigan aktinomisetlarga misol keltiring.
6. Zamburug‘lar oziqlanish usuliga ko‘ra qanday guruhlariga bo‘linadi?

7. Zamburug‘lar qanday usullarda ko‘payadi?
8. Zamburug‘larning yashovchanlik xususiyatlari haqida gapirib bering.
9. Zamburug‘larning qanday foydali vakillari va jihatlari bor?
10. Zamburug‘lar qanday xususiyatlariga asosan klassifikatsiyalanadi?
11. Patogen zamburug‘larga misollar keltiring.

III bob. MIKROORGANIZMLARNING MORFOLOGIYASI VA HUJAYRAVIY TUZILISHI

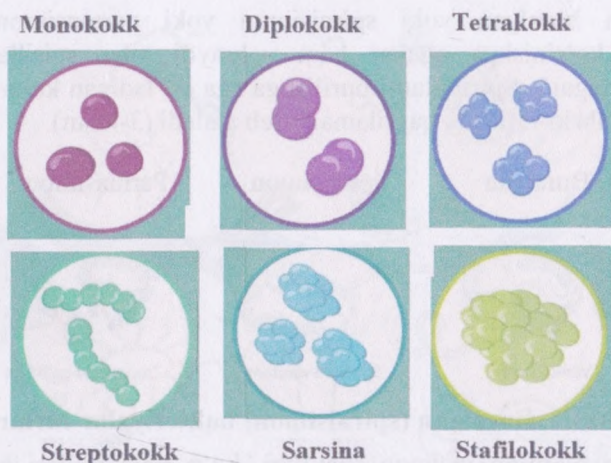
6-§. Prokariotlar morfologiyasi

Mikroorganizmlarning ko'pchiligi bir hujayralidir. Bakteriya hujayrasi tashqi muhitdan hujayra po'sti, ba'zan esa faqat sitoplazmatik membrana bilan ajralib turadi. Hujayra ichida har xil strukturalar mavjud. Hujayra tuzilishiga qarab, organizmlar ikki tipga - eukariot va prokariot hujayrali organizmlarga bo'linadi (2-jadval). Agar mikroorganizm haqiqiy (chin) yadroga ega bo'lsa, bunday hujayralarga eukariot (grekcha eu - chin, kario - yadro demakdir) hujayrali organizmlar deyiladi. Eukariotlarga zamburug'lar, suvo'tlari, sodda hayvonlar - protistlar kirs, prokariotlarga bakteriyalar va ko'k-yashil suvo'tlari (sianobakteriyalar) kiradi. Eukariotlar hujayrasida yadro va unda 1-2 yadrocha, xromosomalar, mitoxondriy, ribosomalar, fotosintez jarayonini olib boruvchi organizmlarda esa xloroplastlar, Golji apparatlari, DNK, RNK va oqsillar mavjud. Ribosomali esa 80S ni (Svedberg koeffitsenti) tashkil qiladi. Yadro apparati sodda (diffuz holda) bo'lgan mikroorganizmlar prokariotlar deyiladi. Prokariot hujayralarda yadro bilan sitoplazma orasida aniq chegara yo'q, yadro membranasi bo'lmaydi. Ularda DNK maxsus strukturaga ega emas. Shuning uchun prokariotlarda mitoz va meyozi jarayonlari amalga oshmaydi. Ribosomali esa 70S ni tashkil qiladi. Mitoxondriya va xloroplastlarga ega emas. Mitoxondriy vazifasini mezosomalar (sitoplazmatik membranadan hosil bo'lgan struktura) bajaradi.

Bakteriyalarning shakllari. Tashqi ko'rinishiga qarab ular asosan uch guruhga bo'linadi: sharsimonlar - kokklar, tayoqchasimonlar - basillalar, spiralsimonlar - vibrionlar, spirillalar va spiroxetalar. Sharsimon bakteriyalar kokklar (kokkus - lotincha don) deyiladi. Ular sferasimon, ellipssimon, no'xatsimon va boshqa ko'rinishga ega bo'ladi. Bakteriya hujayralarining bir - biriga nisbatan joylanishiga qarab, har xil nomlanadi. Sharsimon bakteriyalar hujayrasi bo'linib, ayrim joylashsa, ular monokokklar, hujayra bo'linishi natijasida har xil uzum boshi kabi to'plamlar hosil qilsa, stafilokokklar deyiladi.

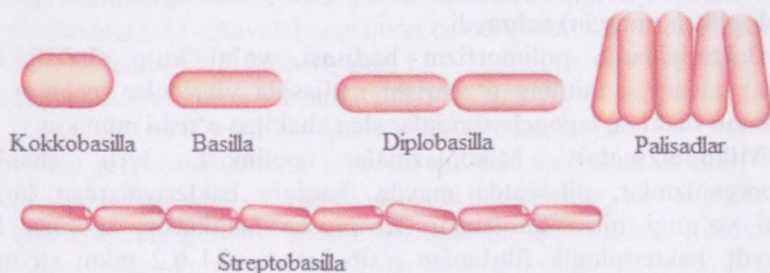
Prokariot va eukariot organizmlar belgilarini o'zaro taqqoslash

Belgilar	Prokariotlar	Eukariotlar
Yadro	Mitoz yo'li bilan bo'linadi, yadro membranasi yo'q	Mitoz yo'li bilan bo'linadi yadrosi membrana bilan o'ralgan
DNK ning holati	Gistonlar bilan bog'lanmagan alohida molekulalar	Gistonlar bilan bog'langan holda xromosomalarda joylashgan
Nafas olish sistemasi	Membranalar yoki mezosomalar nafas olish sistemalari. Mitoxondriyalar uchramaydi.	Mitoxondriyalar mavjud, nafas olish sistemalari membranalar bilan o'ralgan organellalar
Ribosomalarning kattaligi	70S	80S
Hujayra po'sti	Kimyoviy tarkibida peptidoglikanlar kompleksi bor	Hujayra po'sti organik va anorganik moddalardan tuzilgan
Xivchinlar	Bir yoki bir necha fibrillalardan tashkil topgan juda nozik va mayda	20ta fibrilladan tashqil topgan: ular 2x9x2 holatidagi guruhlarda to'plangan
Fotosintez jarayoni	Bakterioxlorofill pigmenti, qaytaruvchilar: H ₂ S va S boshqa birikmalari, organik moddalar	Xlorofill a, v, s, d yoki e, kislorod ajraladi, qaytaruvchi – H ₂ O
Jinsiy jarayoni	Meyoz uchramaydi, ba'zi fragmentlari uchraydi va irsiy informasiyaning ma'lum bir qismi o'tadi	Jinsiy proses sistematik holda uchraydi, meyo mavjud va xromosomalar hamma irsiy xususiyatlarni o'tkazadi
Xromosomalar soni	Bitta xromosoma	Birdan ortiq xromosomalar



1-rasm. Sharsimon bakteriya (kokklar) turlari

Bakteriyalar bo‘lingandan so‘ng ikkitadan bo‘lib joylashganlari - diplokokklar, bo‘linishi natijasida uzun zanjir hosil qilsa, streptokokklar, to‘rttadan bo‘lib joylashsa, tetrakokklar, kub yoki paket shaklida joylashsa, sarsinalar deb ataladi. Bakteriyalar tayoqchasimon (silindsimon) yoki egilgan vergul simon shakllarda ham bo‘ladi. Tayoqchasimon bakteriyalar uzunligi, katta -kichikligi, ko‘ndalang kesimi, hujayra uchining ko‘rinishi, hujayralarining o‘zaro joylanishlari bilan farqlanadi. Hujayra uchlari to‘g‘ri kesilgan, oval yoki o‘tkirlashgan bo‘lishi mumkin. Bakteriyalar ayrim yoki yakka-yakka tayoqchalar, ikkitadan joylashgan diplobakteriyalar, spora hosil qiluvchilari bo‘lsa, diplobasillalar, zanjir hosil qiluvchilarini esa streptobakteriyalar (streptobasilla) deyiladi (2-rasm).



2-rasm. Tayoqchasimon (silindsimon) bakteriyalar turlari

Baʼzan buralgan yoki spiralsimon yoki parmasimon buralgan (spiroxeta) koʻrinishga egalari ham uchraydi, ular spirillalar (spirallotincha buralgan). Spirillalarni burilishga ega boʻladigan kalta egilganlari vibrionlar (vibriolotincha qayrilaman) deb ataladi (3-rasm).



3-rasm. Buralgan (spiralsimon) bakteriyalar turlari

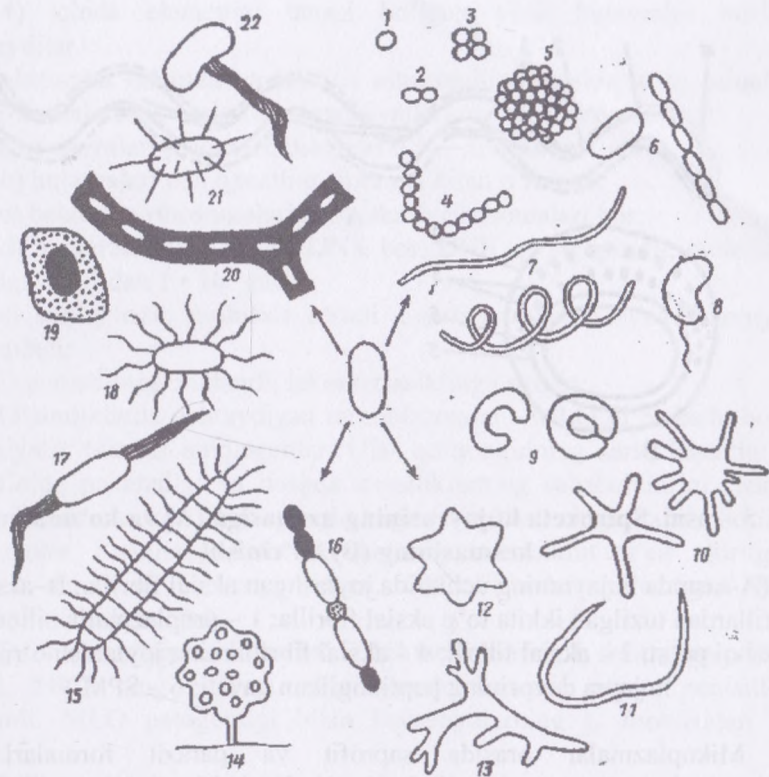
Bakteriyalarning ipsimon shakllari, koʻp hujayralilari ham boʻlib, hujayraning tashqi tomoni har xil oʻsimtalar hosil qiladi. Ularning uchburchak, yulduzsimon, ochiq yoki yopiq xalqa, chualchangsimon va boshqa shakllari ham uchraydi.

Agar bakteriya hujayrasini, yaʼni sof kulturasi bir turdagi bakteriya individlarining (osoblar) yigʻindisini qattiq ozuqa muhitiga ekilsa, bir necha soatdan soʻng ular koʻpayib oddiy koʻz bilan koʻrish mumkin boʻlgan koloniya (bakteriya hujayralari toʻplami) hosil qiladi. Koloniyalar koʻrinishi, rangi va boshqa xususiyatlari bilan bakteriya turiga bogʻliq boʻlib, har bir bakteriya turi uchun oʻziga xos - spetsifiklikka ega boʻladi.

Bakteriya hujayrasidagi organellalar alohida membranalar bilan oʻralmagan. Bakteriyalarning sitoplazmatik membranasi hujayrani ichiga tomon botib kirgan (mezosoma) boʻlib, ularda fermentlar joylashgan. Fotosintezni amalga oshiruvchi sianobakteriyalarda pigmentlari ichki membranalarda, baʼzilarida esa xromotoforlar shaklida, yaʼni alohida tanachalar holida boʻladi. Koʻpchilik bakteriyalarning hujayra poʻstida peptidoglikan (murein) uchraydi.

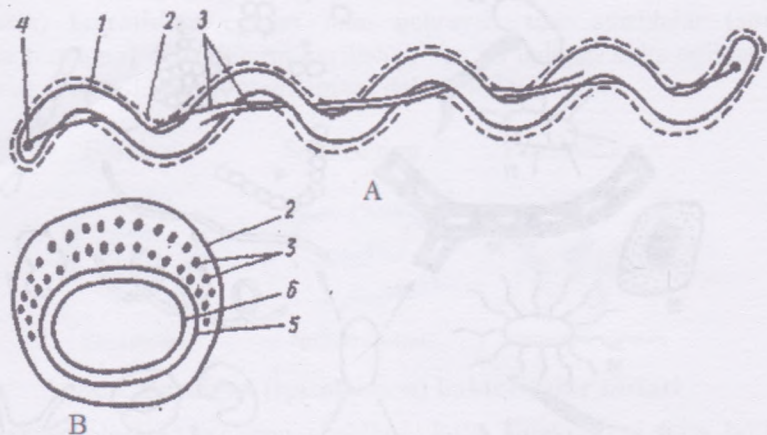
Bakteriyalarda polimorfizm hodisasi, yaʼni koʻp shaklli holat mavjud, tashqi muhitning oʻzgarishi natijasida vibrionlar ipsimon yoki sharsimon shaklga, tayoqchasiimonlar shar shakliga oʻtishi mumkin.

Mikoplazmalar. Mikoplazmalar polimorf, turli shakldagi mikroorganizmlar, nihoyatda mayda, haqiqiy bakteriyalardan hujayra devori yoʻqligi bilan farqlanadi. Koʻpincha harakatsiz, sporalar hosil qilmaydi, bakteriologik filtrlardan oʻtib ketadi (0,1-0,2 mkm va undan kichik).



4-rasm. Prokariotlarning turli shaklli vakillari

(1 - kokk; 2 - diplokokk; 3 - sarsina; 4 - streptokokk; 5 - sferasimon bakteriyalarning koloniyasi; 6 – tayoqchasimon bakteriyalar (yakka hujayra, hujayralar zanjiri); 7 - spirillalar; 8 - vibriyon; 9 - yopiq va ochiq xalqa shaklidagi bakteriyalar; 10 - o‘simta hosil qiluvchi bakteriyalar (prostekalar); 11-chuvalchangsimon bakteriyalar; 12 - oltiburchakli yulduz ko‘rinishidagi bakteriyalar; 13 - aktinomisetlar vakillari; 14-miksobakteriyalarning meva tanalari; 15-lateral joylashgan xivchinli *Caryophanon* avlodining ipsimon shaklli bakteriyasi; 16 - Spora (akinetlar) geterosistalar hosil kiluvchi ipsimon sianobakteriyalar; 8, 15, 17, 18 - har xil tipda hivchin hosil qiluvchi bakteriyalar; 19 - kapsula hosil qiluvchi temir gidrat oksididan tuzilgan qobiqqa o‘ralgan ipsimon *Sphaerotilus guruxi*; 21 - tikanlar hosil qiluvchi bakteriya; 22 - *Gallionella* sp.)



5 –rasm. Spiroxeta hujayrasining uzunasiga (A) va ko'ndalang kesmasining (B) ko'rinishi

(A-rasmda hujayraning uchlarida joylashgan aksial fibrilla, B–aksial fibrillardan tuzilgan ikkita to'p aksial fibrilla: 1 – proplazmatik silindr, 2 – tashqi po'st, 3 – aksial fibrill; 4 – aksial fibrillarning joylanish o'rni; 5– hujayra devorining peptidoglikan qavati; 6 – SPM.)

Mikoplazmalar orasida saprofit va parazit formalari bor. Hayvonlarda turli-tuman kasalliklarni vujudga keltiradi. Ularni 10-20% ot qonining zardobi qo'shilgan qattiq oziq muhitlarida o'stirish mumkin. Suyuq ozuqa muhitlarda mikoplazmalar sharsimon, yulduzsimon, disksimon, ipsimon va boshqa shaklli bo'lib, qattiq ozuqa muhitlarda esa o'rtasi qora mayda koloniyalarni hosil qiladi. Bergi mikoplazmalarni prokariotlar olamining mikoplazmalar bo'limiga ajratadi.

Mikoplazmalarga bakteriyalarning L-shakllilari yaqin turadi. Bu bakteriyalarni tajriba yo'li bilan ham olish mumkin, buning uchun bakteriyalarga penisillin bilan ta'sir etiladi.

Mikoplazmalar ichida yaxshi o'rganilgani erkin holda hayot kechiradigan *Mycoplasma laidlawu* dir. G.Morovin va M.Turtelen (1964) ularni elektron mikroskopda ko'rib, to'rt xil hujayrasi:

- 1) elementar tanasi;
- 2) oraliq hujayralar;
- 3) yirik hujayralar;

4) ichida elementar tanasi bo'lgan yirik hujayralar borligini aniqlaydilar.

Mikoplazmalar odamda va boshqa umurtqalilar orasida keng tarqalgan. Mikoplazmalarining o'ziga xos xususiyatlari quyidagilardan iborat:

- a) hujayralari pleomorf, diametri 0,1 — 1,0 mkm;
- b) hujayralari uch qavatli membrana bilan o'ralgan;
- c) bakteriya ribosomalariga o'xshash ribosomalari bor;
- d) hujayralarida RNK va DNK bor. DNK qo'sh spiralli, molekulyar og'irligi $4 \cdot 10^8$ dan $1 \cdot 10^9$ gacha;
- e) sun'iy oziq muhitida o'sadi, agarli muhitda mayda koloniyalar hosil qiladi;
- f) penisilliga chidamli, lekin tetrasiklinga sezgir.

O'simliklarda uchraydigan mikoplazmalar - MLO ni birinchi bo'lib, yaponiyalik olimlar aniqlaganlar. Ular qo'qongulning sariq kasalligi, tut daraxtining pakanaligi va boshqa kasalliklarning sababchilarini elektron mikroskopda ko'rib, mikoplazmalarga o'xshash hujayralar borligini kuzatganlar. Kasallangan tut ko'chatlariga tetrasiklin ta'sir ettirilgach, kasallik namoyon bo'lmay qolgan. O'simliklarda uchraydigan MLO hujayralar ichida bo'ladi.

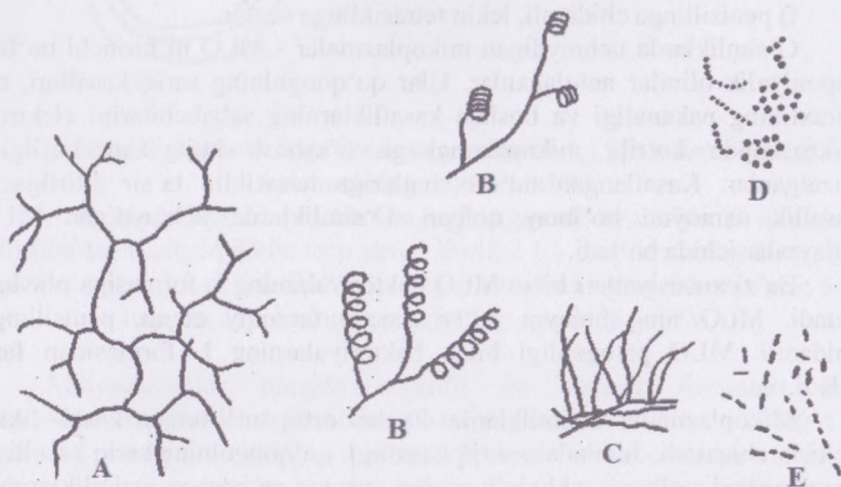
Ba'zi xususiyatlari bilan MLO bakteriyalarning L formasiga o'xshab ketadi. MLO ning hujayra po'sti yaxshi taraqqiy etgan, penisilliga chidamli. MLO patogenligi bilan bakteriyalarning L formasidan farq qiladi.

Mikoplazmalar o'simliklarda 40 dan ortiq turli-tuman kasal-liklar keltirib chiqaradi. Jumladan, sariq kasalligi, qo'qongulning sariq kasalligi, pomidordagi stolbur, makkajo'xorining, tutning va boshqa o'simliklarning pakanaligi, sitrus o'simliklarning kasallanishi va boshqalarni ana shu mikoplazmalar qo'zg'atadi. Bularning eng keng tarqalgan formasi ellipssimon bo'lib, kattaligi $0,2 \times 0,3$ mkm ni tashkil etadi.

Sulida keng tarqalgan kasalliklardan biri g'umbaklanishdir. Bu kasallikning sababchisi *Liburnia striatella*. Bu kasallik Sharqda va Shimoliy Qozog'istonda tarqalgan. Pomidor gulining tugunchalari, shonalarida *Hyalesthes obsoletus* gulkosa barglarining yopishib o'sishiga olib keladi, natijada pomidor mevasi mayda va qattiq bo'ladi, bu kasallik Qrim va Kavkazda tarqalgan.

Aktinomisetlar yoki nursimon (nurli) zamburug'lar tuzilishi jihatidan bakteriyalar va tuban zamburug'larga o'xshaydi (6-rasm). Ular mog'or zamburug'lar bilan bakteriyalar orasidagi guruhga mansub, ma'lum shakldagi yadrosi bo'lmaydi. Bu guruh grammusbat

bakteriyalardir. Aktinomisetlar gifalarining uzunligi 600 mkm, eni 0,5–2 mkm va undan uzun bo'lgan shoxlangan miseliy hosil qiladi (7-rasm). Ozuqa muhitidagi miseliy ikki xil - biri substratda (substrat miseliysi), ikkinchisi ozuqa muhit yuzasida (havo miseliysi) bo'ladi. Havo miseliysida sporalar yetiladi. Aktinomisetlar tuproqda, organik o'g'itlar, chiriyotgan moddalar yuzasida, boshhoqdosh o'simliklar tanasida uchraydi. Ulardan streptomisin, biomisin, tetrasiklin, neomisin, nistatin kabi antibiotiklar olinadi. Ba'zi patogen formalari yumshoq to'qima va suyaklarni yemirib, og'ir kasallik - aktinomikozni vujudga keltirishi mumkin.



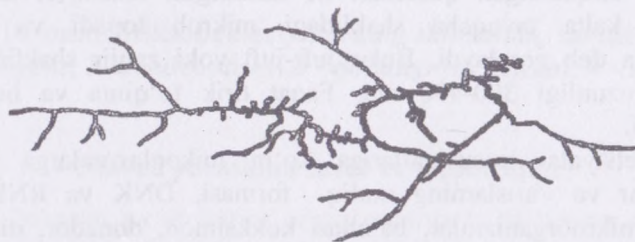
6-rasm. **Aktinomisetlar** (A - miseliy; B – spiral sporabandlar; C -to'g'ri sporabandlar; D- sharsimon sporalar; E-silindsimon sporalar)

Proaktinomisetlar. Proaktinomisetlar ozuqa muhitida avval aktinomisetlarga o'xshab o'sadi, shoxlangan substrat miseliy avval hosil qiladi. Ammo tezlik bilan miseliyda ko'ndalang to'siqlar hosil bo'ladi va kalta ipcha, tayoqcha va kokkilarga bo'linadi. Ularni ozuqa muhitiga ekilsa, yana miseliy hosil qiladi. Koloniyalari aktinomisetlarnikidan farq qilib, xamirsimon konsistensiyaga ega. Proaktinomisetlarning ayrim turlarigina havo miseliysini hosil qiladi. Havo miseliysidagi spora bandlarida silindsimon sporalar vujudga keladi. Kulturalari rangsiz. Ba'zi vakillaridagina pigmentli bo'ladi.



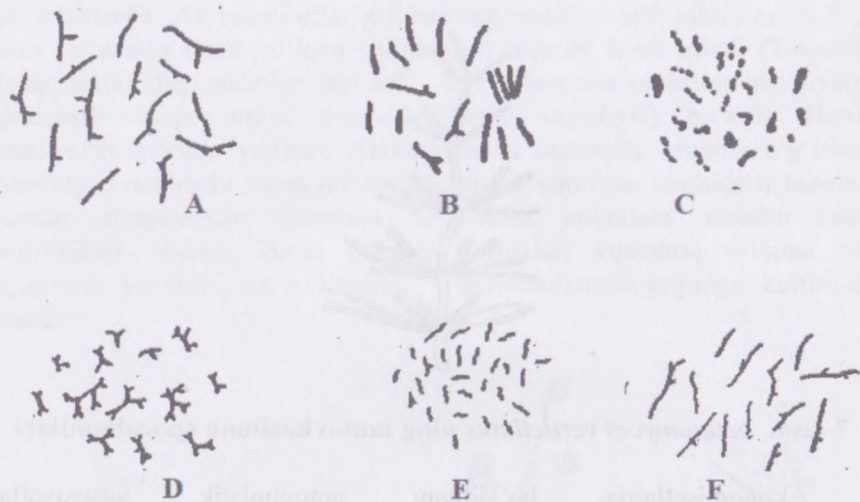
7-rasm. *Actinomyces verticillatus* ning mutovkasimon sporabandlari

Aktinomisetlarda bo'ladigan antogonistik xususiyatlar proaktonomisetlarda umuman bo'lmaydi yoki bu xususiyat kuchsiz namoyon namoyon bo'lishi mumkin. Aktinomisetlar tuproqda keng tarqalgan. Aktinomikoz bilan kasallangan odam va hayvon tanalaridan ajratib olish mumkin. Ba'zi vakillari mazkur kasalliklarni qo'zg'atuvchilar hisoblanadi. Vakillaridan *Proactinomyces ruber* (8-rasm), *Pr. bovis* va boshqalarni ko'rsatish mumkin.



8-rasm. *Proactinomyces ruber*ning miseliysi umumiy tuzilishi va ayrim hujayralarga bo'linib ketishi

Mikobakteriyalar. Aktinomisetlar tartibiga Mikobakteriyalar oilasi ham kirib, ular grammusbat, yoshlik vaqtida egilgan va shoxlangan, harakatsiz tayoqchalardir. Kalta miseliy hosil qiladi va u tezgina kalta fragmentlarga parchalanib ketadi. Bo'linib ko'payadi, spora hosil qilmaydi, ko'p vakillari odam va hayvonlarda kasallik qo'zg'atadi.

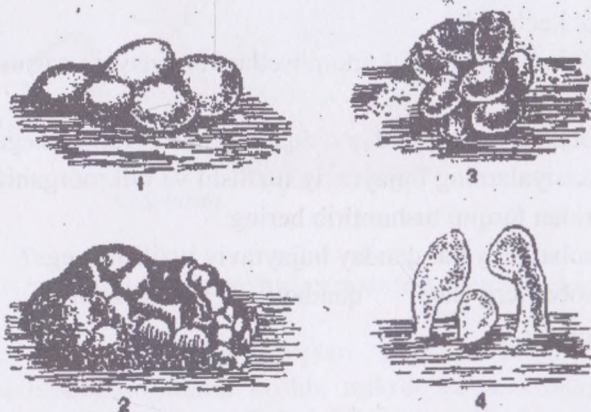


9- rasm. Mikobakteriyalar: A. *Mucosum*; B. *Rubrum*; C. *Cyaneum*; D. *Bifidum*; E. *Citreum*; F. *Filiforme*.

Rikketsiyalar. 1909-yilda Rikkets degan olim Meksikada uchraydigan va bit orqali tarqaladigan qizilchali tif kasalligini tekshirib, kasal odam tanasidan kalta tayoqcha shaklidagi mikroob topadi va rikketsiya provocheka deb nomlaydi. Bular juft-juft yoki zanjir shaklida bo'lishi mumkin, uzunligi 300-400 nm. Faqat tirik to'qima va hujayralarda rivojlanadi.

Rikketsiyalar xususiyatlariga ko'ra mikoplazmalarga o'xshaydi, bakteriyalar va viruslarning oraliq formasi, DNK va RNK ga ega, polimorf mikroorganizmlar, ba'zilar kokksimon, donador, diametri 0,5 mkm. Tayoqchasimonlari 1-1,5mkm, uchlari yumaloq yoki bir oz bukilgan, 3-4mkm, ipsimon formalari 10-40mkm, donador. Rikketsiyalar harakatsiz spora va kapsula hosil qilmaydi. Elektron mikroskopda rikketsiyalarni kuzatganda ular tashqi va ichki qobiq bilan o'ralganligi ma'lum bo'ldi. Sitoplazmasida granular shaklidagi ribosomalar bo'lib, ular 70A keladi. Rikketsiyalar bo'linib ko'payadi. Patogen rikketsiyalar hayvonlarda va odamda turli-tuman kasalliklarni keltirib chiqaradi, qizilchali tif, yurakda suv to'planishi, tovuq va it rikketsiozi, ornitoz va boshqa yuqumli kasalliklarni qo'zg'atuvchilaridir.

Miksobakteriyalar - shilimshiq bakteriyalarning eng yuksak formalari bo'lib, ba'zilar ipsisimon, ba'zilar - kokkilarga o'xshab ketadi. Bularning hujayra po'sti elastik bo'lganligi uchun harakatlana oladi va tana tuzilishini o'zgartiradi. O'zi ajratgan suyuqlik yordamida harakatlanadi, hivchinlari yo'q hujayrasi ikkiga bo'linib yoki o'rtadan to'siq hosil qilib ko'payadi va meva tana hosil qiladi. Ular meva tanasiga qarab sistemaga solinadi. Qattiq ozuqa muhitida bakteriyalar koloniyasiga o'xshash koloniyalar hosil qiladi.



10-rasm. Miksobakteriyalarning shilimshiq tanasi:

1 - poliangium; 2- xondromises; 3 - poliangium fizkum; 4 – mikokkuss

Mavzu yuzasidan savol va topshiriqlar

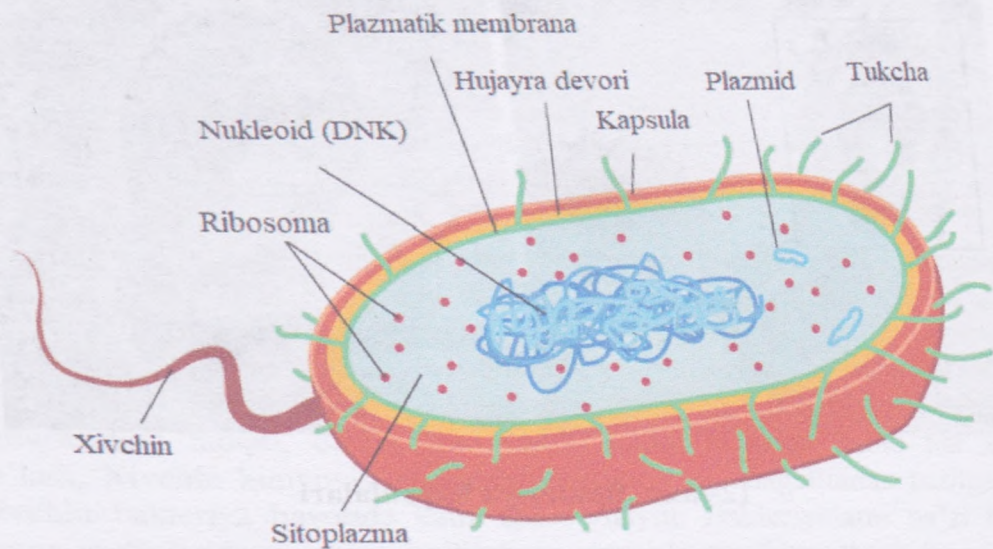
1. Eukariot va prokariot organizmlarga ta'rif bering va misollar keltiring.
2. Bakteriyalar hujayra shakliga ko'ra qanday guruhlariga bo'linadi va ular bir-biridan qaysi xususiyatlariga ko'ra farq qiladi?
3. Sharsimon bakteriya hujayralarining bir - biriga nisbatan joylanishiga qarab qanday guruhlari farqlanadi?
4. Tayoqchasimon bakteriyalarning shakliga ko'ra qanday guruhlari mavjud?
5. Prokariot va eukariot organizmlarda fotosintez jarayoni qanday amalga oshadi?

6. Prokariot va eukariot organizmlarda jinsiy ko`payish jarayoni qanday kechadi?
7. Mikoplazmalar qanday tuzilishga ega va bakteriyalardan qaysi jihati bilan farq qiladi?
8. Mikoplazmalarining qanday o`ziga xos xususiyatlari bor?
9. Mikoplazmalar o`simliklarda qanday kasalliklar keltirib chiqaradi?
10. Aktinomisetlar qanday hujayraviy tuzilishga ega va qanday muhitlarda hayot kechiradi?
11. Proaktinomisetlar aktinomisetlardan qaysi xususiyatlariga ko`ra farq qiladi?
12. Mikobakteriyalar qanday o`ziga xos xususiyatlarga ega?
13. Rikketsiyalarning hujayraviy tuzilishi va mikroorganizmlarning boshqa guruhlaridan farqini tushuntirib bering.
14. Miksobakteriyalar qanday hujayraviy tuzilishga ega?
15. Miksobakteriyalar qanday xususiyatlariga asosan klassifikatsiyalanadi?

7-§. Prokariotlarning hujayra tuzilishi

Bakteriya hujayrasi murakkab tuzilishga ega. Elektron mikroskopning yaratilishi, o`ta yupqa kesmalar tayyorlash usullarining ishlab chiqilishi, mikrobiologiya usullarini rivojlanishi bakteriya hujayrasining tashqi va ichki qurilmalarini o`rganishga katta imkon yaratdi.

Bakteriya hujayrasining sxematik ko`rinishi quyidagilarni o`z ichiga oladi: tashqi tomondan kapsula, xivchin, fimbriy, pili; ichki qismida: sitoplazma, nukleoid, ribosomalar, membrana qurilmalari, kiritmalar (zahira moddalar), ba`zi bakteriyalarda sporalari mavjud.



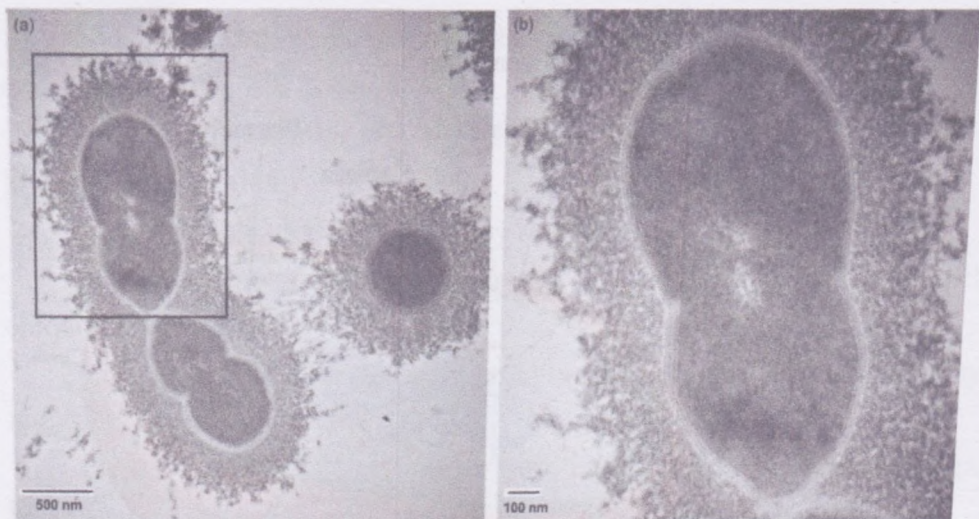
11-rasm. Prokariotlar hujayrasining sxematik ko‘rinishi

Kapsula. Bakteriyalarning ko‘plari kapsula bilan o‘ralgan. Ular shilimshiq moddadan iborat bo‘lib, mikro- va makrokapsuladan iborat bo‘ladi. Makrokapsulaning qalinligi 0,2 mkm, mikrokapsulaniki esa – 0,2 mkmdan kichik.

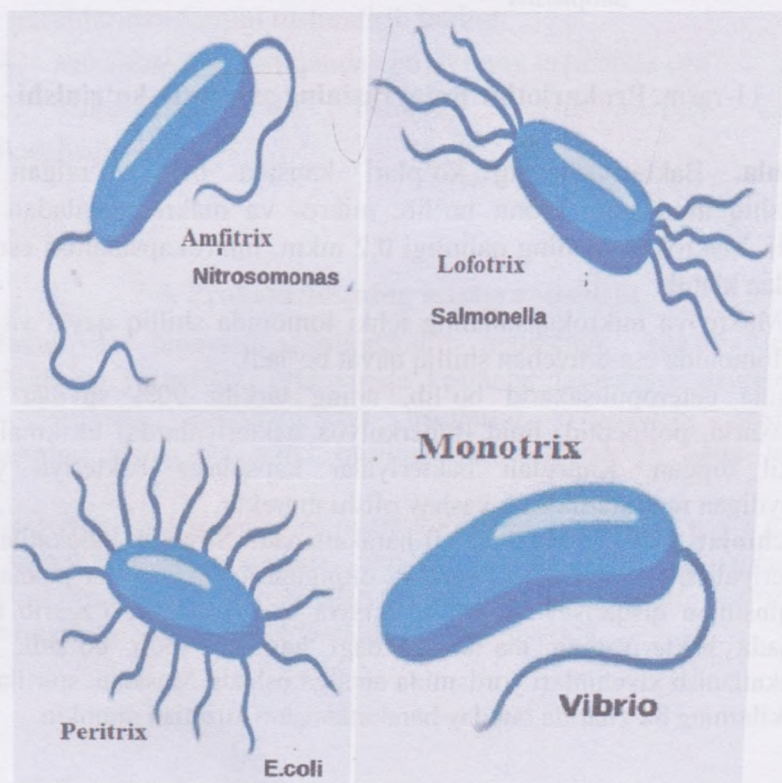
Makro va mikrokapsulaning ichki tomonida shilliq qavat va uning ichki tomonida esa eruvchan shilliq qavat bo‘ladi.

Kapsula geteropolisaxarid bo‘lib, uning tarkibi 90% suvdan iborat, polisaxarid, polipeptid, lipid (tuberkulyoz bakteriyalarda) birikmalaridan tashkil topgan. Kapsulali bakteriyalar kapsulasiz bakteriya yashay olmaydigan muhitlarda ham yashay olishi mumkin.

Xivchinlar. Bakteriyalar ikki xil harakatlanadi. Sirpanib harakatlanuvchi bakteriyalarning (miksobakteriyalar, oltingugurt bakteriyalari) tanasining to‘lqinsimon qisqarishi natijasida hujayra shakli davriy o‘zgarib turadi, natijada bakteriyaning ma‘lum turdagi harakati sodir bo‘ladi. Suzib harakatlanish xivchinlari yordamida amalga oshadi. Masalan, spirillalar va kokkilarning ba’zilarida bunday harakatlanishni kuzatish mumkin.



12-rasm. Bakteriya kapsulalari



13-rasm. Xivchinlarning joylashuvi bo'yicha tiplari

Bakteriyalar xivchinlarining soni va joylashishiga qarab quyidagi guruhlariga bo'linadi:

Monotrixlar - bakteriya hujayrasining bir uchida bitta xivchin bo'ladi;

Lofotrix - hujayraning bir uchida bir to'p xivchini bo'ladi;

Amfotrix - hujayraning ikki uchida ikki to'p xivchin bo'ladi;

Peritrix - hujayraning hamma tomoni xivchin bilan qoplangan bo'ladi.

Xivchinlarning soni ham har xil. Spirillalarda 5-30 tagacha, vibriionlarda 1, 2 ta yoki 3 ta xivchin bo'lib, ular hujayra qutblarida joylashadi. Ba'zi tayoqchasimon bakteriyalar-Proteus vulgaris, Clostridium tetani kabilarda 50-100 gacha xivchin bo'ladi. Xivchinlarning eni 10-20 nm, uzunligi 3-15 mkm. Xivchinlar uzunligi bakteriya kulturasi tabiati, ozuqa yoki tashqi muhit ta'siriga qarab har xil bo'ladi. Xivchin kimyoviy jihatidan oqsil modda - flagellindan tuzilgan. Xivchin bakteriya hayotida katta rol o'ynaydi. Bakteriyalarni ba'zi bir ozuqa muhitlarida xivchinsiz qilib ham o'stirish mumkin. O'sish fazasiga qarab, bakteriyalarning xivchinli va xivchinsiz davrlari bo'ladi. Bakteriya xivchinini yo'qotsa ham yashayveradi. Xivchin bazal plastinkaga yopishgan bo'ladi. Plastinka esa sitoplazmatik membrana tagida joylashgan. Bazal tanacha, bakteriyada motor vazifasini bajarib, xivchini harakatga keltiradi. Bazal tanacha xivchin bilan ilmoq orqali birikadi. Bazal tanacha o'z navbatida 4 ta xalqa bilan ta'minlagan. Halqalar sterjen orqali bir tizimga birlashadi (M, S, R, L - halqalar). Bu halqalar bir-biriga nisbatan harakatlanadi, sterjen esa xivchini harakatta keltiradi. Harakat tezligi temperatura, osmotik bosim va muhit yopishqoqligiga bog'liq bo'ladi. Ba'zi bakteriyalar 1 sekunda 1 bakteriya tanasi uzunligicha, ba'zilari esa 50 tana uzunligiga teng masofaga harakat qiladi. Odatda ular tartibsiz harakat qiladi, ammo ularda kimyoviy moddalarga nisbatan taksis hodisasini kuzatiladi, bunga xemotaksis deyilsa, kislorodga nisbatan harakati aerotaksis, yorug'likga nisbatan harakat bo'lsa, fototaksis deyiladi.

Fimbriy va pililar (bakteriyalarning ustki qismidagi ingichka, yo'g'onligi 3-25 nm, uzunligi 12 nm gacha bo'lgan iplar, F - pili jinsiy fimbriy). Bakteriyalarda xivchinlardan tashqari uzun, ingichka ip ham bo'lib unga fimbriy deyiladi. Ular harakatchan yoki harakatsiz bo'lishi mumkin. Ularning uzunligi 0,3-4 mkm, eni 5-10 nm bo'lib, soni 100-200, ba'zan esa 1000 taga yetib boradi.

Fimbriylar pilin oqsilidan tuzilgan. Bakteriyalarda fimbriylarning bir qancha tipi uchraydi va ular funksiyalariga qarab farqlanadi. Shulardan 2 tipi yaxshi o'rganilgan.

1-tip ko'pgina bakteriyalarda bo'lib, ular umumiy tipdagi fimbriylar deyiladi. Fimbriylar bakteriya hujayrasining muhit boshqa hujayrasiga yoki inert substratga yopishishini ta'minlaydi, suyuqlik yuzasida parda hosil qilishida ham ishlatiladi. Shuning uchun ham uni yopishish organi deyish mumkin.

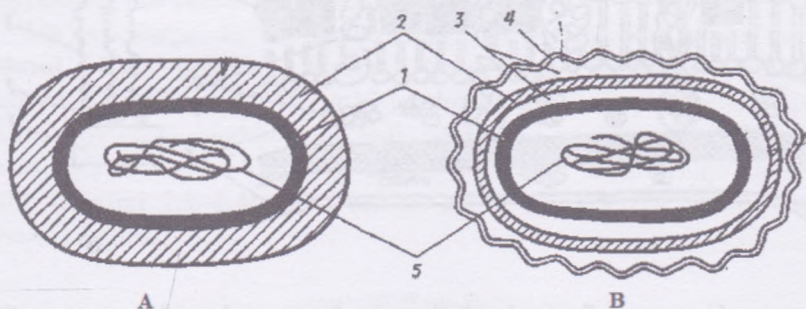
2-tip jinsiy fimbriy - pili bo'lib (G^+), u ichi bo'sh kanaldan iborat. Bu kanaldan bakteriya kon'yugasiyada qatnashayotgan boshqa bir bakteriyaga genetik material beradi. Pilining boshqa bir hususiyati ham bo'lib, u patogen bakteriyalarda hayvon va odam hujayralariga yopishishda ishtirok etadi.

Hujayra devori. Hujayra devorining o'zi ham ma'lum qattiqlikga (rigidlik) ega. Shu bilan birga u elastiklikka ham ega bo'lib, oson bukiladi. Hujayra devorini ultratovush va lizosim fermentlari bilan parchalasa bo'ladi. Hujayra devori lizosim bilan parchalanganda u sharsimon shaklga o'tadi. Hujayra devori hujayrani har xil mexanik ta'sirlar va osmotik bosimdan saqlaydi. U bakteriya ning ko'payishi va bo'linishi, irsiy moddalarning taqsimlanishini ham idora qiladi.

Hujayra devorining qalinligi 10-80 nm bo'lib, hujayra massasining 20% ni tashqil etadi. Hujayra devori orqali katta molekulali moddalar kirishi mumkin. Hujayra devori sitoplazmatik membrana bilan birlashtiruvchi iplar – "ko'prikchalar" vositasida bog'langan. Hujayra devori bakteriyalarni gram usulida bo'yalganda, uning musbat yoki manfiy bo'lishini belgilaydigan omildir. Hujayra devori asosan peptidoglikan (murein) dan tashkil topgan. Bu N-asetil-N-glyukozamin va N-asetilmuram kislotasining bir-biri bilan galma-gal (β -1,4 bog'lar bilan bog'lanishidan hosil bo'lgan geteropolimerdir. Bu polisaxarid zanjiri bir-biri bilan peptid bog'lari orqali bog'langan. Peptidoglikan hujayra devoriga rigidlik xususiyatini beradi va bakteriya shaklini saqlab turadi. Grammusbat bakteriyalarda ko'p qavatli peptidoglikan bor (50 - 90%). U murakkab ravishda oqsil, polisaxarid, teyxo kislota (fosforli ribit va gliserin fosfat kislotasi polimeri) bilan bog'langan.

Grammanfiy (bakteriyalarni ushbu usulda bo'yashni kashf qilgan olim) bakteriyalarda peptidoglikan 1 qavat bo'lib (1-10%), ularda tashqi membrana ham bor. Tashqi membrana fosfolipid, lipoproteid lipopolisaxarid, oqsillar va murakkab lipopolisaxaridlardan tuzilgan.

Demak, bakteriyalarning Gram bo'yicha har xil bo'yalishi bakteriya hujayrasi devoridagi peptidoglikan miqdori va uning lokalizatsiya sig'a (joylashishiga) bog'liq. Aniqlanishicha, hujayra devorida xar xil o'simtalar, do'ngliklar, tikanlar kabi strukturalar mavjud. Hujayra devori faqat mikoplazmalar va L-shaklli bakteriyalarda bo'lmaydi. Ko'pincha biror antibiotik ta'sirida yoki tabiiy sharoitlarda o'z-o'zidan L-shaklli (Buyuk Britaniyadagi Lister nomli institut nomidan olingan) bakteriyalar hosil bo'lishi mumkin.

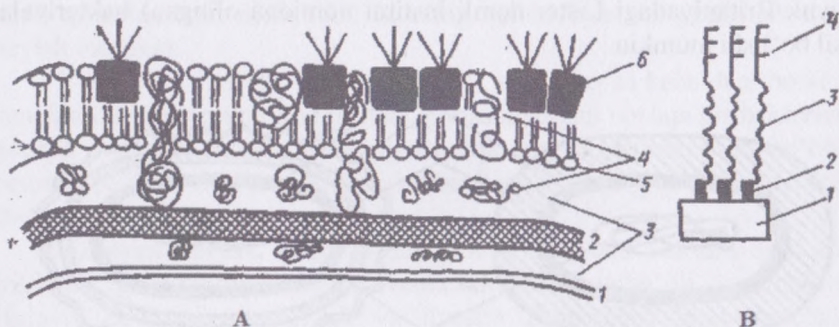


14-rasm. Grammusbat (A) va grammanfiy (B) prokariotlar hujayra devorining sxematik ko'rinishi (1- sitoplazmatik membrana; 2 - peptidoglikan; 3 - periplazmatik bo'shliq; 4 - tashqi membrana; 5 — DNK)

Ularda hujayra devori qismangina bo'lib, ko'payish xususiyati to'la saqlangan. Ular katta yoki kichik shar shaklida bo'lib, ko'pgina patogen va saprofit bakteriyalarning ham L-shakllilari topilgandir.

Sitoplazma membranasi. Uning qalinligi 9 nm bo'lib, u hujayra devoriga ichki tomondan yopishib turadigan, sitoplazmaning tashqi qavatidir. U ikki qavat lipid molekularidan tuzilgan, har bir qavat monomolekulyar oqsil bilan qoplagan. Sitoplazmatik membrana hujayra quruq moddasining 8-15% tashkil etadi va hujayraning lipid qismini 70-90% ni tutadi. Sitoplazmatik membrana osmotik barier vazifasini bajaradi va hujayraga moddalarning kirib chiqishni boshqarib boradi. Ko'pincha, sitoplazmatik membrana ichki tomondan bo'rtib chiqib (invaginasiya) undan mezosomalar hosil bo'ladi. Sitoplazmatik membrana va mezosomalar yuqori darajali organizmlardagi membrana va mitoxondriyalar vazifasini bajaradi. Ularning usti va ichida ferment va energiya bilan ta'min etuvchi sistemalari joylashgan. Bularga nafas olish fermentlari, hujayraga moddalarning kirib-chiqishini regulyasiya qiluvchi

ferment sistemalari, azotfiksasiya, xemosintez va boshqa jarayonlarni amalga oshiruvchi fermentlar sistemasini misol qilib keltirish mumkin. Hujayra devori va kapsulasining biosintezi, tashqariga ekzoferment ajratish, bo‘linish, spora hosil qilish funksiyalari sitoplazmatik membrana, mezosoma va shunga o‘xshash strukturalarga bog‘liq (15-rasm).



15-rasm. Grammanfiy prokariotlarning hujayra devorining sxematik tuzilishi (A. 1 - sitoplazmatik membrana; 2 – peptidoglikan qavat; 3 – perioplazmatik bo‘shliq; 4- oqsil molekullari; 5 - fosfolipid; 6 - lipopolisaxarid. B. Lipopolisaxarid molekulasining sxematik tuzilishi: 1- lipid; 2-ichki polisaxarid yadro; 3-tashqi polisaxarid yadro; 4-O-antigen)

Sitoplazma. Sitoplazma membrana bilan o‘ralgan. U kolloid sistema lipopolisaxarid bo‘lib suv, oqsil, yog‘, uglevodlar, mineral moddalar va boshqalardan tuzilgan. Uning tarkibi bakteriyaning yoshi va turiga qarab o‘zgarib turadi. Sitoplazmatik membrananing ichki qismida, genetik apparat, ribosomalar, kiritmalar bo‘lib, bulardan qolgan qismini sitozol tashkil qiladi. Sitozol sitoplazmaning gomogen qismi bo‘lib, oqsillar, fermentlar, substratlar, eruvchan RNK va boshqa hujayra granularidan iborat.

Qirmizi rangli oltingugurt bakteriyalarda fotosintez olib boradigan fermentlar (bakterioxlorofil karotinooidlar) xromatoforlarda joylashgan. Ular hujayra massasining 40-50% tashkil etadi.

Ko‘pgina sianobakteriyalarning hujayrasida (membranasida) fotosintezni olib boruvchi xlorofill va karotinooidlardan tashkil topgan quirlmalar - tilakoidlar yoki fikobilisomalar bor. Tilakoidlar sitoplazma

yoki ichki membrana bilan bog'langan deb taxmin qilinadi. Yashil bakteriyalarda fotosintezda qatnashuvchi pigmentlar **xlorosoma** membrana qurilmasida joylashgan.

Suv bakteriyalarining ko'plari gaz bilan to'lgan struktura - gaz vakuolalarga (aerosomalar) ega bo'ladi. Ba'zi bakteriyalarda esa poliedr tanachalar (ko'pburchakli) yoki karboksisomalar bo'lib, ular CO_2 ni bog'lash vazifasini bajaradi.

Nukleoid. Sitoplazmada, yadro ekvivalenti - nukleoid bakteriya hujayrasining markazida joylashgan.

Ma'lumotlarga ko'ra, hujayraning rivojlanish bosqichiga qarab, nukleoid ikki holatda: diskret (uzuq-uzuq ayrim strukturalar) tayoqchasimon yoki xromatin to'ri (yadro moddasi sitoplazmada dispers holatda yoyilgan) shaklida bo'ladi. Bakteriya nukleoidi molekular massasi $2\cdot 3\cdot 10^9$ dalton DNK ga ega. Bu DNK o'ralgan xalqa shaklida bo'lib, uzunligi 1,1–1,4mm ni tashkil etadi. U bakteriya xromosomasi (genofor) deyiladi.



16-rasm. Nukleoid

Tinch xolatdagi bakteriya hujayrasida bitta nukleoid bo'lsa, bakteriya hujayrasining bo'linishi oldidan ikkita nukleoid bo'ladi. Bakteriya ko'payish fazasining logarifmik davrida esa, u to'rtta va undan ham ko'p bo'lishi mumkin.

Ba'zan, bakteriya hujayralarining o'sish davrida muhitda bakteriya hujayrasiga salbiy ta'sir etadigan moddalar bo'lsa, bakteriya hujayrasidan ko'p yadroli ipsimon hujayra hosil bo'lishi mumkin. Bunday hujayra, hujayra o'sishi va bo'linishi sinxronligining buzilishidan paydo bo'ladi.

Bakteriya nukleoidini hujayradagi asosiy funksiyasi- axborotlarni saqlab, uni irsiy xususiyatni avlodidan-avlodga berishdir.

Nukleoiddan tashqari, hujayra sitoplazmasida undan yuzlab marta mayda DNK iplari ham mavjud. Ular irsiyat faktorlarini tutuvchi plazmidalardir.

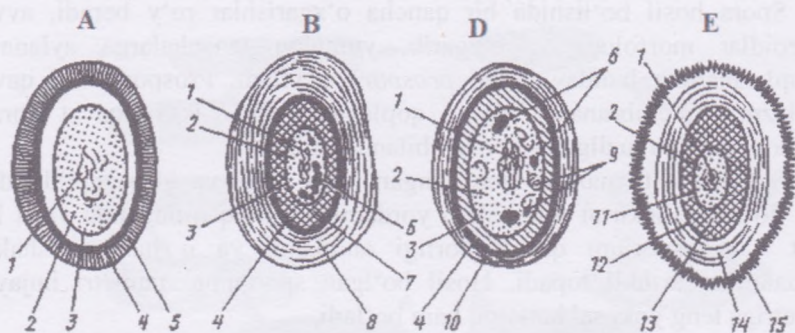
Hamma hujayralarda ham plazmidalar bo'lishi shart emas. Ammo ular tufayli hujayra qo'shimcha, xususan, ko'payishda, dori moddalarga turg'unlik namoyon etishda, kasallik yuqtirish va hokazo xususiyatlarga ega bo'ladi.

Kiritmalar. Sitoplazmada har xil shaklga ega granulalar uchraydi. Ularning hosil bo'lishi mikroorganizmlar o'sadigan muhitning fizik-kimyoviy xususiyatlarga bog'liq bo'lib, kiritmalar mikroorganizmlarning doimiy belgilari emas.

Ko'pincha kiritmalar mikroorganizmlarga energiya va uglerod manbai bo'lib xizmat qiladi. Ular mikroorganizmlar yaxshi ozuqa muhitida o'sgandagina hosil bo'ladi va yomon muhitga tushganda esa sarflanadi. Kiritmalar qatoriga glikogen (hayvon kraxmali), granulyoza, β -oksimoy kislota, volyutin (polifosfatlar), oltingugurt tomchilarini kiritish mumkin. Kiritmalarning hosil bo'lishi, ko'pincha oziqa muhitini tarkibiga bog'liq bo'ladi. Masalan, tajribalar yordamida gliserin va uglevodlarga boy oziqa muhitida o'sgan bakteriyalarda valyutin, vodorod sulfidga boy muhitda esa oltingugurt to'planishi aniqlangan. Ba'zi oltingugurt bakteriyalarida amorf holdagi CaCO_3 uchraydi. Ulardan tashqari, bakteriya hujayrasida oqsillar, fermentlar, uglevodlar, aminokislotalar, RNK, nukleotidlar, pigmentlar bor. Hujayradagi molekulyar birikmalar hujayraning osmotik bosimini saqlab turadi.

Bakteriyalarning sporalari va ularning hosil bo'lishi. Ba'zi bir mikroorganizmlar noqulay sharoitda vaqtincha tinim davriga o'tadi, ya'ni spora hosil qiladi. Spora endogen usulda hosil bo'lsa, u vegetativ hujayra ichida yetiladi.

Bakteriyalarning *Bacillus*, *Clostridium*, *Desulfotomaculum* avlodlariga kiruvchi vakillari, ayrim kokkilar, spirillalar endosporelar hosil qiladi. Sporalarning shakli yumaloq yoki ellipsimon bo'ladi (17-rasm). Ular tashqi muhit sharoitiga chidamli bo'ladi. Sporalar nur sindiradi va shuning uchun mikroskop ostida kuza-tilganda yaltirab ko'rinadi. Bakteriya hujayrasi odatda bitta spora hosil qiladi. Ammo *Clostridium* avlodining ba'zi turlarida bir va undan ko'p sporalari hosil bo'lishi aniqlangan. Bakteriyaning ozuqa muhitidan kerakli moddalarni olishi qiyinlashsa yoki modda alma-shinuvida ko'p zararli mahsulotlar hosil bo'lsa, spora hosil qiladi.



17- rasm. **Prokariotlarning tinch holatdagi shakllarining ko‘rinishi** (A-miksobakteriyalarning miksosporalari; B-azotobakter sistasi; B-sianobakteriyalarning akinetlari; G-endosporlar; 1-nukleoid; 2-sitoplazma; 3-SPM; 4-hujayra devori; 5-kapsula; 6-zahira moddalar granularari; 7-ichki qavat (intina); 8-tashqi qavat (ekzina); 9-tilakoidlar; 10-po‘st; 11-sporaning ichki membranasi; 12-sporaning tashqi membranasi; 13-korteks; 14-sporani qoplab turgan qoplag‘ich qavatlar; 15-ekzosporium)

Demak, spora hosil qilish - bakteriya hujayrasi uchun noqulay sharoitga moslashishdir. Spora hosil bo‘lishi sharoitga bog‘liq. Sporalar, vegetativ hujayralar nobud bo‘ladigan sharoitlarda ham tirik qoladi. Ular quritish va bir necha soat qaynatishga ham chidamli. Yetilgan sporalarda moddalar almashinuvi juda sekin boradi.

Sporalar qutbli (*Clostridium*) yoki ekvatorial (*Bac. subtilis*) usulda o‘sib chiqadi. Sporalarni o‘ldirish uchun, ular 120°S issiqlikda, 1 atm. bosimda sterilanadi. Bunday sharoitda spora 20 minut davomida nobud bo‘ladi. Quruq holatda, ularni o‘ldirish uchun esa 150-160°S qizitish zarur va uning muddati esa bir necha soat bo‘lishi kerak.

Spora hosil bo‘lish jarayonida, hujayrada dipikolin kislotasi (piridin 2,6-dikarbon kislotasi) hosil bo‘ladi. Dipikolin kislotasi sporaning 10-15% tashkil qiladi. U sporaning markaziy qismida hosil bo‘ladi. Dipikolin kislotasi Ca^{+2} ionlari bilan kompleks ($Ca \sim DNK$) hosil qiladi. Bu kompleksda magniy, marganes va kaliy miqdorining oshishi sporani noqulay sharoit va issiqlikga chidamliligini oshiradi.

Spora hosil bo‘lishining umumiy sxemasi. Spora bakteriya hujayrasining teng bo‘linmasligi va sitoplazma membranasi bo‘rtib chiqishi va nukleoidning oz miqdordagi sitoplazma bilan birga, hujayraning shu qismida to‘planishidan hosil bo‘ladi.

Spora hosil bo'lishida bir qancha o'zgarishlar ro'y beradi, avval nukleoidlar morfologiyasi o'zgarib, yumaloq tanachalarga aylanadi. Protoplazmaning bunday holati *prospora* deyiladi. Prospora ikki qavat sitoplazma membranasi bilan qoplanadi. Bu ikki qavat orasi peptidoglikandan tuzilgan - korteks bilan to'ladi.

Spora qavati maxsus sintezlangan oqsil, lipid va glikopeptidlardan hosil bo'ladi. Elektron mikroskop yordamida tadqiq qilinganda yana bir qavat - ekzosporium qavati borligi aniqlandi va u har xil shaklli moddalardan tashkil topadi. Hosil bo'lgan sporaning diametri hujayra diametriga teng yoki sal kattaroq ham bo'ladi.

Ba'zi bakteriyalarda spora hujayraning bir uchida hosil bo'ladi, hujayra kengayib, baraban tayoqchasi shaklini oladi. Bu xildagi spora hosil bo'lishiga plektridial tipda spora hosil bo'lishi deyiladi.

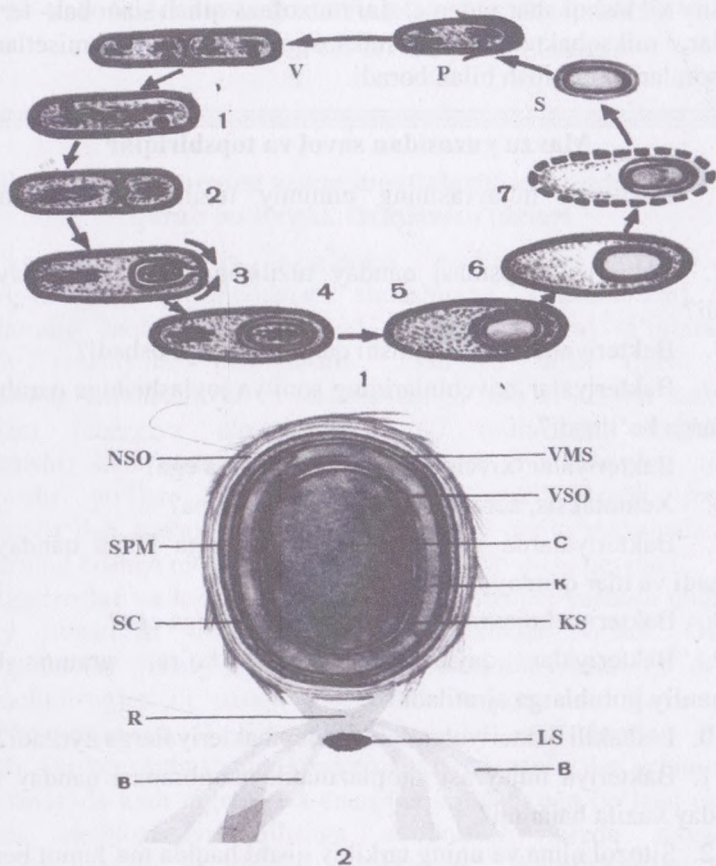
Ba'zi basillalarda esa spora hujayra markazida hosil bo'lib, sal kengayadi va hujayra dugsimon shaklga kiradi, bunday holat ko'pgina *Clostridium* avlodiga kiruvchi bakteriyalarda uchraydi. Bu xildagi spora hosil bo'lishiga klostridial tipda spora hosil bo'lishi ham deyiladi.

Bakteriya hujayrasida hosil bo'lgan spora ko'pincha kattalashmaydi, hujayra ham avvalgi holatini o'zgartirmaydi. Bu tipdagi spora hosil qilish basillyar tipda spora hosil bo'lishi deyiladi va bu tipdagi spora hosil bo'lishi *Bacillus* avlodi vakillarida uchraydi.

Yetilgan spora vegetativ hujayra devori parchalanganidan so'ng tashqariga chiqadi.

Sporaning o'sishi. Bakteriya sporasi yaxshi sharoitga tushsa, muhitning pH optimum darajada bo'lsa, spora tez o'sib chiqadi va sekin asta bakterial hujayraga aylanadi, ya'ni spora avval suvni shimadi va bo'kadi, u kattalashib tashqi ekzina qavati yoriladi va ichidan intina bilan o'ralgan (o'sish trubkasi) bakteriya hujayrasi chiqadi. Keyinchalik, ozod bo'lgan bakteriyaning uzayishi va o'sha uzaygan hujayraning bo'linishi kuzatiladi. Bakteriyalarning o'sishi uchun fermentlarni aktivlashtiruvchi L-alanin, glyukoza va Mn^{+} ionlari zarur.

Bakteriya hujayrasi 10, 100, 1000 yillar davomida tinch holatda tirik saqlanishi mumkin. Ba'zi bir mikroorganizmlarda temperatura, kislota, kislorod va boshqa moddalarning yetishmasligidan ularning hujayralarida sistalar paydo bo'ldi. Bular spora emas. Masalan, azotobakter shunday sistalar hosil qiladi. Ular haroratga va quritishga chidamli bo'ladi.



18-rasm. Sporaning yetilishi (1) va tuzilishi (2) (S-yetilgan spora; P-sporaning unib chiqishi; V-vegetativ hujayra; 1- xromatin ipchalarining bir joyga to'planishi; 2-to'siq (septani) hosil bo'lishi; 3-ona hujayraning protoplasti bilan septaning o'rab olinishi; 4-korteksning shakllanishi; 5-spora qavatining shakllanishi; 6-spora qavatining yetilishi; 7-ona hujayraning yemirilishi va sporaning tashqariga chiqishi. NSO-sporaning tashqi po'sti; VSO-sporaning ichki po'sti; VMS-sporaning tashqi membranasi; SPM-sporaning sitoplazmatik po'sti; C-spora; K-korteks; KS-murtak qobig'i; SC-hujayra po'sti bilan sporaning membranasi orasidagi sitoplazmaning membranasi; R-sporaning bo'rtmalari; LS-linzasimon struktura; B-sporaning o'simalari)

Shu xil tashqi sharoitdan o'zini muxofaza qilish sianobak- teriyalarda akinetlar, miksobakteriyalarda miksosporalar, aktino- misetlarda esa endosporalar hosil qilish bilan boradi.

Mavzu yuzasidan savol va topshiriqlar

1. Bakteriya hujayrasining umumiy tuzilishi haqida ma'lumot bering.
2. Bakteriya kapsulasi qanday tuzilishga ega va qanday vazifa bajaradi?
3. Bakteriyalar harakatlanishi qanday amalga oshadi?
4. Bakteriyalar xivchinlarining soni va joylashishiga qarab qanday guruhlarga bo'linadi?
5. Bakteriyalar xivchini qanday tuzilishga ega?
6. Xemotaksis, aerotaksis va fototaksis nima?
7. Bakteriyalarda fimbriylarning tuzilishiga ko'ra qanday tiplari farqlanadi va ular qanday vazifa bajaradi?
8. Bakteriya hujayra devori qanday tuzilishga ega?
9. Bakteriyalar qaysi xususiyatiga ko'ra, grammusbat va grammanfiy guruhlarga ajratiladi?
10. L-shaklli bakteriyalar deb qanday bakteriyalarga aytiladi?
11. Bakteriya hujayrasi sitoplazmatik membranasi qanday tuzilgan va qanday vazifa bajaradi?
12. Sitozol nima va uning tarkibiy qismi haqida ma'lumot bering.
13. Bakteriya hujayrasining rivojlanish bosqichiga qarab nukleoid qanday shakllarda uchraydi?
14. Bakteriyalarda kiritmalarning hosil bo'lishi qanday jarayonlarga bog'liq?
15. Bakteriya hujayrasida uchraydigan kiritmalarga misol keltiring.
16. Qaysi bakteriyalar spora hosil qilish xususiyatiga ega?
17. Spora hosil bo'ish jarayonida dipikolin kislotasi qanday ahamiyatga ega?
18. Spora hosil bo'lish mexanizmi haqida gapirib bering.
19. Bakteriya spora va sista hosil qilish jarayoni bir-biridan qanday farq qiladi?

IV bob. MIKROBIAL METABOLIZMNING ASOSIY BOSQICHLARI VA HUSUSIYATLARI

8-§. Mikroorganizmlarning ozuqa moddalarining miqdori va sifatiga qarab bo'linishi. Oziqlanish turlari

Mikroorganizmlarning oziqlanish usullari juda xilma-xildir. Mikroorganizmlarning moddalar almashinuvi (metabolizm) - bu hujayralarning saqlanishi, rivojlanishi va ko'payishini ta'minlaydigan kimyoviy reaksiyalar majmuasidir. Energiya hosil qilish uchun moddalarning parchalanishi va oksidlanishiga olib keladigan reaksiyalar katabolizm (energiya almashinuvi yoki murakkab moddalarning parchalanishi) deb ataladi. Asosiy murakkab moddalarning sintezini ta'minlovchi yo'llar anabolizm (qurilish yoki plastik moddalar almashinuvi) deb ataladi. Ushbu jarayonlardagi oraliq reaksiyalar, ba'zi moddalarning boshqa moddalarga o'zgarishi amfibolizm deyiladi.

Oligotroflar va koptotroflar. Mikroorganizmlar yashash muhitidagi ozuqaviy substratlar miqdoriga talablari turlicha bo'ladi. Oligotrof mikroorganizmlar faqatgina o'zida past konsentrasiyasida (0 dan 100 mg/litrgacha) uglerodli ozuqa moddalar tutadigan muhitlarda o'sadi, normal konsentrasiya (1 dan 100 g/litrgacha) esa ularning o'sishini cheklaydi. Bu konsentriyalar koptotrof mikroorganizmlar uchun xosdir. Doimiy ravishda kam uglerod va energiya oqimiga ega bo'lgan ekologik nishalarni ekspluatasiya qilishga evolyusion tarzda moslashgan organizmlar haqiqiy oligotroflar hisoblanadi. Oligotroflarning bunday yuqori tezlikda ko'payishi ularning samarali transport tizimlari va hosil bo'lgan moddalar va energiyadan tejamkor foydalanishlari bilan amalga oshiriladi. Oligotroflar metabolizmining xarakterli xususiyatlari ularning kichikligi, hujayra sirtining uning hajmiga yuqori nisbati, membranasida turli xil o'simtalarning shakllanishi, antibioz bosqichlarining yo'qligi, endogen metabolizm tezligining pastligi, aerobligi, fermentlarning substrat uchun yuqori darajada affinligi, ularning transport tizimlari uchun substrat spesifikligining kengligi, barcha mavjud substratlarni bir vaqtning o'zida yopishtirishga qodirligi, katabolizmning yuqori moslashuvchanligi, zahira oziq moddalarning to'planishiga moyilligi, optimal sharoitlarda o'sish sur'atlarining pastligi va moddalarning so'rilish tezligi bilan anabolizمنى tartibga solishi hisoblanadi.

Gidrolitiklar va dissipotroflar. Mikroorganizmlar biologik polimerlardan (ko‘pincha suvda erimaydigan) foydalanish qobiliyatiga ko‘ra, gidrolitik va dissipotroflar kabi funksional guruhlariga bo‘linadi.

Gidrolitiklar makromolekulyar birikmalarni yo‘q qilish qobiliyatiga ega bo‘lgan kuchli gidrolaza fermentlariga ega bo‘ladilar. Ular o‘zlari va gidrolazalarga ega bo‘lmagan mikroorganizmlar uchun mavjud substratlarni ta‘minlaydi, shuningdek, biogen elementlarning moddalarning global aylanishlariga qaytishiga hissa qo‘shadi.

Dissipotroflar (tarqalgan mikroflora) ekzogidrolazalarga ega bo‘lmagan hamda u yoki bu sabablarga ko‘ra gidrolitiklar tomonidan foydalanilmay qolgan (atrof-muhitda tarqalgan) va kam miqdorda mavjud bo‘lgan moddalarni iste‘mol qiladigan mikroorganizmlar hisoblanadi.

Oziqlanish turlari. Muayyan funksiyalarni bajarish qobiliyatiga ko‘ra, mikroorganizmlar fiziologik (funksional) guruhlariga bo‘linadi. Muayyan mikroorganizmning funktsionalligi undagi katabolik va anabolik reaksiyalar to‘plamining mavjudligiga bog‘liq. Mikroorganizmlarning oziqlanish usullari juda xilma-xildir. Mikrobiologiyada mikroorganizmlar kulturalarining oziqlanish turlarini (trofiyani) aniqlashning asosiy belgilari sifatida ularning biologik sintez jarayonida foydalanadigan energiya va uglerod manbalari hamda elektron donori (oksidlangan modda) orqali funksional imkoniyatlarini solishtiriladi. Mikroorganizmlar uchun energiya manbalari sifatida yorug‘lik yoki qaytarilgan kimyoviy birikmalar xizmat qilishi mumkin. Yorug‘lik energiyasi hisobiga yashovchi va uni universal energiya manbasi hisoblangan adenozintrifosfat (ATF) molekularining makroergik bog‘lariga aylantiruvchi mikroorganizmlar **fotoatroflar** deb ataladi. Bu jarayon fotosintez deb ataladi. **Xemotroflar** ATF sintezi uchun kimyoviy bog‘lar energiyasidan foydalanadi. Bu jarayon xemosintez deb ataladi. Xemosintezlovchi organizmlar asosan oksidlanish-qaytarilish jarayonida hosil bo‘lgan kimyoviy energiya hisobiga CO₂ dan organik moddalarni hosil qiladi. Bunday organizmlarga bakteriyalar va arxeyalarni misol keltirish mumkin. “Fotosintez” va “xemosintez” atamaları faqatgina energiya to‘plovchi – makroergik birikmalarning (ATF, qaytaruvchi ekvivaliyentlar) hosil bo‘lish jarayonlarini anglatadi, garchi ushbu atamalar ko‘pincha kengroq ma‘noda qo‘llanilsa ham, odatda ATF yordamida CO₂ dan organik birikmalar hosil qilish uchun foydalanishni ham nazarda tutadi. **Organotroflar** elektron donor sifatida organik moddalardan, **litotroflar** esa anorganik moddalardan foydalanadilar. Konstruktiv metabolizmida karbonat angidrididan uglerod manbai sifatida foydalanadigan mikroorganizmlar **avtotroflar**, tayyor organik moddalar

tarkibidagi ugleroddan foydalanadiganlar esa **geterotroflar** deb ataladi. CO₂ ning geterotrofik fiksasiyasi paytida ular karbonat angidrididan qo‘shimcha uglerod manbai sifatida foydalanishlari mumkin, ammo geterotroflar faqat shu jarayon hisobiga biosintezni amalga oshira olmaydilar. Odatda CO₂ ning geterotrofik fiksasiyasi umumiy assimilyasiya qilingan uglerodning 10% gacha bo‘lgan qismini tashkil qiladi. Metabolizm turini to‘liqroq belgilash uchun qo‘shimcha atamalar qo‘llaniladi. Atamalarning birinchi qismi energiya manbasining turini (foto- yoki xemo-), ikkinchisi elektron donorini (lito- yoki organo-) ko‘rsatadi, uchinchi esa konstruktiv almashinuv uchun foydalaniladigan uglerod manbasini bildiradi (avto - yoki getero-). Bu belgilarning kombinasiyasi oziqlanish turlarining sakkizta xilini keltirib chiqaradi (3-jadval).

3-jadval

Mikroorganizmlarning oziqlanish turlari

Energiya manbai	Elektron donor	Uglerod manbai	
		Organik moddalar	CO ₂
Yorug‘lik	Organik moddalar	Fotoorganogeterotrofiya	Fotoorganoavtotrofiya
	Anorganik moddalar	Fotolitogeterotrofiya	Fotolitoavtotrofiya
Kimyoviy bog‘lar energiyasi	Organik moddalar	Xemoorganogeterotrofiya	Xemoorganoavtotrofiya
	Anorganik moddalar	Xemolitogeterotrofiya	Xemolitoavtotrofiya

Ular orasida eng keng tarqalganlari **xemoorganogeterotroflar** hamda **fotolitoavtotroflar** hisoblanadi. Xemoorganogeterotroflarda energiya olish uchun tayyor organik moddalar oksidlanadi va konstruktiv metabolizmida uglerod manbai sifatida ishlatiladi. Ushbu turdagi oziqlanish usuli (trofiya) tabiatdagi murakkab organik moddalarni parchalash uchun xizmat qilishga javobgar bo‘lgan barcha hayvonlar va mikroorganizmlar - destruktorlarga tegishli. Fotolitoavtotroflar yorug‘lik energiyasi va anorganik birikmalardan elektron donor sifatida foydalangan holda karbonat angidrididan organik moddalar hosil qiladi. Oziqlanishning bu turi yuksak o‘simliklar, suv o‘tlari va siyanobakteriyalar tomonidan amalga oshiriladi, ularda suv fotosintez jarayonida elektron donor bo‘lib xizmat

qiladi. Fotolitoavtotroflar guruhiga kiruvchi binafsha va yashil oltingugurt bakteriyalari elektron donor sifatida oltingugurt va temirning qaytarilgan anorganik birikmalaridan foydalanishi mumkin. **Fotolitogeterotrofiya** usulida oziqlanish konstruktiv metabolizm uchun organik moddalarga muhtoj bo'lgan ba'zi yashil bakteriyalar va geliobakteriyalaga xos bo'lib, ular o'sish uchun kerak bo'lgan energiyani anorganik elektron donordan (oltingugurt birikmalari) fotosintez jarayonida oladi.

Xemolitogeterotroflar anorganik moddalarning (masalan, molekulyar vodorod) oksidlanishidan energiya va elektron oladi hamda hujayra tuzilmalarining qurilishi uchun tayyor organik birikmalarning mavjudligini talab qiladi. Ushbu guruhga ko'plab oltingugurtni qaytaruvchi mikroorganizmlar kiradi. Elektron donor sifatida organik moddalar bilan fotosintezni amalga oshiradigan va biosintez uchun tayyor organik birikmalardan foydalanadigan oltingugurt binafsha rangli bakteriyalar **fotoorganogeterotroflar** hisoblanadi. Faqat prokariotlarga xos bo'lgan noyob hayot tarzi **xemolitoavtotrofiya** bo'lib, u S.N. Vinogradskiy tomonidan kashf etilgan. Unda mikroorganizmlar anorganik birikmalarning oksidlanishidan energiya va elektronlarni oladi, so'ngra ular karbonat angidridan organik moddalar sintez qilishga o'tadi. Xemolitoavtotrofiya qobiliyatiga tion va nitrifikator bakteriyalar hamda ba'zi vodorod va temir bakteriyalari ega. Oziqlanish usullari orasida eng kam uchraydiganlari **xemorganoavtotrofiya** va **fotoorganoavtotrofiya** turlari hisoblanadi. Bunday hollarda xemo- yoki fotosintez jarayonlarida konstruktiv metabolizmda ishlatib bo'lmaydigan organik moddalar oksidlanadi. Odatda bu tabiatga begona birikmalar (**ksenobiotiklar**) yoki hazm bo'lmaydigan moddalar hisoblanadi. Shu sababli, mikroorganizm CO₂ uglerodini organik moddalar darajasiga qaytarish kabi energiya sarflaydigan reaksiyalarini amalga oshirishiga va anabolizmda ushbu yangi sintezlangan moddadan qaytadan foydalanishiga to'g'ri keladi.

Shunday qilib, hayvonlar xemoorganogeterotrofiya va o'simliklar fotolitoavtotrofiya usullarida metabolizmi amalga oshirishsa, mikroorganizmlar barcha turdagi metabolizm turlarini o'zlarida namoyon qiladi. Bundan tashqari, ko'pchilik mikroorganizmlar yashash sharoitlariga qarab boshqa oziqlanish turiga o'tishga qodir.

Yuqoridagi mikroorganizmlarning oziqlanish usullari haqidagi umume'tirof etilgan tasnif mikroorganizmlar metabolizmining barcha usullarini to'liq ifodalamaydi. Birinchidan, u faqat biogen elementlardan birining – uglerodning manbasini hisobga oladi. Ikkinchidan, sanab o'tilgan oziqlanish usullari aerob va anaerob sharoitlarda ham amalga

oshirilishi mumkin. Uchinchidan, prokariotlar turli elektron qabul qiluvchilardan ham foydalanishga qodir. Molekulyar kisloroddan tashqari, u anorganik va organik birikmalarning oksidlangan shakllari bo'lishi mumkin, temir ionlari, karbonat angidrid, elementar oltingugurt, nitrat, sulfat, fumaratlar ham shular jumlasiga kiradi.

Ba'zi mikroorganizmlar **miksotrofiya** ya'ni aralash oziqlanish turini namoyon etishi aniqlangan. Bu atama orqali uglerodni assimilyasiya qilishda bir vaqtning o'zida avtotrof va geterotrof usullarini qo'llash, shuningdek, energiya ishlab chiqarish uchun anorganik va organik birikmalarning parallel oksidlanishi tushuniladi. Masalan, avtotrof yoki geterotrof metabolizmni alohida amalga oshirishga qodir bo'lgan ba'zi sulfobasillalarda hujayralardagi ATF ning maksimal darajasi miksotrofik o'sish bilan ta'minlanadi, bunda Fe (II), S va organik moddalar ayerob sharoitda elektron donor bo'lib xizmat qiladi va Kalvin siklida fiksirlanadigan karbonat angidrid va tayyor organik birikmalar uglerod manbalari bo'lib xizmat qiladi. Ba'zi siyanobakteriyalarning miksotrofiya qobiliyati borligi haqida ma'lumotlar mavjud. Miksotrofik metabolizmning mavjudligi faqat anorganik moddalarning oksidlanishi (litotrofik o'sish) holatida, shuningdek, mikroorganizm organik birikmalar yordamida energiyani "to'ldirishga" majbur bo'lganda, energiya almashinuvining "tarangligi" bilan izohlanadi. Boshqa tomondan, uzoq muddat geterotrof holatda mavjud bo'lishning imkonsizligi sabablaridan biri organik birikmalarni hujayra ichiga olib kiradigan transport tizimlarining past samaradorligi hisoblanadi, bu esa qo'shimcha anorganik elektron donorlardan foydalanish va CO₂ ni avtotrof o'zlashtirish zaruriyatiga olib keladi.

Mavzu yuzasidan savol va topshiriqlar

1. Mikroorganizmlarning metabolizm jarayoni qanday bosqichlardan iborat?
2. Oligotroflar va koptotroflar mikroorganizmlar qanday muhitlarda hayot kechadi?
3. Oligotroflar metabolizmining o'ziga xos xususiyatlarini tushuntirib bering.
4. Gidrolitiklar va dissipotroflar qanday xususiyatlari bilan bir-biridan farq qiladi?

5. Mikroorganizmlar biologik polimerlardan (ko'pincha suvda erimaydigan) foydalanish qobiliyatiga ko'ra qanday guruhlarga bo'linadi?

6. Organotrof va litotrof tushunchalariga ta'rif bering.

7. Fototrof va xemotrof mikroorganizmlar qanday xususiyatlari bilan bir-biridan farq qiladi?

8. Xemoorganogeterotroflar energiya manbai sifatida nimadan foydalanadi va ularga misollar keltiring.

9. Qaysi bakteriyalar fotolitoavtotroflar guruhiga kiritiladi va ular qanday o'ziga xos xususiyatlarga ega?

10. Fotoorganogeterotrof va xemolitoavtotrof hayot tarziga ega bo'lgan mikroorganizmlar haqida gapirib bering.

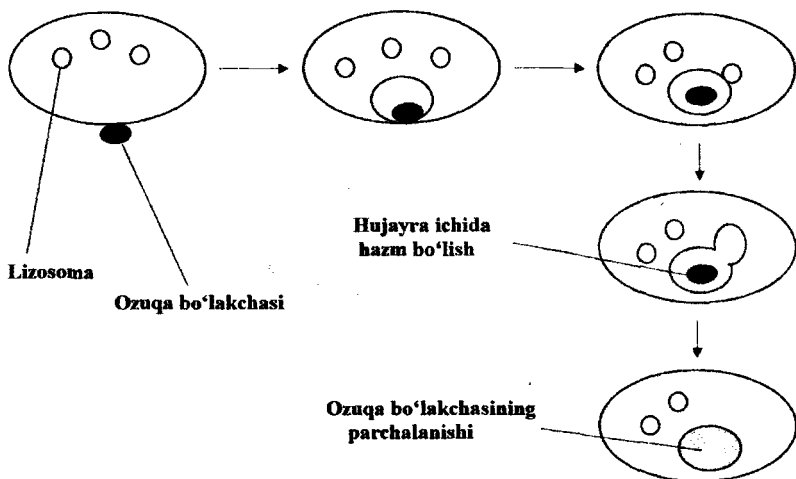
11. Mikroorganizmlarda qachon miksotrofik metabolizm yuzaga keladi?

9-§. Moddalarning mikroorganizmlar hujayralariga kirib borishi

U yoki bu moddaning metabolizmda ishlatilishi uning hujayra ichiga kirib borishini o'z ichiga oladi. Prokariotik mikroorganizmlar, zamburug'lar va suv o'tlarida moddalar hujayraga faqat suvda erigan holatda kiradi. Ba'zi bir sodda hayvonlar atrof-muhitdan erimagan moddalarni qattiq bo'laklar yoki suv bilan aralashmaydigan suyuqlik tomchilari shaklida o'zlashtira oladi. **Endositozda** sitoplazmatik membrana (SM) ning bir qismi ichkariga tortiladi va vakuola hosil qilib oziqa zarrasi atrofini o'rab oladi (19-rasm). Hujayra ichida vakuola gidrolitik fermentlar to'plamini o'z ichiga olgan lizosoma bilan birlashadi. Hosil bo'lgan ozuqa vakuolasida oziqa zarralari parchalanadi. Eriydigan gidroliz mahsulotlari sitoplazmaga tarqaladi va buzilmagan qoldiqlar endositozga teskari yo'l bilan tashqariga chiqarilishi mumkin. Yuksak hayvonlarda endositoz jarayoni begona hujayralarning fagositlar tomonidan yutilganida amalga oshiriladi va gormonlar ajralib chiqqanda endositozga teskari jarayon sodir bo'ladi.

Prokariotlarda hujayra devori va sitoplazmatik membrana makromolekulyar moddalar uchun muhim to'siq hisoblanadi. Shuning uchun bunday birikmalar avval hujayradan tashqarida tegishli **ekzogidrolazalar** tomonidan oligo- va monomerlargacha parchalanadi. Ular tashqi muhitga sintez qilinadi yoki SM ning tashqarisida joylashadi. Gram-manfiy bakteriyalarda bu fermentlar periplazmik bo'shliqda joylashgan bo'lishi mumkin. Bunda yuqori molekulyar moddalar

periplazmaga tashqi membranada joylashgan **porin** oqsillari hosil qilgan teshiklar orqali kirib boradi.



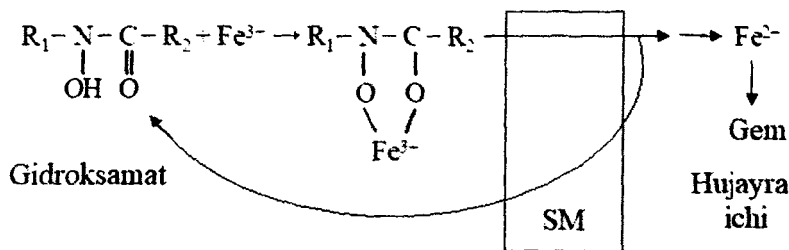
19-rasm. Endositoz sxemasi

Mikroorganizmlar moddalarni hujayrada o'zlashtirishning turli usullariga ega. Barcha zaryadlanmagan molekularlar (H_2O , gazlar) hujayraga **passiv diffuziya** usuli orqali kirishi mumkin, bu past tezlikda davom etadigan va energiya sarfini talab qilmaydigan jarayon hisoblanadi. Moddalar ularning konsentrasiyalari hujayra ichida va tashqarisida teng bo'lmaguncha hujayra ichiga o'zlashtiriladi. Maxsus tashuvchi oqsillar (permeazlar) ishtirokida diffuziya tezligini sezilarli darajada oshirish mumkin, so'ngra ushbu jarayon **osonlashtirilgan diffuziya** deb ataladi. Osonlashtirilgan diffuziya ham energiya sarflamasdan davom etadi va konsentrasiyalar tenglashguncha davom etadi.

Permeazlar – hujayra periplazmasida joylashgan ferment tabiatli transport oqsillar kompleksi hisoblanadi. Bu membrana bo'ylab joylashgan yoki membrana bo'ylab erkin holatda ham, tashilayotgan modda bilan bog'liq holatda ham harakatlana oladigan oqsil komplekslari hisoblanadi. Hujayraga kiruvchi anorganik va organik birikmalar uchun maxsus spesifik permeazalar mavjud. Masalan anorganik ion tashuvchilardan Na^+ permeaza (7.2.2.4), Mn^+ permeaza (7.2.2.5) Fe^+ permeaza (7.2.2.7) hamda organik birikma saxaroza permeaza (2.7.1.211) larni misol qilish mumkin. Ko'pchilik moddalar hujayraga permeazlar ishtirokida kiradi, masalan,

barcha kationlar uchun spesifik bo‘lmagan permeazlar mavjud. Eukariotik hujayralar osonlashtirilgan diffuziya orqali turli shakar va aminokislotalarni, koliform bakteriyalar esa gliserinni tashiydi. Mikroorganizmlardagi metabolizm mahsulotlarning chiqarilib yuborilishi ham osonlashtirilgan diffuziya bilan ham sodir bo‘ladi.

Temir kationlarini tashish uchun ayerob mikroorganizmlar **sideroforlar** deb ataluvchi maxsus tashuvchilarga ega. Sideroforlarning eng keng tarqalgan guruhi gidroksamatlar (20-rasm) hisoblanadi. Kislorod borligida beqaror bo‘ladigan ikki valentli temir bilan ta‘minlash uchun sideroforlar hujayra tashqaridagi Fe^{3+} ni kovalent ravishda biriktirib oladi va membrana orqali harakatlanib uni Fe^{2+} ga qaytaradi.

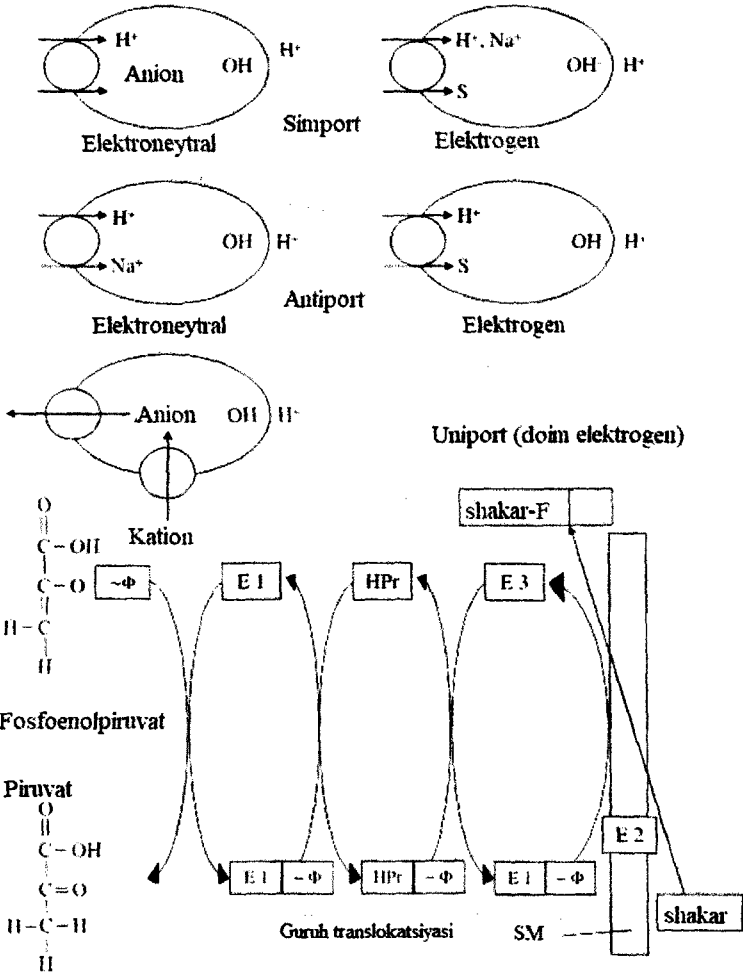


20-rasm. Temir ionlarini gidroksamat bilan tashish

Fe^{3+} gidroksamatga yuqori yaqinlikka ega (10^{-17} M), shuning uchun bog‘lanish juda kuchli bo‘ladi, Fe^{2+} esa gidroksamat bilan kuchsiz bog‘lanadi, shuning uchun ham qaytarilgandan so‘ng u membrananing ichki qismida oson ajraladi va darhol gem yoki temir-oltingugurt oqsillari sinteziga o‘tadi. Muhitda Fe^{3+} ko‘p bo‘lsa, sideroforlar membrana yuzasida yoki ichida joylashgan bo‘ladi, agar kam bo‘lsa, ular tashqi muhitga ajralib, Fe^{3+} kationlarini o‘z ustida to‘playdi. Sideroforlar anayerob mikroorganizmlar orasida kamdan-kam uchraydi, chunki kislorodsiz sharoitda Fe^{2+} tanqisligi kuzatilmaydi. Yuksak organizmlarda sideroforlar infeksiyalardan himoya qiluvchi suyuqliklar – so‘lak, qon va ko‘z yosh suyuqliklarida topilgan. Ular temir ionlarini bir-biriga bog‘lab, ularni mikroorganizmlar o‘zlashtirishlariga imkonsiz holatga keltiradi.

Ko‘pincha ozuqaga boy bo‘lmagan muhitda yashaydigan mikroorganizmlar suyultirilgan eritmalar tarkibidan ozuqa moddalarni o‘zlashtirishna majbur bo‘ladilar. Moddalarning konsentrasiyasi past bo‘lgan muhitdan yuqori konsentrasiyali muhitga harakatlanishi faol transport mexanizmlari orqali sodir bo‘ladi. SM dagi ko‘plab fermentlarning ishlashi davomida protonlar tashqi muhitga chiqariladi va hujayra tashqarisida va ichkarisida protonlar konsentrasiyasi orasida farq

paydo bo'lad i (protonlarning membranalar aro gradiyenti). Bu jarayon **birlamchi transport** deb ataladi. Shu tufayli metabolik energiya sarflanishini talab qiladigan **ikkilamchi transportning** barcha turlari ishlaydi. Mikroorganizmlarda ikkilamchi transportning bir necha turlari ma'lum (21-rasm).



21-rasm. Faol ikkilamchi transport shakli

Moddalarning membrana orqali tashilishi ularning harakat yo'nalishi va ushbu tashuvchi tomonidan olib boriladigan moddalar miqdori bo'yicha

ham farqlanadi: **simport** bilan bir vaqtning o'zida ikkita modda bir yo'nalishda, **uniport** bilan bitta, **antiport** bilan esa ikkita moddaning qarama-qarshi yo'nalishda harakatlanishi kuzatiladi. Zaryadlangan moddalarni membrana orqali o'tkazish jarayonida zaryadning qiymatiga qarab, elektroneytral yoki elektrogen jarayon sodir bo'lishi mumkin. Prokariotlar elektroneytral simport yordamida aminokislotalarni va boshqa organik kislotalarni o'tkazadilar, protonlar bilan elektroneytral antiport kationlarning o'tkazilishiga olib keladi, elektrogen jarayon esa shakar va ba'zi aminokislotalarni tashishga sababchi bo'lsa, uniport natijasida galofillar tuzlarni chiqarishga erishadilar. **Guruh translokasiyasi** faol transport turi sifatida boshqalardan moddaning modifikasiyalangan (kimyoviy o'zgartirilgan) shaklda hujayra ichiga kirib borishi bilan ajralib turadi. Shu yo'l bilan pro- va eukariotlarda shakar, purin va pirimidinlar tashiladi. Fosfat guruhlarining tashilishi ba'zi makroergik birikmalar (fosfoyenolpiruvat, fosforibozilpirofosfat) yordamida amalga oshiriladi. Guruh translokasiya tizimlar har bir uzatiladigan modda uchun induksiya qilinadigan o'ziga xos bo'lmagan (Ye1 va HPr) va o'ziga xos komponentlarni (Ye2 va Ye3) o'z ichiga oladi.

Gram manfiy mikroorganizmlar ularda tashqi membrana mavjudligi sababli, moddalarni periplazmatik bo'shliq (**bog'lovchi oqsillar**) orqali o'tkazish uchun transport tizimlarining qo'shimcha tarkibiy qismlariga ega. Ular moddalar bilan komplekslar hosil qiladi va ularni periplazmatik bo'shliq orqali energiya sarflagan holda hujayra ichiga tashishni amalga oshiradigan permeazlarga o'tkazadi. Energiya odatda ATF shaklida ishlatiladi, lekin boshqa makroergik birikmalar ham ishtirok etishlari mumkin. Bog'lovchi oqsillarni o'z ichiga olgan transport tizimlari Gram musbat mikroorganizmlarda ham mavjud bo'lib, bu yerda bu bog'lovchi oqsillar N-terminal qismi bilan sitoplazmatik membranaga "bog'langan".

Mikroorganizmlarda yuqori faollikga ega bo'lgan moddalarni ajratish tizimlarining mavjudligi ularning turli ksenobiotiklar va dori vositalarga chidamliligi sabablaridan biri hisoblanadi. Bu moddalarning hujayradan tez chiqarilib yuborilishi ularning sitoplazmada yuqori faol konsentrasiyasini yaratishga imkon bermaydi. Mikroorganizmlarning genlarni lateral o'tkazish qobiliyati tufayli bu turdagi chidamlilik tez tarqaladi.

Metabolizm universalligi va uning mikroorganizmlardagi xususiyatlari. Hujayradagi energiya hosil qiluvchi va plastik biokimyoviy yo'llar bir-biriga chambarchas bog'langan hamda ularning o'tishi bir-biriga uzviy bog'liqdir. Hujayra ichiga kirgan moddalar keyinchalik

energiya olish uchun ishlatilishi yoki hujayraning murakkab birikmalarini sintez qilish uchun qurilish materiallariga aylanishi mumkin. Mikroorganizmlarda energiya olish va hujayra tuzilmalarini qurish imkoniyatlari yuksak organizmlarning imkoniyatlaridan sezilarli darajada yuqori. Shunday bo'lishiga qaramasdan, hujayra darajasida yerdagi barcha tirik mavjudotlarning metabolizmi golland olimi A.Klyuyver tomonidan shakllantirilgan **yagona biokimyoviy prinsip** tamoyiliga bo'ysunadi. Unga ko'ra, barcha quruqlikdagi organizmlar bir xil "qurilish materiallari", yagona "energiya manbai" (ATF), universal genetik kod va asosan bir xil asosiy metabolik yo'llarga ega. Shunday qilib, biokimyoviy yo'llar va mexanizmlar yerdagi barcha tirik organizmlar uchun universaldir. Bu esa bizga biosferadagi barcha mavjudotlar, shu jumladan yuksak darajada tuzilgan organizmlarda kechadigan metabolik jarayonlarning asosiy qonuniyatlarini, tuzilishi jihatidan soddaroq bo'lgan prokariotik hujayralardan model sifatida foydalangan holda o'rganish imkonini beradi. Energiya hosil bo'luvchi jarayonlarining asosini oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari jarayonida ajralib chiqadigan erkin energiya tashkil qiladi.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida elektronlar bir birikmadan (oksidlangan modda, qaytaruvchi, **elektron donori**) ajralib, boshqasiga (qaytarilgan modda, oksidlovchi, **elektron akseptori**) birikadi. Reaksiyaning standart erkin energiyasi (ΔG^0) va elektron donor va akseptorning standart oksidlanish-qaytarilish potentsiallari (ΔYe^0) farqi o'rtasidagi bog'liqlik tenglamani ko'rsatadi

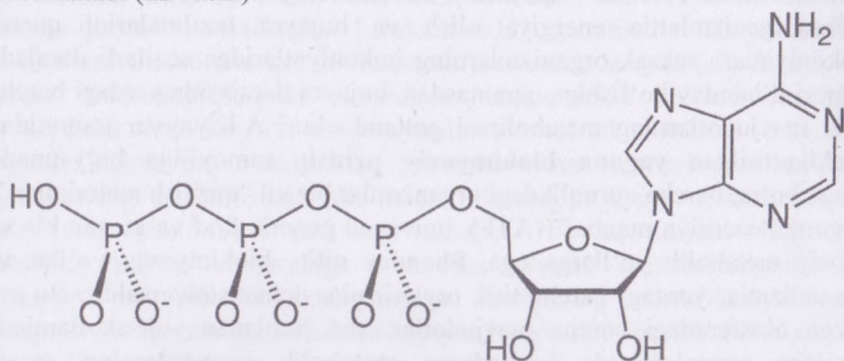
$$\Delta G^0 = - nF\Delta Ye^0,$$

bu yerda n - uzatilgan elektronlar soni; F - Faraday doimiysi.

Fiziologik sharoitlar (pH 7.0, bosim 1 ATM) standart hisoblanadi. Standart erkin energiyaning o'zgarishini boshlang'ich moddalar va reaksiya mahsulotlarining erkin energiyalari o'rtasidagi farq sifatida ham aniqlash mumkin. Reaksiya oqimining yo'nalishi ΔG^0 belgisi ko'rsatadi. Agar bu ko'rsatkich salbiy qiymatga ega bo'lsa, u holda reaksiya mahsulotlar tomonga qarab amalga oshadi. Reaksiyaning bu yo'nalishda amalga oshishi gazlar va erimaydigan moddalar shaklidagi mahsulotlarning chiqarib tashlanishiga olib keladi, shuningdek boshqa mikroorganizmlar ham ushbu jarayonning osonlashishiga yordam beradi.

ATF molekulasi 1929 yilda Garvard tibbiyot maktabi olimlari tomonidan kafsh etilgan. 1941 yilda Fris Lipman ATF molekulasi hujayradagi asosiy energiya tashuvchi birikma ekanligini aniqlaydi. Energiya sarfini talab qiluvchi reaksiyalarni amalga oshirish uchun

hujayrada ikkita makroyergik aloqaga ega bo'lgan ATF molekulari sintezlanadi (22-rasm).



22-rasm. ATF ning tuzilishi

Bu energiyaga boy aloqalar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining erkin energiyasidan hosil bo'ladi. ATF molekulari tez reaksiyaga kirishuvchidir, chunki bitta makroyergik aloqa uzilganda taxminan 32 kDj erkin energiya xosil bo'ladi. ATF ko'plab kimyoviy birikmalarni faollashtirilgan shaklga aylantirishga qodir universal energiya tashuvchisi bo'lib xizmat qiladi. Pirofosfat (FF_N), fosfoenolpiruvat (FEP), kreatin fosfat, asetil~KoA va boshqa nukleotid di- va trifosfatlar (GTF, STF va boshqalar) kabi makroyergik aloqalarga ega bo'lgan boshqa molekular ham mavjud. Energiya membrananing energiyalangan holati yoki transmembran potentsiali ($\Delta\mu N^+$) shaklida ham saqlanishi mumkin. To'g'ridan-to'g'ri **transmembrana potentsiali** tufayli moddalarni hujayra ichiga tashilishi, hivchinlarning harakatlanishi va ATF hosil bo'lishi mumkin, lekin murakkab organik sintez jarayoniga energiya aynan ATF molekulari shaklida talab qilinadi. Hujayrada ATF sintezining ikkita tubdan farq qiladigan usuli mavjud. **Substratli fosforlanishda** katabolizm oraliq mahsulotidan makroyergik bog'lanish $S\sim F + ADF = S + ATF$ reaksiyasiga muvofiq ADF ga o'tadi. Bunday fosforlangan oraliq mahsulotning hosil bo'lishi uning hujayraning fermentativ tizimlari ta'sirida faollashishi bilan sodir bo'ladi. Substratli fosforlanishning eng keng tarqalgan reaksiyalari:

- 1,3-difosfogliserin kislota (FGK) + ADF \rightarrow 3-FGK + ATF;
- FEP + ADF \rightarrow piruvat + ATF;
- Asil~F (asetil~F) + ADF \rightarrow organik kislota (asetat) + ATF.

Substrat fosforlanishi sitoplazmada sodir bo'ladi.

Membrana fosforillanishi jarayonida membranada transmembran potentsialining energiyasi hisobiga ATF sintezi sodir bo'ladi va bu elektronlarni **nafas olish zanjiri (NOZ)** bo'ylab uzatish bilan bog'liq. ATF xosil bo'lishning bu usuli nafas olish (**oksidlanuvchi fosforlanish**) va fotosintez (**fotofosforlanish**) jarayonlariga xosdir.

Biologik oksidlanish jarayonida metabolik energiyaning faqat bir qismi makroergik bog'lar shaklida saqlanishi mumkin. Uning boshqa bir qismi atrof-muhitda issiqlik yoki yorug'lik shaklida tarqalgan. Ba'zi hollarda organik materiallarning o'z-o'zidan isishi sodir bo'ladi yoki biolyuminessensiya kuzatiladi.

Nafas olish zanjiri va uning tarkibiy qismlari. Substratning bosqichma-bosqich oksidlanishi elektronlarning donordan akseptorga tomon ketma-ket tashuvchilar orqali o'tishi bilan erishiladi. Tashuvchilar membranada o'zlarning oksidlanish-qaytarilish potentsiallariga mos ravishda assimetrik va ketma-ket joylashishlari kerak bo'ladi (4-jadval).

4-jadval

Eng muhim juftliklarning oksidlanish-qaytarilish potentsiallari

Tashuvchi	Oksidlanish-qaytarilish potentsiallari, mV
CO ₂ /formiat	-432
2N ⁺ /N ₂	-420
Ferredoksin oksid./qaytar.	-390
NAD(F) ⁺ /NAD(F)N	-320
FAD/FADN ₂	-220
FMN oksid. /FMN qaytar.	-220
Piruvat/laktat	-190
Menaxainon oksid./ qaytar.	-74
Ubixinon oksid./ qaytar.	+100
Sitoxromlar: b,s,a (oksid. shakli) /sitoxromы b,s,a (qaytar. shakli)	+70 dan +290 gacha
O ₂ /H ₂ O	+810

Oksidlanish-qaytarilish potentsiali (OQP, Rh) ma'lum birikmadan elektronni ajratib olish uchun zarur bo'lgan millivolt (volt) dagi kuchlanishdir. U fiziologik sharoitda (pH 7,0 va 25 °C) -420 mV (-0,42 V) bo'lgan vodorod elektrodining standart potentsialiga nisbatan o'lchanadi. Tashuvchilar qayta oksidlanish-qaytarilish hususiyatlariga ega bo'ladilar. Har bir organizm o'ziga xos tashuvchilarga ega bo'ladilar. OQPga muvofiq, tashuvchilar NOZda quyidagicha joylashadilar:

$NAD^+ \rightarrow \text{flavini} \rightarrow \text{xinoni} \rightarrow \text{sitoxromi} \rightarrow \text{akseptor } \bar{e}$.

Nafas olish zanjirining tarkibiy qismlari kofermentlar yoki prostetik guruhlari bilan bog'langan fermentativ oqsillar hisoblanadilar.

Substratni oqsil qismidan ajralib bir fermentativ oqsildan ikkinchisiga o'tkazadigan past molekulyar og'irlikdagi moddalar **kofermentlar** deb ataladi.

5-jadval

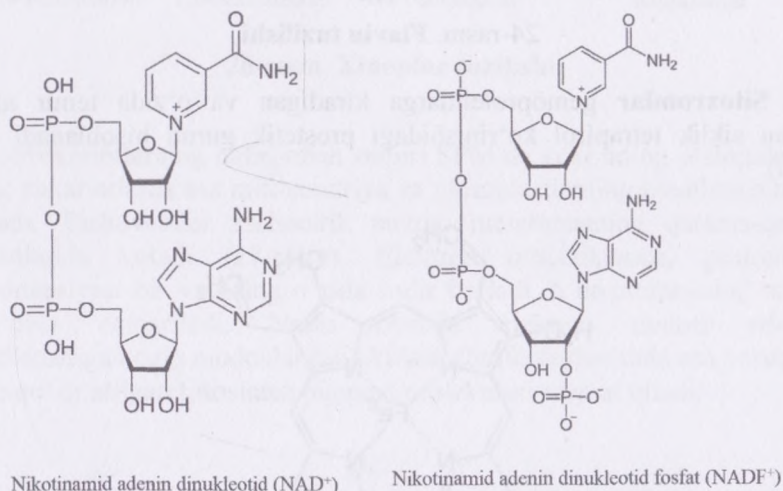
Kofermentlar yoki prostetik guruhlari va ularning vitaminlar bilan aloqasi

Koferment yoki prostetik guruh	Nimani tashiydi	Vitamin
NAD(F)+	Vodorod, \bar{e}	Nikotin kislota
FMN, FAD	Vodorod, \bar{e}	Riboflavin
Ubixinon	Vodorod, \bar{e}	Q ₁₀
Sitoxromlar	\bar{e}	Gema xosilalari
Biotin	Karboksil guruh	Biotin
Piridoksalfosfat	Amino guruh	Piridoksin
Tetragidrofol kislota	Karbonil guruh	Foli kislotasi, paraaminobenzoy kislota (PABK)
Koferment A	Asil guruh	Pantoten kislota
Lipoat kislota	Asil guruh va vodorod	Lipoat kislota
Koferment B12	Karboksil guruh (molekula ichidagi harakat), metil guruhlari	Kobalamin
Tiaminpirofosfat	Aldegid guruhlari	Tiamin

Prostetik guruhlari ham kichik molekulalardir, lekin ular substratni biriktirish va uzatish jarayonida oqsildan ajralmaydilar. Bu birikmalarning ko'pchiligi vitaminlarning hosilalaridir (5-jadval), shuning uchun agar mikroorganizmlar ularning ba'zilarini o'zlarida sintez qila olmasalar, bu moddalarni yoki uning prekursorlarini ozuqa muhitiga qo'shish kerak bo'ladi.

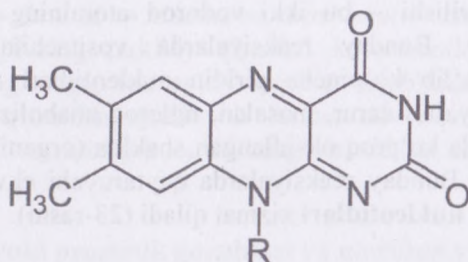
Har doim biror-bir modda oksidlanib degidrogenasiya sodir bo'lganda, ikkita proton bilan birga ikkita elektron ham ajralib chiqadi.

Moddaning qaytarilishi – bu ikki vodorod atomining qo‘shilishi yoki gidrogenlanishidir. Bunday reaksiyalarda vositachilar (**qaytaruvchi ekvivalentlar**) bo‘lib ko‘pincha piridin nukleotidlari xizmat qiladilar. Qaytarilish reaksiyalari zarur, masalan, uglerod anabolizm reaksiyalariga shakarga qaraganda ko‘proq oksidlangan shaklda (organik kislotalar, CO₂ shaklida) bo‘ladi. Bunday reaksiyalarda qaytaruvchi ekvivalentlar bo‘lib ko‘pincha **piridin nukleotidlari** xizmat qiladi (23-rasm).



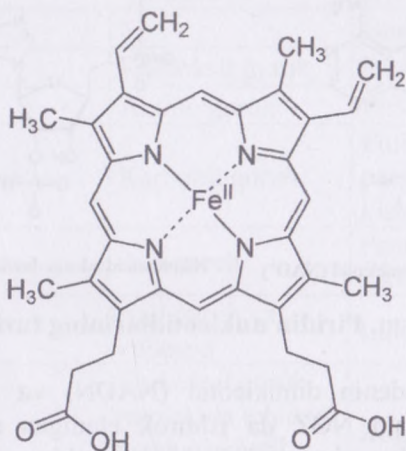
23-rasm. Piridin nukleotidlarining tuzilishi

Nikotinamid adenin dinukleotid (NADN) va uning fosforlangan shakli (NADFN) ham NOZ da ishtirok etadigan elektron va proton tashuvchilari bo‘lib xizmat qilishi mumkin. NOZning boshqa komponentlari flavoproteinlar (FP) va sitoxromlar (sit) hisoblanadi. Flavoproteinlar sariq prostetik guruhlarni o‘z ichiga oladi - flavin mononukleotid (FMN) va flavin adenin dinukleotid (FAD) (24-rasm).



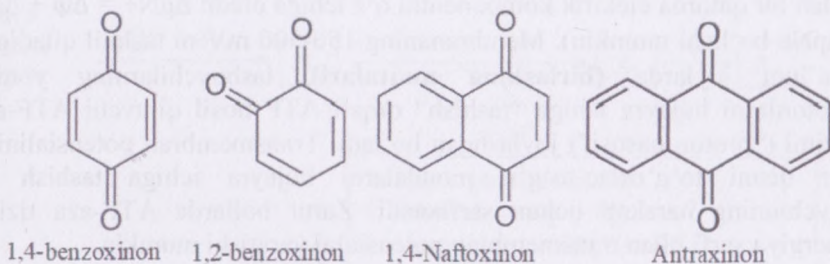
24-rasm. **Flavin tuzilishi**

Sitoxromlar gemoproteinlarga kiradigan va oʻzida temir atomi tutgan siklik tetrapirok koʻrinishidagi prostetik guruh hisoblanadi (25-rasm).



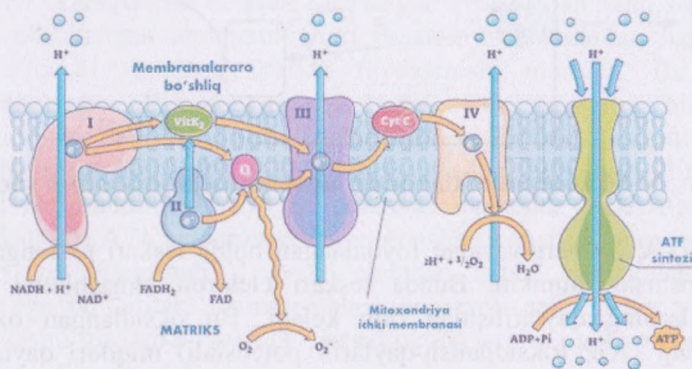
25-rasm. **Gem tuzilishi**

Flavoproteinlar va sitoxromlar orasidagi oraliq tashuvchilar xinonlar, kichik oqsil boʻlmagan molekulalardir (26-rasm).



26-rasm. **Xinonlar tuzilishi**

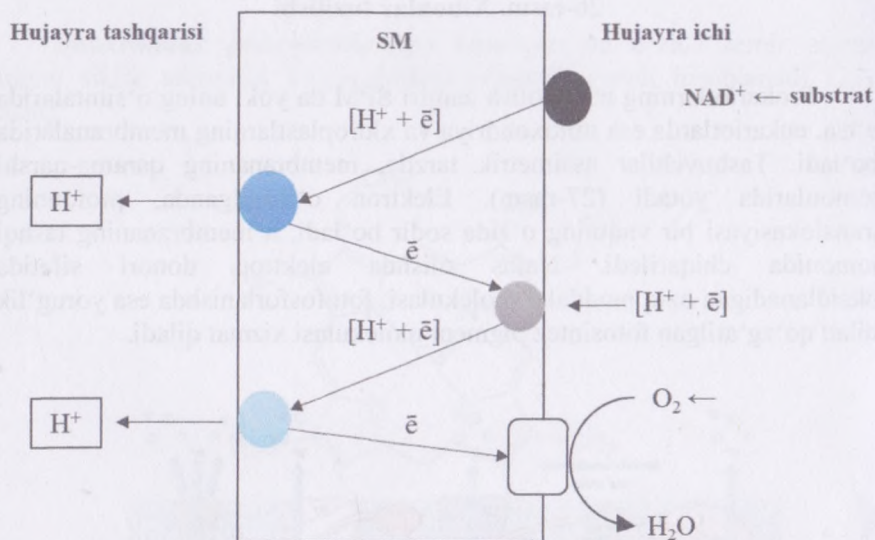
Prokariotlarning nafas olish zanjiri SPM da yoki uning o'simtalarida o'tsa, eukariotlarda esa mitoxondriya va xloroplastlarning membranalarida bo'ladi. Tashuvchilar assimetrik tarzda, membrananing qarama-qarshi tomonlarida yotadi (27-rasm). Elektron o'tkazilganda, protonning translokasiyasi bir vaqtning o'zida sodir bo'ladi, u membrananing tashqi tomonida chiqariladi. Nafas olishda elektron donori sifatida oksidlanadigan oziq moddalar molekulasini, fotofosforlanishda esa yorug'lik bilan qo'zg'atilgan fotosintez pigment molekulasini xizmat qiladi.



27-rasm. **Nafas olish zanjiri tuzilishi**

Membrana protonlarni unchalik yaxshi o'tkazmaganligi uchun tashqi muhitda ular ko'proq to'planadi va **protonlarning transmembran gradiyenti** hosil bo'ladi (**transmembran potentsiali** induksiya qilinadi). Protonlarning zaryadlanishi tufayli transmembran potentsiali konsentratsiya

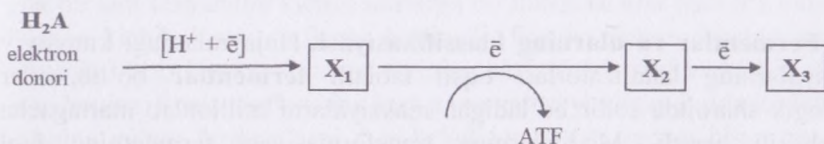
bilan bir qatorda elektrik komponentni o'z ichiga oladi: $\Delta\mu_{N^+} = \Delta\psi + \Delta p_{N^+}$ (Δp_{Na} bo'lishi mumkin). Membraning 150-300 mV ni tashkil qiladigan ma'lum joylarda (**birlashma nuqtalari**), tashuvchilarning yonida protonlarni hujayra ichiga "tashish" orqali ATF hosil qiluvchi ATF-aza tizimi ("proton nasosi") joylashgan bo'ladi. Transmembran potensialining bir qismi to'g'ridan-to'g'ri moddalarni hujayra ichiga tashish va hivchinning harakati uchun sarflanadi. Zarur hollarda ATF-aza tizimi energiya sarfi bilan transmembran potensialni yaratishi mumkin.



28-rasm. NO₂ komponentlarining membranada joylashish sxemasi

NO₂ ATF energiyasidan foydalangan holda teskari tomonga qarab amalga oshishi mumkin. Bunda teskari elektron almashinuvi piridin nukleotidlarning qaytarilishiga olib keladi. Bu oksidlangan ozuqaviy substratning OQP (oksidlanish-qaytarili potentsiali) miqdori qaytaruvchi ekvivalentlar sifatida talab qilinadigan piridin nukleotidlaridan kattaroq bo'lganda kerak bo'ladi.

NOS ning umumiy sxemasi 28-rasmda ko'rsatilgan.



- Elektron qabul qiluvchilar:
1. **Aeroblar** $- O_2 \rightarrow H_2O.$
 2. **Anaeroblar** $- SO_4^{2-} \rightarrow S^{2-}$
 $S^0 \rightarrow S^{2-}$
 $CO_2 \rightarrow CH_4$
 $CO_2 \rightarrow$ atsetat
 $NO_3^- \rightarrow N_2$
 $Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+}$
 Furumat \rightarrow suksinat

29-rasm. NOZ ning umumlashtirilgan sxemasi

Aerob nafas olish jarayonida elektronlarning donori va akseptorlari o'rtasidagi potensial farq ($NAD^+/NADH$ juftligi uchun -320 mV dan O_2 / H_2O uchun $+810$ mV gacha) NOZda sezilarli energiya pasayishini beradi, bu uchta uchastkada ATF hosil bo'lishiga imkon beradi. Mikroorganizmlar molekulyar kisloroddan tashqari bog'langan kisloroddan ham, shuningdek boshqa oksidlangan anorganik yoki organik birikmalardan ham oxirgi qabul qiluvchi akseptor sifatida foydalanishi mumkin. Bu jarayon **anayerob nafas olish** deb ataladi. Nafas olish zanjirining birinchi va ikkinchi kompleksida faqat elektronlar NAD va FAD kofermentlari orqali ko'chiriladi va bu yerda ATF sintezi amalga oshmaydi. Elektronlar harakati natijasida hosil bo'lgan potensial natijasida NOZ ning oxirgi komplekslarida ATF sintetaza yofermenti ushbu kimyoviy energiyani ATF energiyasiga aylantiradi. Bunday elektron qabul qiluvchilar pastroq OQPga ega bo'ladilar, shuning uchun anayerob nafas olish zanjirining "pastki qismi qisqaroq" va ATF sintezi uchun kamroq uchastkalariga ega bo'ladilar. Shuningdek, elektron donordan foydalanganda zanjirning "yuqori qismi qisqartiriladi", uning OQP i piridin nukleotidlariga qaraganda ijobiyroq bo'ladi (masalan, metanol oksidlanishi paytida elektronlar sitoxromlarga o'tadi va suksinatda o'sish paytida $-FP$ ga). Bunday holda, qaytaruvchi ekvivalentlarning sintezi (qaytarilgan piridin nukleotidlari) ATF energiyasini sarflash bilan teskari elektron uzatishni talab qiladi.

Fermentlar va ularning klassifikatsiyasi. Hujayralardagi kimyoviy reaksiyalarning katalizatorlari oqsil tabiatli fermentlar bo'lib, ular fiziologik sharoitda sodir bo'ladigan reaksiyalarni millionlab martagacha tezlashtirib beradi. Moddalarning transformatsiyasi fermentning faol (katalitik) markazida sodir bo'ladi. Fermentlar ma'lum moddalarni "tanib olishga" qodir, ya'ni o'ziga xos **spesifiklikka** ega bo'ladilar. Fermentlar o'zlarining funksiyalarini bajarishlari uchun faol markazlari to'g'ri konformatsiyaga ega bo'lishlari kerak. Fizik-kimyoviy sharoitlarning o'zgarishi ularni denaturatsiyaga olib kelishi mumkin, ya'ni ferment strukturasi to'liq yo'q bo'lib ketgunigacha o'zgarishi mumkin.

IUB (International Union of Biochemistry – Xalqaro biokimyo ittifoqi) 2018 yilgi tasnifiga ko'ra barcha ma'lum fermentlar 7 ta sinfga bo'lingan (https://www.creative-enzymes.com/resource/enzyme-definition-and-classification_18.html) (6-jadval).

6-jadval

Fermentlarning klassifikatsiyasi

№	Fermentlar sinfi	Katalizlangan reaksiyalar
1	Oksidoreduktazalar	Elektron uzatish (oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari)
2	Transferazlar	Guruhlarni molekular o'rtasida tashish
3	Gidrolazalar	Gidroliz reaksiyalari (kimyoviy bog'larni suv ishtirokida uzish/funksional guruhlarni suv molekulasiga tashish)
4	Liiazalar	Kimyoviy bog'larni suv ishtirokisiz uzish/Guruhlarni olib tashlash va qo'sh aloqalarni shakllantirish yoki qo'sh aloqalarga guruhl qo'shish
5	Izomerazalar	Izomerik shakllarni hosil qilgan holda molekula ichidagi guruhlarning uzatilishi
6	Ligazalar	ATF energiyasidan foydalangan holda ikkita molekulaning birikishi (C-C, C-S, C-O, C-N aloqalarini hosil qilish bilan boradigan kondensatsiya reaksiyalari)
7	Translokazalar	Ion yoki molekularlarning membranalar bo'ylab harakatlanishi yoki ko'chirilishini katalizlash

Har bir sinf fermentlar kichik sinflarga bo'linadi va ular ham o'z navbatida boshqa kichik kenja sinflarga bo'linadi. Barcha fermentlarning aniq bir raqamlari bor. Har bir ferment o'zining sinf, kichik sinf va kichik sinfdan ham keyingi kenja sinflarining seriya raqamlari yozilgan holda ifodalanadi, shuning uchun fermentlarni mos keladigan to'rtta raqam bilan tavsiflash mumkin bo'ladi (masalan, suksinatdegidrogenaza 1.3.99.1 sifatida belgilanadi). Fermentlarning klassifikasiya raqamlari orqali quyidagi ma'lumotlarni bilish mumkin:

- 1 – fermentning sinfi
- 2 – kichik sinfi (qaysi gurux donor ekanligini ko'rsatadi)
- 3 – kichik kenja sinf (qaysi gurux akseptor ekanligini

ko'rsatadi)

- 4 – fermentning tartib raqami

Aksariyat fermentlar tizimli nomenklatura (nomlash qoidalari) bo'yicha nomlanadi. Shunday qilib, oksidoreduktazalar uchun nom elektron donor nomi, elektron qabul qiluvchining nomi va defis bilan ajratilgan sinf nomidan iborat (masalan, alkogol: NAD^+ - oksidoreduktaza). Bundan tashqari fermentlarni nomlashda soddalashtirilgan yoki tarixiy shakllangan nomlardan foydalanishga ham ruxsat beriladi. Shunday qilib, oksidoreduktazalar orasida vodorod atomlarini yo'q qilish va qo'shishni amalga oshiradigan **degidrogenazalar**, oksidlangan moddaning molekulasiga kislorod atomlarini kiritadigan **oksigenazalar**, elektronlarni to'g'ridan-to'g'ri kislorodga o'tkazadigan **oksidazalar** va boshqa turlari mavjud.

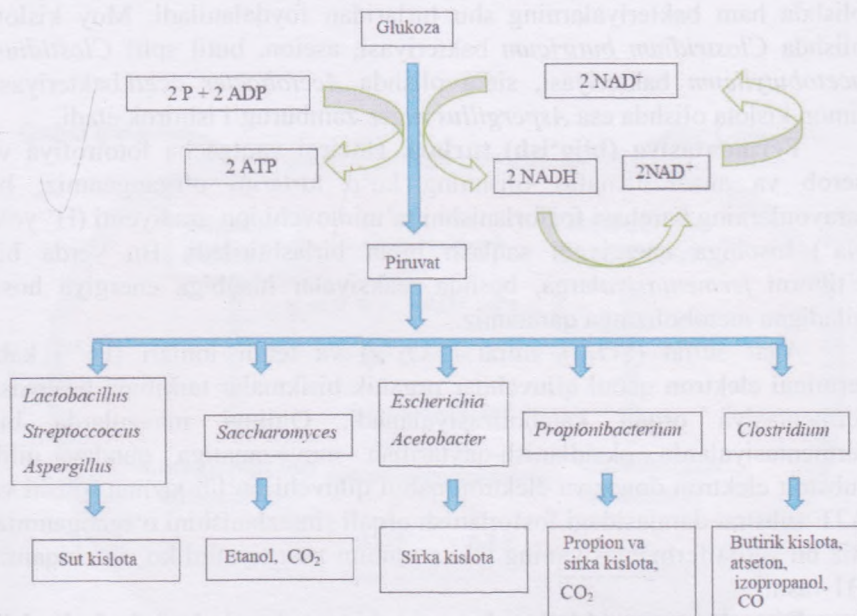
Mavzu yuzasidan savol va topshiriqlar

1. Endositoz jarayoni nima va bu jarayon qaysi organizmlarda uchraydi?
2. Prokariotlarda hujayralar tomonidan makromolekulyar moddalar qanday o'zlashtiriladi?
3. Hujayrada passiv diffuziya jarayoni qanday sodir bo'ladi?
4. Permeazalarga tarif bering va vazifalarini tushuntiring.
5. Sideroforlar qaysi hujayralarda uchraydi va vazifasi nimadan iborat?
6. Oziqlanishning faol transport mexanizmi qanday sodir bo'ladi?
7. Birlamchi transport qanday sodir bo'ladi?
8. Guruh translokatsiyasi orqali hujayraga qaysi moddalar tashiladi?

9. A.Klyuyver tomonidan shakllantirilgan yagona biokimyoviy prinsip tamoyili qanday jarayonga bo'ysunadi?
10. ATF molekulasi qachon, kim tomonidan kafsh etilgan?
11. Hujayrada ATF sintezi qanday sodir bo'ladi?
12. Nafas olish zanjiri va uning tarkibiy qismlari ko'rsating.
13. Oksidlanish-qaytarilish potentsiali qanday sodir bo'ladi?
14. Kofermentlar deb qanday malekulalarga aytiladi?
15. Anaerob nafas olish jarayoni qanday sodir bo'ladi?
16. Fermentlar nima va ularning qanday klassifikatsiyalari bor.
17. Oksidoreduktazalar qanday jarayonlarda qatnashadi?
18. Transferazlarning vazifasi nima?
19. Hidrolazalar qanday reaksiyalarni katalizlaydi?
20. Fermentlarning maxsusligi deganda nimani tushunasiz?

10-§. Bijg'ish tushunchasi, turlari va ularni amalga oshirishda mikroorganizmlarning ahamiyati

Bijg'ish (fermentasiya) — mikroorganizmlar yoki ular ajratadigan fermentlar ishtirokida organik moddalarning (asosan, uglevodorodlarning) parchalanish jarayonidir. Bunda bijg'iydigan mahsulotning bir qismi oksidlansa, ikkinchi qismi qaytariladi, natijada energiya ajraladi. To'liq qaytarilgan va to'liq oksidlangan moddalar fermentasiyaga uchramaydi. Mikroorganizmlarning turiga va xususiyatiga, bu jarayonning o'tish sharoitiga qarab, turli xil fermentasiya jarayonlari mavjud (30-rasm.)



30-rasm. Ayrim mikroorganizmlarning glyukozadan foydalanib hosil qilgan turli fermentasiya mahsulotlari

Kislorodsiz sharoitda (**obligat anaerob bakteriyalar ishtirokida**) moy kislota, aseton, butil spirt va boshqa organik moddalar; ham kislorodli, ham kislorodsiz sharoitda (**fakultativ anaerob bakteriyalar ishtirokida**) spirt, sut kislota, propion kislota, B_{12} vitamini; faqat kislorodli sharoitda sirka kislota, aseton, etil spirt, butilenglikoxol va limon

kislotalar hosil bo'ladi. 16-asrda **Vant Belmont** bijg'ish jarayoni fermentlar ishtirokida, 19-asrning 30- yilda esa **Kanyar de Latur, Shvan** va **Kyutinglar**, bir hujayrali tirik mikroorganizmlar ishtirokida ro'y beradi, deb tushuntirdilar. Bijg'ish jarayonini faqat **Lui Paster** ilmiy asosda to'g'ri tahlil qilib, Bijg'ish — mikroorganizmlardagi moddalar almashinuvi natijasi, degan fikrni isbotladi.

Mikroorganizmlarda kechadigan bu moddalar almashinuvi jarayonidan xalq xo'jaligida zarur bo'lgan maxsulotlar olishda keng qo'llanilib kelinadi. Spirt, vino, pivo ishlab chiqarishda *Saccharomyces cerevisia*, *Sacch. vini*, *Sacch. carlsbergens* kabi turushlar (achitqilar) ishlatiladi. Sut mahsulotlaridan qatiq, pishloq, smetana, tvorog, kefir tayyorlashda *Str. Lactis*, *Str. diacetylactis*. *Bact. casei*, *Bact. Acidophilum* kabi mikroorganizmlar ishtirok etadi. Sanoatda pishloq, V12 vitamini olishda ham bakteriyalarning shu turlaridan foydalaniladi. Moy kislota olishda *Clostridium butiricum* bakteriyasi, aseton, butil spirt *Clostridium acetobutylicum* bakteriyasi, sirka olishda *Acetobacter aceti* bakteriyasi, limon kislota olishda esa *Aspergillus niger* zamburug'i ishtirok etadi.

Fermentasiya (bijg'ish) turlari. Hozirgi vaqtgacha fototrofiya va aerob va anaerob nafas olishning ko'p turlarini o'rganganmiz; bu jarayonlarning barchasi fosforlanishni ta'minlovchi ion gradiyenti (H^+ yoki Na^+) hisobiga energiyani saqlash bilan birlashtiriladi. Bu yerda biz e'tiborni fermentasiyalarga, boshqa reaksiyalar hisobiga energiya hosil qiladigan metabolizmga qaratamiz.

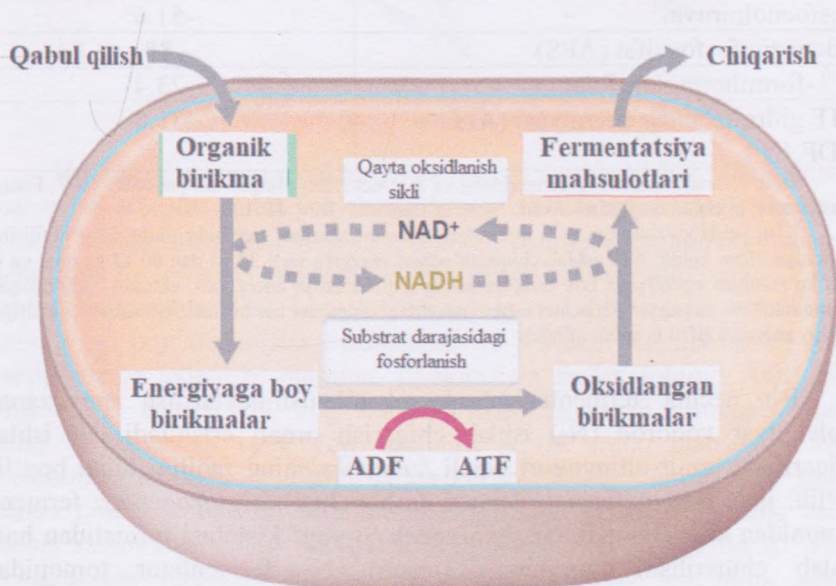
Agar sulfat (SO_4^{2-}), nitrat (NO_3^-) va temir ionlari (Fe^{3+}) kabi terminal elektron qabul qiluvchilar organik birikmalar tarkibida bo'lmasa fermentasiya orqali katabolizatsiyalanadi. Oldingi mavzularda biz fermentasiyalarda oksidlanish-qaytarilish muvozanatiga qanday qilib substrat elektron donor va elektron qabul qiluvchi bo'lib xizmat qilishi va ATF substrat darajasidagi fosforlanish orqali sintezlanishini o'rganganmiz. Biz bu yerda fermentasiyaning ikkita muhim xususiyatini ko'rib chiqamiz (31-rasm).

Energiyaga boy birikmalar va substrat darajadagi fosforlanish. Energiyani turli xil birikmalardan substrat darajasida fosforlanish orqali saqlash mumkin. Biroq, substrat darajasidagi fosforlanishning markazi energiyaga boy Ko-A birikmalarni bog'lash orqali tushuniladi. Bu bog'lanish "**energiyaga boy**" bo'ladi, chunki uning gidrolizi ekzoergonikdir. 1-jadvalda metabolizm jarayonida hosil bo'lgan ba'zi energiyaga boy birikmalar keltirilgan; ularning ko'pchiligining gidrolizi ATF sinteziga qo'shilish uchun etarli bo'sh energiya beradi ($\Delta G^0' = -31.8$

kJ/mol). Agar organizm fermentativ metabolizm jarayonida ushbu birikmalardan birini hosil qila olsa, u fosfat bog'ini energiyaga boy birikmadan ADF ga o'tkazib, ATF - substrat darajasidagi fosforlanishni hosil qilishi mumkin.

Oksidlanish qaytarilish muvozanati, N_2 va asetat ishlab chiqarish

Har qanday fermentasiyada atom va oksidlanish-qaytarilish muvozanati bo'lishi kerak. Yani, har bir turdagi atom va reaksiya mahsulotlaridagi elektronlarning umumiy soni reaktivlar (substratlar)dagilarni muvozanatlashi kerak. Oksidlanish-qaytarilish muvozanatiga fermentasiyalarda fermentasiya mahsulotlari, kislotalar yoki asl fermentasiya qilinadigan moddalar katabolizmining yakuniy mahsuloti sifatida ishlab chiqariladigan spirt kabi qaytarilgan moddalarning hujayradan chiqarilishi orqali erishiladi (31-rasm).



31-rasm. Fermentasiyaning asosiy shartlari. Fermentasiya mahsuloti hujayradan chiqariladi va biosintez uchun faqat nisbatan kichik miqdordagi original organik birikma ishlatiladi.

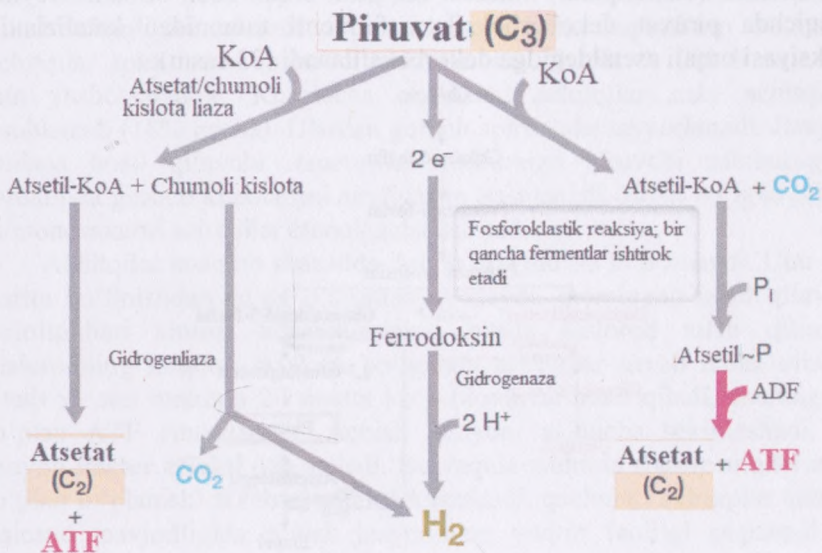
**Substrat darajasidagi fosforillanish bilan birlasha oladigan
energiyaga boy birikmalar^a**

Birikma	Gidrolizning erkin energiyasi, ΔG^0 (kJ/mol) ^b
Asetil KoA	-35.7
Propionil-KoA	-35.6
Butiril-KoA	-35.6
Kaproil-KoA	-35.6
Suksinil-KoA	-35.1
Asetil fosfat	-44.8
Butiril fosfat	-44.8
1,3-Bifosfogliserat	-51.9
Karbamil fosfat	-39.3
Fosfoenolpiruvat	-51.6
Adenozin fosfosulfat (APS)	-88
N ¹⁰ -formiltetragidrofolat	-23.4
ATF gidrolizlanish energiyasi (ATF → ADF + F)	-31.8

Izoh. ^a Thauer, R.K., K. Jungermann va K. Deckerdan olingan ma'lumotlar. 1977. Energy conservation in chemotrophic anaerobic bacteria. Bacteriol. Rev. 41: 100-180.

^b Bu yerda ko'rsatilgan $\leq G^0$ qiymatlari "standart shartlar" uchundir. Issiqlik yo'qotilishini o'z ichiga olgan holda, ATF ishlab chiqarish uchun energiya sarfi 32 kJ dan 60 kJ ga teng va bu erda ko'rsatilgan energiyaga boy birikmalarning gidrolizlanish energiyasi, ehtimol, yuqoriroqdir. Ammo oddiylik va taqqoslash uchun ushbu jadvaldagi qiymatlar har bir reaksiya uchun chiqarilgan haqiqiy energiya sifatida qabul qilinadi.

Bir nechta fermentasiyalarda oksidlanish-qaytarilish muvozanati molekulyar vodorod (N₂) ishlab chiqarish orqali erishiladi. N₂ ishlab chiqarilishi temir-oltingugurt oqsili *ferredoksiming* faolligi bilan bog'liq bo'lib, juda past potensial elektron tashuvchisi va *gidrogenaza* fermenti tomonidan katalizlanadi. N₂ shuningdek S₁ yog' kislotasi formatidan ham ishlab chiqarilishi mumkin (32-rasm). N₂ fermentator tomonidan foydalanilmasa shu tarzda chiqariladi, N₂ juda kuchli elektron donor bo'lib, ko'plab turli bakteriyalar va arxealar tomonidan oksidlanishi mumkin. Haqiqattan ham, juda elektronegativ E₀' (uni har qanday nafas olish shakli uchun elektron donor sifatida mos qilish) bilan N₂ mikrobial ekozimlarda hych qachon ortiqcha sarf qilinmaydi.

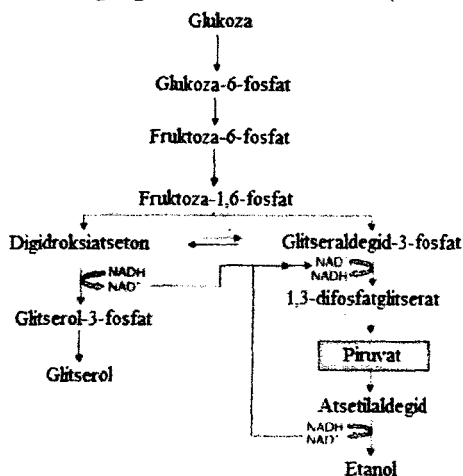


32-rasm. Piruvatdan N₂ va asetat hosil bo'lishi

Ko'pgina anaerob bakteriyalar asosiy yoki kichik fermentasiya mahsuloti sifatida asetat yoki boshqa yog' kislotalarini ishlab chiqaradi. Ularni ishlab chiqarish energiyani tejaydi, chunki u organizmga substrat darajasida fosforlanish orqali ATF hosil qilish imkoniyatini beradi. Asosiy oraliq mahsulot har bir yog' kislotasining Ko-A hosilasidir, chunki ular energiyaga boy birikmalar hisoblanadi. (1-jadval). Masalan asetil Ko-A asetilfosfatga aylanishi mumkin. (2-rasm) va fosfat qoldig'i ADF bilan birikib ATF hosil qiladi. Yog' kislotasi ishlab chiqarish fermentasiyalarda keng tarqalgan va agar, yog' kislotasi Ko-A oraliq mahsuloti orqali metabollangan bo'lsa, substrat darajasida fosforlanish orqali ATF sintezi uchun potensial bo'lishi mumkin. Fermentativ bioenergetikaning ushbu asosiy tamoyillari bilan biz kislotali fermentasiya mahsulotlarini ishlab chiqaradigan turlardan boshlab, fermentasiyalarning metabolik xilmaxilligini, ko'pchilik bakteriyalarni o'rganamiz.

Spirтли bijg'ish. Spirтли fermentasiya glyukozani etil spirt va CO₂ ga aylantirish uchun achitqilar, ba'zi turdagi bakteriyalar yoki bir nechta boshqa mikroorganizmlar tomonidan amalga oshiriladigan biotexnologik jarayondir. Spirтли fermentasiya yo'lining birinchi bosqichi achitqilarda piruvatni hosil bo'lishi achitqilarda EMP yo'li orqali hosil bo'ladi,

Zymomonas (bakteriyalar) xolatida ED yo‘li orqali hosil bo‘ladi. Keyingi bosqichda piruvat dekarboksilaza fermenti tomonidan katalizlanish reaksiyasi orqali asetaldegidga dekarboksillanadi (33-rasm).



33-rasm. **Spirтли fermentasiya va spirтли fermentasiyadan glisero-piruvat fermentasiyaga o‘tish. Qora chiziq: spirтли yo‘l, qizil chiziq: glisero-piruvat yo‘l, sariq katak: spirтли fermentasiyada ishtirok etadigan oraliq metabolitlar**

Spirтли fermentasiyaning oksidlanish-qaytarilish balansiga alkagol degidrogenaza fermenti tomonidan katalizlanadigan asetaldegidning etanolga qaytish jarayoni NAD⁺ ning qayta tiklanishi orqali erishiladi. Shuningdek, bijg‘ishning ED yo‘li orqali 1 mol ATF va EMP yo‘li orqali 2 mol ATF hosil bo‘ladi.

Spirтли fermentasiya sharob va pivo kabi spirтли ichimliklarni ishlab chiqarish uchun asosdir.

Dastlab spirтли bijg‘ish jarayoni *Saccharomyces cerevisiae* achitqisida o‘rganilgan. Achitqilar, boshqa zamburug‘lar singari aerob nafas oladi, biroq kislorod yetishmaganda uglevodlarni etanol va organik kislotalargacha fermentasiya qiladi; $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CO_2 + 2C_2H_5OH$ (33-rasm)

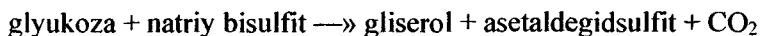
Sarcina turkumli bakteriyalar xam achitqilar singari fermentasiya maxsulotlari sifatida spirt hosil qiladi. Achitqilarda kechadigan spirтли bijg‘ish jarayoni 30°C gacha bo‘lgan haroratda sodir bo‘ladi, shuning uchun etanol va spirтли ichimliklar ishlab chiqarishda achish massasining qizib ketishi jiddiy muammo hisoblanadi. Achitqilar hosil qilgan etanol,

ular uchun “befarq” borikma emas, chunki membranalar o‘tkazuvchanligini oshiradi va protonlar gradiyenti saqlanishni to‘xtatadi. Achitqilar spirtolerant mikroorganizmlar hisoblanib, 9-12% li etonolda xam yashovchandir. Ko‘pincha ekstremal achitqilar *sake* achitqilari hisoblanadi (18% gacha). Ulardan guruch spirti *sake* tayyorlanadi. Jarayon amilaza hosil qiluvchi *Aspergillus* turkumiga kiruvchi zamburug‘lar yordamida guruch kraxmalini ajratishdan boshlanadi. Hosil bo‘lgan oligo- va monosaxarni achitqilar etanolgacha achitadi.

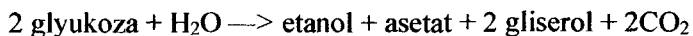
Achitqilar anaerob sharoitda doimo mavjud bo‘la o‘lmaydi. Ular 5-6 marta bo‘linishdan so‘ng o‘shishdan to‘xtaydi, membrana hosil qiluvchi fosfolipidlari sintezi bosqichlarining birida kislorod talab qilinadi. Kislorodning miqdori 0.02 % bo‘lganda achitqilar aerob nafas olishga o‘tadi va shu muhitda 20 marta ko‘p biomassa hosil qiladi, shuningdek ko‘plab ATF sintezlanadi. Achish jarayoni aksincha sekinlashadi, bu jarayon **Paster effekti** deb ataladi. Bu vaqtda muhitda shakar miqdorining ko‘plab to‘planishi **Krebtri effekti** kuzatiladi, qachonki achitqilar xattoki kislorod mavjudligida achish jaayonining yuqori faolligi saqlanadi va aerob nafas olishga o‘tmaydi.

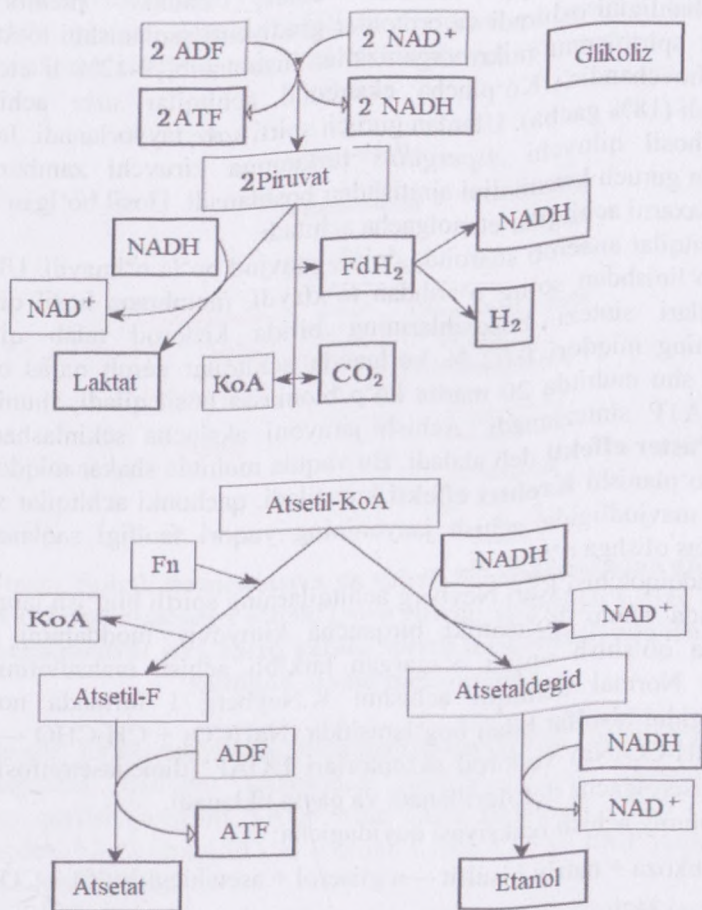
Nemis tadqiqotchisi Karl Neyberg achitqilarning spirtli bijg‘ish jarayonini o‘rganishda shuni ko‘rsattiki birqancha kimyoviy moddalarni achish massasiga qo‘shish orqali o‘zgargan tarkibli achish mahsulotini olish mumkin. Normal achitqili achishni K.Neyberg I formada nomladi. Asetoldegidni bisulfat bilan bog‘lanishida ($\text{NaHCO}_3 + \text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow \rightarrow \text{CH}_3\text{CHOH-CO}_3\text{Na}$) vodorod akseptorlari DOAF (dioksiasetonfosfat) ga o‘tadi, gliserolgacha defoforillanadi va qayta tiklanadi.

Umumiy achish reaksiyasi quyidagicha:



Bunday modifikasiya K.Neyberg achishishining II formasidir. Bu usul biotexnologiyada gliserol olishda ishlatiladi. NaHCO_3 yoki Na_2HPO_4 yordamida muhit pH ning o‘zgarishida achish K.Neyberg bo‘yicha III formani oladi. Bunda asetoldagid dismutasiya reaksiyasi orqali etanol va asetatga aylanadi, vodorod akseptorlari gliserol hosil qilib yana DOAFga o‘tadi.





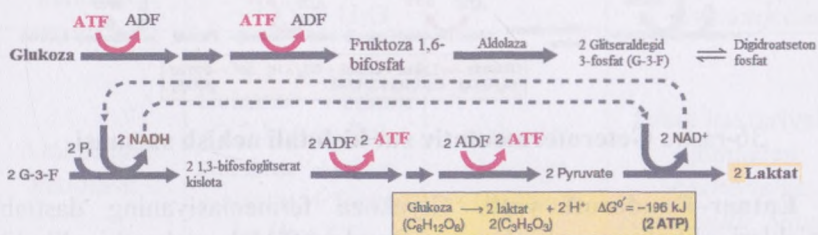
34-rasm. Ayrim enterobakteriya va klostridilarning spirt hosil qilish fermentasiya sxemasi

Sut kislotali bijg'ish. Sut kislotali bijg'ish jarayonida sut kislotasi hosil bo'lishida bir biri bilan filogenetik jihatdan bog'liq bo'lmagan mikroorganizmlar tomonidan amalga oshiriladi. Bu jarayon *Firmicutes* avlodiga mansub *Lactobacillales* va *Bacillales* turkumi vakillari, shuningdek, *Bifidobacteriaceae* oilasiga mansub *Actinobacteria* lar ishtirokida kechadi. Bular morfologik jihatdan farq qiladigan, barchasi

gramm musbat va harakatsiz mikroorganizmlardir. Bular orasida faqat sporoloktobasillalar spora hosil qilish hususiyatiga ega.

Sut kislota bakteriyalari (SKB) o'sish omillari bilan boyitilgan ozuqa muhitida yahshi o'sadi. Ular ichak bakteriyalari gruppasiga o'xshab laktozadan foydalanadi. Bu mikroorganizmlar turli darajadagi aerotolerantdir, lekin ATF substratning fosforlanishidan hosil bo'ladi. Ular oddiy sharoitagi metabolizmida molekulyar kisloroddan foydalanmaydi faqatgina fermentasiya tufayli yashaydi. Ularda katalaza va gemoprotein (sitoxrom) mavjud emas. Sut kislota achish glikoliz jarayonida aldolaza fermentining mavjud yoki yo'qligiga qarab ikki turga ajratiladi:

Gomof fermentativ achishda sut kislota bakteriyalari aldolaza fermentiga ega bo'lib glikoliz jarayonida ikki molekula sut kislota hosil qiladi (35-rasm) va sut kislota hosil bo'lishi ~90% ga to'g'ri keladi 10% i esa boshqa moddalardir (asetat, asetoin, etanol). Laktokokklar va laktobasillalar glyukozani shu tarzida achitadi.

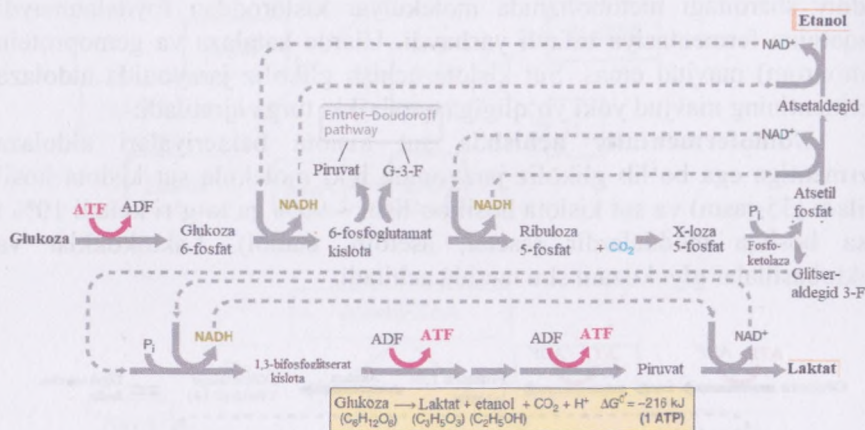


35-rasm. Gomof fermentativ sut kislotali achish sxemasi

Geterofermentativ achish jarayonida aldolaza fermenti mavjud emas shu sababli, fruktozabifosfatni triozofosfatga parchalay olmaydi. Buning o'rniga glyukoza 6-fosfatni 6-fosfoglyukanatga oksidlaydi keyin uni pentoza fosfatga dekarboksillaydi. Oxirgi birikma fosfoketolaza fermeni orqali triozofosfat va asetil fosfatga parchalanadi (36-rasm).

Geterofermentasiya jarayonida triozofosfat ATF ga aylanish bilan birga sut kislotasi hosil qiladi bu pentoza fosfat yo'li orqali amalga oshiriladi va sut kislota hosil bo'lishi ~50% ga to'g'ri keladi. Shuningdek, oksidlanish-qaytarilish muvozanatida asetil fosfat elektron qabul qiluvchi sifatida ishlatiladi, NADH (pentoza fosfat ishlab chiqarish jarayonida hosil bo'lgan) tomonidan etanolga qaytariladi. Bu esa ATF sintezis boradi, chunki energiyaga boy KoA etanol hosil bo'lganda yo'qoladi. Shu sababli geterofermenterlar gomofementerlar ishlab chiqargan ikkita ATF/glyukoza

o‘rniga 1 ATF/glyukoza hosil qiladi. Bundan tashqari geterofermenterlar 6-fosfoglyukonatni dekarboksillaganligi uchun fermentasiya mahsuloti sifatida CO₂ hosil qiladi, gomofermenterlar esa CO₂ hosil qilmaydi. Shunday qilib, gomofermenterni geterofermenterdan farqlashning oson yo‘li laboratoriya sharoitida CO₂ ishlab chiqarishni kuzatishdir.



36-rasm. Geterofermentativ sut kislotali achish sxemasi

Entner–Doudoroff yo‘li. Glyukoza fermentasiyaning dastlabki bosqichlari glikolizga yoki **Entner–Doudoroff** deb ataluvchi glikolitik yo‘lga tayangan holda boradi. Entner–Doudoroff bijg‘ish yo‘lida gdyukoza 6-fosfat 6-fosfoglyukon kislotasiga va NADPH ga oksidlanadi, 6-fosfoglyukon kislota o‘zidan suvni chiqaradi va glikolitik yo‘lning asosiy oraliq mahsuloti bo‘lgan piruvat va gliseraldegid 3-fosfatga bo‘linadi. Gliseraldegid 3-fosfat keyin glikolizdagi kabi NADH va 2 ta ATF hosil qiladi va oksidlanish – qaytarilish jarayonida elektron qabul qiluvchi sifatida ishlatiladi (5-rasm). Chunki piruvat to‘g‘ridan-to‘g‘ri Entner–Doudoroff yo‘lida hosil bo‘lganligi va gliseraldegid 3-fosfat kabi ATF hosil qila olmasligi sababli (5-rasm), glikolizning Entner–Doudoroff yo‘li ATF ning faqat yarmini beradi. Entner–Doudoroff yo‘lidan foydalanadigan organizmlar ushbu fiziologik xususiyatini geterofermentativ sut kislota bakteriyalari bilan baham ko‘radi (6-rasm). Obligat fermentativ gramm-manfiy bakteriyasi *Zymomonas* va *Pseudomonas* avlodlari bakteriyalari glyukoza katobolizmi uchun Entner–Doudoroff yo‘lidan foydalanuvchi organizmlardir.

Umumiy fermentasiyalar, ularning energetikasi va amalga oshiruvchi organizmlar

Moddaning turi	Reaksiya	Energiya hosil bo'lishi ΔG^0 , (kJ/mol)	Organizmlar
Alkagolli	Geksoza \rightarrow 2 etanol + 2 CO ₂	-239	Achitqi, <i>Zymomonas</i>
Gomolaktik	Geksoza \rightarrow 2 laktat ⁻ + 2 H ⁺	-196	<i>Streptokokklar</i> , ba'zi laktobakteriyalar
Geterolaktik	Geksoza \rightarrow laktat ⁻ + etanol + CO ₂ + H ⁺	-216	<i>Leuconostoc</i> , ba'zi <i>Lactobacilluslar</i>
Propion kislotasi	3 laktat ⁻ \rightarrow 2 propionat + atsetat ⁻ + CO ₂ + H ₂ O	-170	<i>Propionibacterium</i> , <i>Clostridium propionicum</i>
Aralashgan kislotalar	Geksoza \rightarrow etanol + 2,3-butanediol + suksinat ²⁻ + laktat ⁻ + atsetat ⁻ + format ⁻ + H ₂ + CO ₂	mahsulot nisbatiga bog'liq	Ichak bakteriyalari jumladan <i>Escherichia</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Shigella</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Enterobacter</i>
Butirik kislota	Geksoza \rightarrow butirat ⁻ + 2 H ₂ + 2 CO ₂ + H ⁺	-264	<i>Clostridium butyricum</i>
Butanol	2 Geksoza \rightarrow butanol + atseton + 5 CO ₂ + 4 H ₂	-468	<i>Clostridium acetobutylicum</i>
Kaproat/butirat	6 Etanol + 3 atsetat ⁻ \rightarrow 3 butirat ⁻ + kaproat ⁻ + 2 H ₂ + 4 H ₂ O + H ⁺	-183	<i>Clostridium kluyveri</i>
Asetogen	Fruktoza \rightarrow 3 atsetat + 3 H ⁺	-276	<i>Clostridium aceticum</i>

Aralash kislotali bijg'ish. Fermentasiyalar fermentlangan substrat yoki hosil bo'lgan mahsulotlar bo'yicha tasniflanadi. 8-jadvalda spirt, sut kislotasi, propion kislotasi, aralash kislotasi, butirik kislotasi va asetat kabi hosil bo'lgan mahsulotlar asosida tasniflangan ba'zi asosiy fermentasiyalar ro'yxati keltirilgan.

Boshqa bijg'ish jarayonlari hosil bo'lgan mahsulotga qarab emas, balki fermentlangan substrat bo'yicha tavsiflanadi, masalan, aminokislotasi, purin/pirimidin yoki suksinat fermentasiya. Ba'zi anaeroblar hatto aromatik birikmalar va boshqa noodatiy substratlarni fermentasiya qiladi (9-jadval).

9-jadval

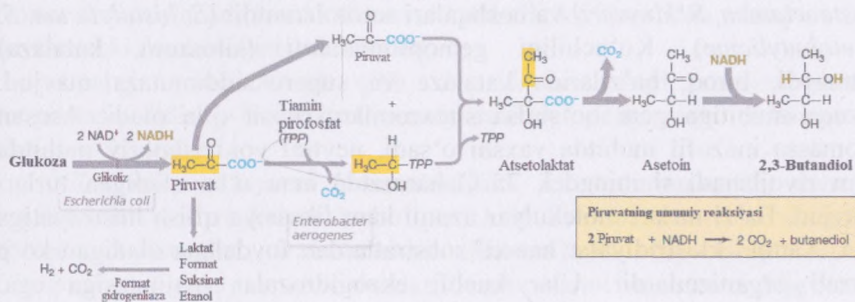
Ba'zi noodatiy bakteriyalar fermentasiyasi

Modda turi	Reaksiya	Organizmlar
Asetilen	$2 C_2H_2 + 3H_2O \rightarrow \text{etanol} + \text{atsetat}^- + H^+$	<i>Pelobacter Acetylenicus</i>
Glitserin	$4 \text{ Glitserin} + 2 HCO_3^- \rightarrow 7 \text{ atsetat}^- + 5 H^+ + 4 H_2O$	<i>Acetobacterium spp.</i>
Floroglusinol (aromatik)	$C_6H_6O_3 + 3H_2O \rightarrow 3 \text{ atsetat} + 3 H^+$	<i>Pelobacter massiliensis</i> <i>Pelobacter acidigallici</i>
Putresin	$10 C_4H_{12}N_2 + 26 H_2O \rightarrow 6 \text{ atsetat}^- + 7 \text{ butirat} + 20 NH_4^+ + 16 H_2 + 13 H^+$	Tasniflanmagan gram-musbat sporasiz anaeroblar
Sitrat	$\text{Sitrat}^{3-} + 2H_2O \rightarrow \text{format}^- + 2 \text{ atsetat}^- + HCO_3^- + H^+$	<i>Bacteroides spp.</i>
Benzoat (aromatik)	$2 \text{ benzoat}^- \rightarrow \text{siklogeksan karboksilat} + 3 \text{ atsetat}^- + HCO_3^- + 3 H^+$	<i>Syntrophus aciditrophicus</i>

Ma'umki turli xil organik birikmalar fermentasiyalanish mumkin va ba'zi xollarda faqat anaeroblarning juda cheklangan guruhi fermentasiyani amalga oshirishi mumkin. Ularning ko'pchiligi metabolik spesifik bo'lib, boshqa bakteriyalar tomonidan katabolizasiyalanmagan substratni fermentasiya qilish qobiliyatiga ega (8-jadval).

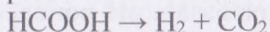
Aralash kislotali bijg'ishda ichak bakteriyalari fermentasiyasida glyukozadan uch turdagi kislotalar: sirka, sut va suksinat kislotalari hosil bo'ladi. Etanol, CO₂ va H₂ odatda fermentasiya mahsulotlari sifatida hosil

bo'ladi. *Escherichia coli* tomonidan glikolizni aralash-kislotalar fermentasiyalar yo'li orqali amalga oshiradi. Ba'zi ichak bakteriyalari *E.coli* ga qaraganda kamroq miqdorda kislotali mahsulotlar ishlab chiqaradi va ko'proq miqdorda neytral mahsulotlar ishlab chiqarish orqali fermentasiyalif oksidlanish-qaytarilishni muvozanatlashtiradi. Asosiy neytral mahsulotlardan biri to'rt uglerodli spirt butandioldir. Aralash kislotali fermentasiyaning bu o'zgarishida quyidagi mahsulotlar hosil bo'ladi: butandioli, etanol, CO₂ va H₂ (37-rasm).



37-rasm. Butandioli ishlab chiqarilishi va aralash kislotali fermentasiyalar (Bitta butandioli hosil qilish uchun faqat bitta NADH, lekin ikkita piruvat molekulasini qanday ishlatilishiga e'tibor bering. Bu oksidlanish-qaytarilish muvozanatining buzilishiga va butandioli ishlab chiqaruvchilar tomonidan aralash kislotali fermentatorlarga qaraganda ko'proq etanol ishlab chiqarishga olib keladi)

E.coli aralash kislotali fermentasiyasida CO₂ va H₂ teng miqdorda ishlab chiqariladi, butandioli fermentasiyasida esa H₂ ga qaraganda CO₂ ko'proq hosil bo'ladi. Buning sababi shundaki, aralash kislotali fermentatorlar faqat chumoli kislotadan CO₂ ni formotgidrogenaza fermenti yordamida hosil qiladi.



Aksincha, *Enterobacter aerogenes* kabi butandioli ishlab chiqaruvchilari chumoli kislotasidan CO₂ va N₂ ishlab chiqaradi, lekin butandioli har bir molekulasini hosil bo'lishida ikkita qo'shimcha CO₂ molekulasini ishlab chiqaradi. Biroq, butandioli ishlab chiqarish glikolizda hosil bo'lgan NADH ning faqat yarmini iste'mol qilganligi sababli, oksidlanish-qaytarilish muvozanatiga erishish uchun butandioli bo'lmagan fermentatorlarga qaraganda bu organizmlar tomonidan ko'proq etanol ishlab chiqariladi (37-rasm).

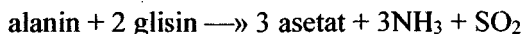
Yog' kislotali va aseton butilli bijg'ish. Murakkab ikki bosqichli yog' kislotali va aseton-butilli fermentasiyasi jarayoni *Clostridiaceae* oilasiga mansub *Clostridium* turkumi mikroorganizmlari tomonidan amalga oshiriladi.

Klostridiyalalar – peretrix flagelaga ega gramm-musbat tayoqchalar bo'lib, hujayrani shishiruvchi sharsimon yoki ovalsimon endosporalar hoosil qiladi. Kraxmalga o'xshash polisaxaridlar (granuloza) zaxira moddalar saqlash Klostridiyalarga xosdir. Ayrim turlari qat'iy aerob (*S. pasteurianum*, *S. kluyveri*) va boshqalari aerotolerantdir (*S. histolyticum*, *S. acetobutylicum*). Ko'pchiligi gemoproteinlarni (sitoxrom, katalaza) tutmaydi, biroq, ba'zilarida katalaza va superoksiddimutaza mavjud. Ozuqa muhitiga gem qo'shilsa sitoxromlarni hosil qila oladi. Asosan biomassa mezofil muhitda yaxshi o'sadi, neytral yoki ishqoriy muhitda ham rivojlanadi shuningdek 75°C haroratda ham o'sa oladigan turlari mavjud. Ba'zi turlari molekulyar azotni ham fiksasiya qilish hususiyatiga ega. Xattoki klostridiyalalar har-xil substratlardan foydalana oladigan ko'p qirrali organizmlardir. Ular kuchli ekzogidrozalar majmuasiga ega. Oziqlanish turiga qarab uch guruhga bo'linadi:

Shakar parchalovchi klostridiyalalar shakar va polisaxaridlar tutgan ozuqa muhitida o'sadi. Proteolitik (yoki peptilitik) turlari oqsillar va aminokislotalardan foydalana oladi. Ular orasida ko'plab kasallik qo'zg'atuvchilari mavjud. Purinolitik klostridiyalalar nuklein kislotalarni gidrolizlaydi, purinlar va pirimidinlarni achitadi.

Yog' kislotasi va asetonbutil kislotali bijg'ishning mahsulotlari sifatida boshqa organik kislotalar, shuningdek, aseton, butanol, etanol va izopropanol hosil bo'ladi. Bijg'ish jarayoni ikki faza bilan xarakterlanadi (9-rasm). I fazada hujayralar faol o'sadi, kislotali mahsulotlar hosil bo'ladi va muhitning pH i kamayadi. Shu bilan birga kul'turalarning o'sishi substrat yetarli bo'lsa ham sekinlashadi. II bosqichda hosil bo'lgan kislotali mahsulotlarga qaytaruvchi ekvivalentlar o'tkaziladi va neytral moddalar olinadi, buning natijasida pH normal darajaga qaytadi natijada kul'turalar yana rivojlanishi mumkin. Bu ikki fazaning biologik ahamiyati shuki ortiqcha hosil bo'lgan kislotali fermentasiya mahsulotlariga qaytaruvchi ekvivalentlarni chiqarish orqali kul'turalar uchun qulay bo'lgan yashash sharoitlarini saqlab, substratlardan to'liq foydalanishdan iborat. Shu tarzda ikkita muammo "pH ni to'g'rilash" va "ortiqcha mahsulotlar" dan qutilishni amalga oshiradi. II fazada bir qator fermentlarning sintezi (xususan, aseto-asetatdekarboksilaza) muhitning pH ini 5 ga tushurish orqali amalga oshirilladi.

Klostridiya va ba'zi basillalar ikkala fazadagi fermentasiyani amalga oshirishi mumkin, bunda bitta modda donor, ikkinchisi elektron qabul qiluvchi bo'lib xizmat qiladi. Shunday qilib, fermentasiya aminokislotalani deaminasiya qilmasdan, Stiklend reaksiyasiga muvofiq amalga oshiradi. Donorlar sifatida alanin, leysin, izoleysin, valin, serin; akseptor sifatida glisin, prolin, arginin, triptofan ishtirok etadi. Masalan quyidagi reaksiyada ko'rish mumkin:



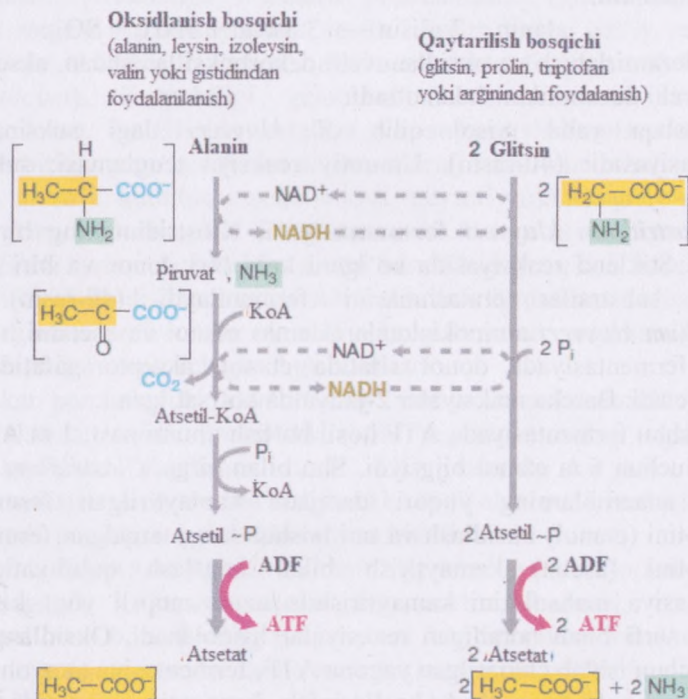
Donor dezamirlanish va oksidlanuvchi dekarboksillanishdan, akseptor esa qaytaruvchi dezaminlanishdan o'tadi.

Boshqa yana misol qilib, *S. kluveri* dagi suksinat-etanol fermentasiyasidir (40-rasm). Umumiy reaksiya tenglamasi: suksinat + etanol \longrightarrow 3 asetat.

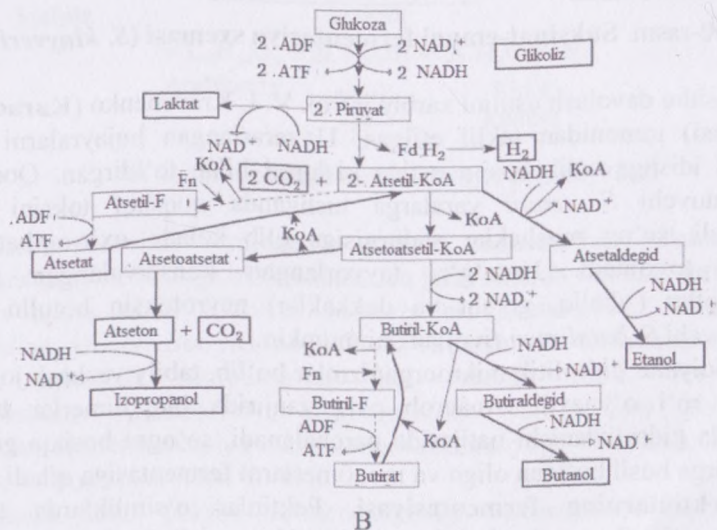
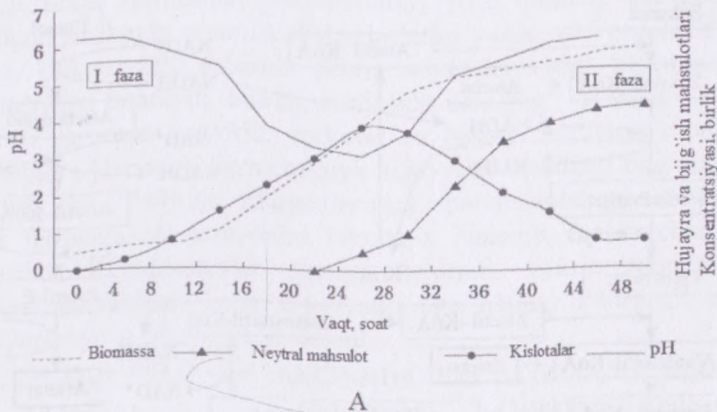
***Clostridium kluveri* fermentasiyasi.** Klostridiumning bir qancha vakillari Stiklend reaksiyasida bo'lgani kabi biri donor va biri akseptor bo'lgan substratlar aralashmasini fermentlaydi (40-rasm). Biroq *Clostridium kluveri* aminokislotalarni emas etanol va asetatni bijg'itadi. Ushbu fermentasiyada donor sifatida etanol, akseptor sifatida asetat ishtirok etadi. Barcha reaksiyalar 2-jadvalda ko'rsatilgan.

Ushbu fermentasiyada ATF hosil bo'lish unumi past; 1 ta ATF hosil bo'lishi uchun 6 ta etanol bijg'iydi. Shu bilan birga, *Clostridium kluveri* boshqa anaeroblarning yuqori darajada kamaytirilgan fermentasiya mahsulotini (etanol) oksidlash va uni boshqa keng tarqalgan fermentasiya mahsulotini (asetat) kamaytirish bilan bog'lash qobiliyatiga ega. Fermentasiya mahsulotini kamaytirishda uzun zanjirli yog' kislotalari, NAD-N sarfi bilan boradigan reaksiyalar hisoblanadi. Oksidlangan 6 ta etanol uchun ishlab chiqarilgan yagona ATF, fermentasiya jarayonida hosil bo'lgan yog' kislotasi-KoA hosilasining konversiyasi paytida substrat darajasidagi fosforlanishdan kelib chiqadi. *Clostridium kluveri* fermentasiyasi ikkilamchi fermentasiyaga misol bo'lib, uni fermentasiya mahsulotlarining fermentasiyasi sifatida ko'rish mumkin. Buning yana bir misolini keyinroq ko'ramiz. Klostridiyalar tuproq mikroflorasining tipik vakili hisoblanadi, biroq ular orasida patogen turlari ham mavjud. Misol uchun, gazli gangrena qo'zg'atuvchilari *S. histolyticum* i *S. septicum* proteolitik klostridiyalar bo'lib, odatda tuproqda yashaydi, lekin oqsil substratiga boy muhitga tushganda (tuproq ifloslanganda) zaharli moddalar hosil bo'dadi. Ko'plab o'limlar yara infeksiyalari (asosan gazli gangrena) rivojlanishi bilan bog'liq. Qon ketishni to'xtatish uchun arteriyalarni siqib bog'laganda, to'qimalarda anaerobiz paydo bo'ladi, bu

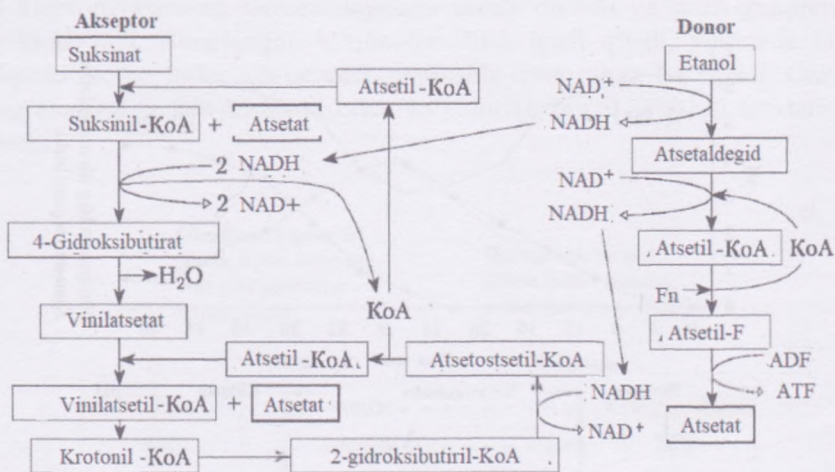
esa klostridialarning fermentasiyasiga sabab bo'radi va gazli gangrena paydo bo'radi. Zararlangan to'qimalar shish hosil qiladi, yoqimsiz hid chiqaradi so'ng nekrozga uchrash natijasida qora ranga bo'yaladi. Gazli gangrenalarni 3 atm kislorod bilan to'yintirish orqali o'sishni to'xtatish mumkin.



38-rasm. **Stiklend reaksiyasi** (Bu misol alanin va glisin aminokislotalarining birgalikda katabolizmini ko'rsatadi. Kimyoviy reaksiyani tushunish uchun asosiy substratlar, oraliq mahsulotlar va mahsulotlarning tuzilmalari qavs ichida ko'rsatilgan. Ko'rsatilgan reaksiyada alanin elektron donor va glisin esa elektron qabul qiluvchi ekanligiga e'tibor bering)



39-rasm. Yog'li va aseton-butil fermentasiyasi. A - ikki fazali; B - fermentasiya sxemasi (ingichka chiziqlar - ikki fazaga xos bo'lgan reaksiyalar; nuqtali chiziqlar - I bosqich reaksiyalari; qalin chiziq - II bosqich)



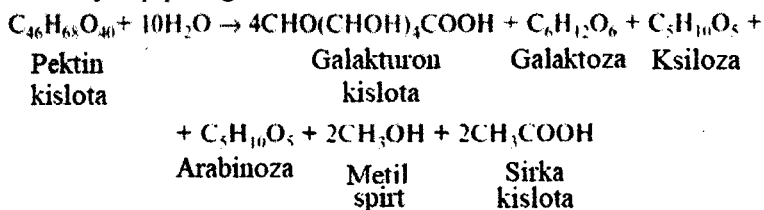
40-rasm. Suksinat-etanol fermentasiya sxemasi (*S. kluyveri*)

Ushbu davolash usulini xarbiy jarrox V. I. Kravchenko (**Karachenko bochkasi**) tomonidan taklif etilgan. U zararlangan hujayralarni olinib maxsus idishga solib bosim ostida kislorod bilan to'ldirgan. Qoqsholni qo'zg'atuvchi *S. tetani* yaralarga tushganda qoqshol toksini ishlab chiqaradi, so'ng mushaklar sudurgisiga olib keladi, oxir-oqibat nafas olishni to'xtatadi. Noto'g'ri tayyorlangan konservalangan protein maxsulotlar (baliq, go'sht va dukkaklar) neyrotoksin botulin ishlab chiqaruvchi *S. botulinum* rivojlanishi mumkin.

Klostridiyalar gidrolitik mikroorganizmlar bo'lib, tabiiy yashash joylarida muhim ro'l o'ynaydi. Anaerob oziq zanjirida biopolimerlar birinchi navbatda gidrolizlanishi natijasida parchalanadi, so'ngra boshqa guruhlar bilan birga hosil bo'lgan oligo va monomerlarni fermentasiya qiladi.

Pektinlarning fermentasiyasi. Pektinlar o'simliklarda mavjud bo'lib, o'simlik to'qimalarining tuzilishida muhim rol o'ynaydi. Bu moddalar hujayralararo plastinkalarni hosil qiladi va o'simlik hujayralarini bir-biriga bog'laydi, bu orqali ularni bir butun bo'lib to'qimaga birlashtiradi. Pektinlar meva, rezavorlar, ildizmevalari, o'simlik barglarida ko'p bo'ladi. Ular, ayniqsa, olma va boshqa mevalarda ko'p bo'lib, qandolat sanoatida (ishlab chiqarishda) keng qo'llaniladigan jelega o'xshash massa olish uchun ishlatiladi (marmelad, va boshqalar). Ushbu moddalar pektin kislotalari va uglevodlardan iborat. Ular suvda erimaydi. Biroq, qaynatilganda, erimaydigan shakldagi (protopektin) pektin

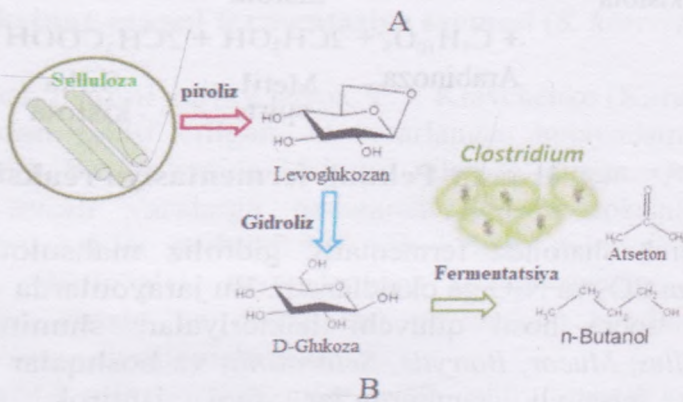
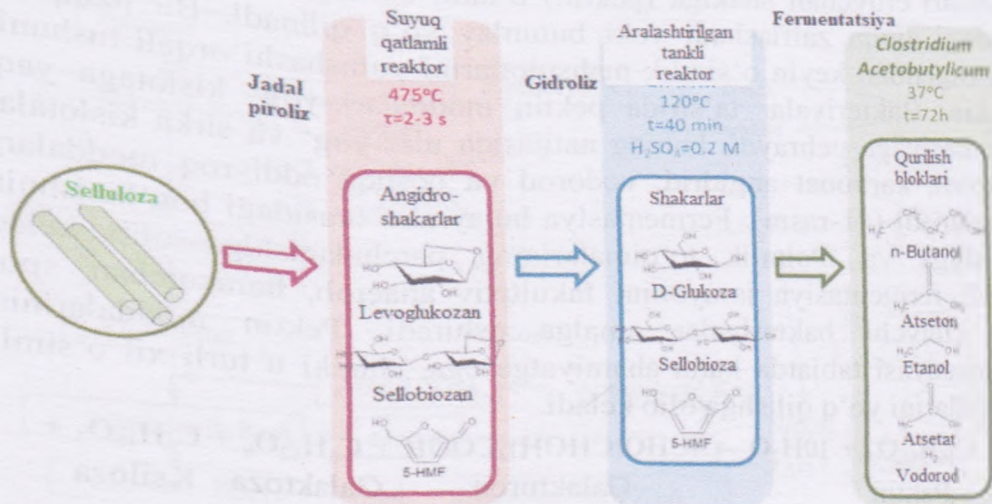
moddalari eruvchan shaklga (pektin) o'tadi, buning natijasida hujayralar orasidagi aloqa zaiflashadi yoki butunlay yo'q qilinadi. Bu uzoq vaqt qaynatilgandan keyin o'simlik mahsulotlarini yumshashi orqali tushunish mumkin. Bakteriyalar ta'sirida pektin moddalari yog' kislotaga yaqin fermentasiyaga uchraydi, buning natijasida ular yog' va sirka kislotalari, etil spirti, karbonat anhidrid, vodorod va boshqa oddiyroq moddalarga parchalanadi (41-rasm). Fermentasiya hujayralar orasidagi bog'lanishning buzilishiga va o'simlik to'qimalarining parchalanishiga olib keladi. Pektinli fermentasiya jarayonini fakultativ anaerob, harakatchan, spora hosil qiluvchi bakteriyalar amalga oshiradi. Pektin moddalarining fermentasiyasi tabiatda katta ahamiyatga ega, chunki u turli xil o'simlik materiallarini yo'q qilishga olib keladi.



41-rasm. Pektinli fermentasiya reaksiyalari

Aerob sharoitda fermentativ gidroliz mahsulotlari galaktoza va arabinoza CO₂ va N₂O ga oksidlanadi. Bu jarayonlarda *Bacillus turkumiga* mansub spora hosil qiluvchi bakteriyalar, shuningdek *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Botrytis*, *Sclerotinia* va boshqalar turkumiga mansub ko'plab miseliyli zamburug'lar faol ishtirok etadi. *Treponema pectinovorum* (*Clostridium pectinovorum*), *Clostridium felsineum* tomonidan esa fermentasiya mahsulotlari sifatida yog' va sirka kislotalari, CO₂, N₂ va boshqalar hosil bo'ladi.

Shuningdek, pektin fermentasiyasiga *Clostridium felsineum*, *Clostridium pectinovorum* va pektinaza fermenti mavjud bo'lgan boshqa mikroorganizmlar tomonidan amalga oshiriladi. Tolali o'simliklar - zig'ir, kanop, jut, kenaf va boshqalarni birlamchi qayta ishlash, to'lani olovdan ajratishda pektin fermentasiyasiga asoslangan. Buning uchun zig'ir va boshqa tolali o'simliklarning bir bo'lagi tabiiy turg'un suv omborlarida ishlab chiqariladi, ularda tabiiy ravishda yashovchi pektinli parchalanuvchi anaeroblar fermentasiyada qatnashadi. Eng yaxshi natijalar bakteriyalarning sof kul'turalaridan foydalangan holda fabrikalarda sun'iy lob orqali olinadi.



42-rasm. Sellyulozaning piroliz, gidroliz va fermentatsiyasi (A – jadal; B-me'yoriy)

Klechatka fermentatsiyasi klesatka (sellyuloza) suvda erimaydigan polisaxariddir. Ushbu barqaror modda yuqori o‘simliklar tanasining muhim qismini tashkil qiladi va mikroorganizmlar ta’sirida fermentatsiyaga uchraydi. Klechatka fermentatsiyasi o‘simlik qoldiqlari to‘plangan joyda - tuproqda, suvda, go‘ngda, shuningdek o‘txo‘r hayvonlarning oshqozon-ichak traktida, ayniqsa kavsh qaytaruvchi hayvonlarning proventrikulida sodir bo‘ladi, ular uchun tolaning parchalanishi muhim, chunki u uglevodlar va oqsillarni to‘liqroq so‘rilishiga yordam beradi. Klechatka fermentatsiyasi ham aerob, ham anaerob sharoitda sodir bo‘lishi mumkin. Anaerob sharoitda vodorod va metan fermentatsiyasining spora hosil

qiluvchi basillalar tufayli amalga oshadi (42-rasm). Ikkala mikroorganizm ham selluloza fermenti orqali tolani shakarga aylantiradi va achiydi.

Klechatka gidrolizida - sellobioza va glyukozaga fermentlanadi va turli parchalanish mahsulotlar (sirka, yogʻ, chumoli kislotalar, CO₂) va boshqalar hosil boʻladi. Anaerob sharoitda selluloza *Clostridium* avlodiga mansub mezofil va termofil bakteriyalari tomonidan parchalanadi.

Mavzu yuzasidan savol va topshiriqlar

1. Bijgʻish jarayoni haqida gapirib bering.
2. Bijgʻish jarayonida obligat anaerob bakteriyalar ishtirokida qanday kimyoviy birikmalar hosil boʻladi?
3. Bijgʻish jarayonida fakultativ anaerob bakteriyalar ishtirokida qanday kimyoviy birikmalar sintezlanadi?
4. Bijgʻish jarayonida aerob bakteriyalar ishtirokida qanday kimyoviy birikmalar ajralib chiqadi?
5. Bijgʻish jarayonini ilk bor qaysi olim tomonidan ilmiy asoslangan?
6. Fermentasiya (bijgʻish) turlarini farqini tushuntiring.
7. Energiyaga boy birikmalar va substrat darajadagi fosforlanish jarayoni qanday sodir boʻladi?
8. Spirtli bijgʻish jarayonida muhitga qanday moddalar ajraladi?
9. Dastlab spirtli bijgʻish jarayoni qaysi mikroorganizmlarda oʻrganilgan?
10. Paster effekti nima?
11. Krebs effekti qanday jarayon?
12. Sut kislotali bijgʻish jarayoni ketma-ketligini tushuntiring.
13. Gomofermentativ achish qanday sodir boʻladi?
14. Geterofermentativ achish jarayonining gomofermentativ achishdan farqini ayting.
15. Aralash kislotali bijgʻish jarayonini tushuntirib bering.
16. Yogʻ kislotali va aseton butilli bijgʻishda qaysi mikroorganizmlar qatnashadi?
17. Yogʻ kislotali bijgʻish muhitning qanday sharoitlarida faol oʻtadi?
18. *Clostridium kluyveri* fermentatsiyasida qaysi kimyoviy birikmalar hosil boʻladi?
19. Pektinlarning fermentatsiyasi qanday amalga oshiriladi?

20. Pektinli fermentasiya jarayonida qatnashuvchi mikroorganizmlarni misol keltiring.

21. Klechatka gidrolizida oxirgi modda sifatida qaysi birikmalar hosil bo'ladi?

11-§. Mikroorganizmlar irsiyati va o'zgaruvchanligi

Mikroorganizmlarda ham, xuddi boshqa tirik jonivorlardagi kabi, muayyan turga xos belgilar nasldan-naslga o'tadi. Lekin tashqi muhit ta'siri ostida bir turdagi morfologik, fiziologik xossalar o'zgarishi mumkin. Masalan, Lui Paster kuydirgi qo'zg'atuvchisida sun'iy yo'l bilan qaytmas o'zgarishlar hosil qildi va shu kasalliklardan saqlaydigan vaksinalar ishlab chiqdi. N.F. Gamaleya oziqa muhitiga litiy xlorid qo'shilganida, vabo vibrionining morfologiyasi o'zgarishini kuzatdi. Bu misollar yashash sharoitiga qarab, mikroorganizmlar o'z xossalarini o'zgartira olishini ko'rsatadi.

Irsiyat bilan o'zgaruvchanlik bir-biri bilan chambarchas bog'liq ikki jarayon bo'lib, tiriklikning asosini tashkil etadi. Hozirgi vaqtda mikroorganizmlarning irsiy xususiyatlari va o'zgaruvchanligi boshqa organizmlarnikiga qaraganda yaxshi o'rganilgan.

1925 yilda G.A. Nadson va G.S. Filippov achitqi zamburug'lariga rentgen nurlarini ta'sir ettirib, yangi mutantlar olishga muvaffaq bo'lganlar. Ulardan keyin 1928-1932 yillarda M.N. Meysel achitqilarga xloroform va kuchsiz sian tuzlari ta'sir ettirib, yangi mutantlar olgan. Mikroorganizmlarda genetika qonuniyatlarini o'rganish muhim ahamiyatga ega, chunki bakteriyalarning tez bo'linishi va naslining nihoyatda ko'p, mayda bo'lishi va kam joyni egallashi ularni nihoyatda qulay obyekt qilib qo'yadi. Masalan, ichak tayoqchasi ko'payar ekan, har 15 minutda bo'linib turadi, bitta hujayra naslining soni 18-24 soatdan keyin 1 mm^3 da 24 milliardga yetadi.

Mikroorganizmlarda fenotipik (nasldan naslga o'tmaydigan) va genotipik (nasldan naslga o'tadigan) o'zgaruvchanlik farq qilinadi. Bular hujayraning ikki asosiy xususiyati: genotipi bilan fenotipiga bog'liqdir. Genotip hujayradagi umumiy genlar majmuasi (yig'indisi) dir. U organizmning butun bir guruh xossalarini, tashqi muhitning har xil sharoitida turlicha namoyon bo'ladigan xossalarini belgilab beradi. Biroq, genotip har kanday sharoitda nisbiy doimiyligini saqlab qoladiki, bu hol mikroorganizmlar turlarini bir-biridan farq qilib, ajratib olishga imkon beradi.

Fenotip har bir individuumdagi morfologik va fiziologik xossalarning umumiy kompleksidir. Fenotip go'yo ma'lum bir konkret yashash sharoitida genotip xarakterining tashqi ko'rinishi ifodasidir.

Genotip hujayraning umumiy yuzaga chiqishi mumkin bo'lgan xususiyati bo'lsa, fenotip ushbu xususiyatlarning ko'zga ko'rinadigan ifodasidir. *Dizoksiribonuklein kislotasi* (DNK) polimer bo'lib, uning monomerleri nukleotidlardan iborat. Xar bir nukleotid o'z navbatida purinli asoslardan: adenin, guanidan (A, G); piromidinli asoslardan timin va sitozin (T, S), qandmoddasi, dizoksiriboza va fosfat kislota qoldig'idan iborat. DNK molekulasi qo'shaloq spiral bo'lib, uning zanjirlari bir-biriga komplementar joylashgan. Zanjirlardan birida A, uning ro'parasida ikkinchi zanjirda T joylashgan bo'ladi; birida G joylashsa, ikkinchi zanjirda albatta S bo'ladi. Bu degan so'z DNK molekulasidagi zanjirlardan birida nukleotidlar, A, G, S, G, G, G, A, G, S tartibda bo'lsa, unga komplementar zanjirdagi nukleotidlar albatta T, S, G, A, S, S, T, S, G tartibda bo'ladi. Bu DNK molekulasidagi nukleotidlarni komplementarligi yoki o'zaro to'ldirish prinsipi deb yuritiladi. Har bir mikroorganizm hujayrasi ko'payishi mahalida DNK molekulasi ham ko'payadi. DNK molekulasining ko'payishi yarim konservativ, ya'ni yangi hosil bo'ladigan DNK molekulasi uchun eski DNK molekulasining har bir zanjiri alohida qolip (matrisa) rolini o'ynaydi. Bu usuldagi DNK sintezi autosintez deb yuritiladi. DNK sintezini amalga oshiruvchi ferment DNK polimeraza fermenti deyiladi. Bu ferment DNK molekulasidagi A-T, G-S oralig'idagi vodorod bog'larini uzib, ko'shaloq spiralni yakka spiral holiga keltiradi. Har bir spiral yangidan hosil bo'ladigan DNK molekulasi uchun qolip rolini o'ynaydi.

Ribonuklein kislotasi (RNK) ham polimer bo'lib, uning monomerleri nukleotidlardir. RNK molekulasi bitta zanjirdan, riboza, azotli asoslardan A, U, S, G va fosfat kislota qoldig'idan iborat. Hujayrada 3 xil RNK mavjud; 1) i-RNK bu polimeraza fermenti ta'sirida DNKdan sintezlanadi. 2) r-RNK - oqsil sintezini amalga oshiruvchi ribosomani tarkibiga kiradi. 3) t-RNK - oqsil sintezida i-RNK ga o'z antikodonlari bilan kerakli aminokislotalar tashib keladi. Ba'zi bir viruslarning irsiy moddasi asosida DNK o'rnida RNK ham bo'ladi. Bunday viruslar qatoriga gripp, poliamelel viruslari kiradi.

Mikroorganizmlar xromosomasi. Haqiqiy mikroorganizmlarning yadrosida xromosomalar bo'lib, ularda genlar joylashadi. Mikroorganizmlar xromosomasidagi genlar galloid to'plamida bo'ladi. Ko'p hollarda mikroorganizmlarning yadrosidan tashqari mitoxondriya va suv o'tlarining xloroplastlarida ham genlar bo'lib, ular nazorat qiladigan belgilar bir tomonlama, sitoplazmatik usulda avloddan-avlodga uzatiladi. Yadrosi shakllanmagan mikroorganizmlarning xromosomasi doira

shaklida bo‘lib, ular bitta, bir-biriga bog‘langan genlar sistemasini tashkil qiladi. *Plazmid*. Bakteriya hujayrasida xalqasimon xromosomadan tashqari molekulyar og‘irligi $1 \cdot 10^8$ daltondan ortiq bo‘lmagan DNK molekulasi uchraydi. Bu DNK bakteriya xromosomasiga bog‘liq bo‘lmagan holda ko‘payishi va yangitdan hosil bo‘lgan bakteriya hujayralariga berilishi mumkin.

Bakteriya plazmidlari hujayrada ikki holatda: bakteriya xromosomasidan alohida va bakteriya xromosomasiga birikkan holda bo‘ladi. Bakteriya xromosomasiga birikkan plazmidlar episomalar deb yuritiladi. Agar bakteriya plazmidi donar hujayradan resipiyent hujayraga berilsa, “transmissibel”, berilmasa “transmissibel bo‘lmagan” plazmid deyiladi. Demak, plazmidlarning nusxa ko‘chirish (replikasiya), bakterial xromosomaga birikish va turlicha miqdorda boshqa hujayralarga uzatilish kabi uch funksiyasi mavjud. Bakteriya fenotipida namoyon bo‘ladigan belgilar qatoriga: donorlik (G⁺ plazmid), og‘ir metall tuzlari va antibiotiklarga chidamililik (R plazmid), kasallikni yuzaga chiqishi (Ent, Vir) va shu kabilar kiradi. Bakteriyalarning turli xil antibiotiklarga chidamli bo‘lishiga antibiotiklarni parchalovchi yoki ularning aktivligini kamaytiruvchi fermentlar ishlab chiqarishi, antibiotiklarni hujayraga kirish qobiliyatining yo‘qolishi, ularni bakteriya hujayralarida to‘planmasligi sababdir. Shuning uchun medisinada, veterinariyada kasalliklarga qarshi antibiotiklar qo‘llanilganda yaxshi natija bermaydi. Plazmidlarning salbiy funksiyalaridan yana biri virulent bo‘lmagan bakteriyalarni virulent, ya‘ni kasallik turdiruvchi bakteriyalarga aylantirib qo‘yishdir. Bunday hollar veterinariya, medicina va fitopatologiyada muhim o‘rin egallaydi. Tabiatdan ajratib olingan bakteriyalarning 50 prosentidan ortig‘ida plazmidlar topilgan.

Mikroorganizmlar genotipi va fenotipi haqida tushuncha. Genotip bu muayyan sistemadagi o‘zaro ta’sir etuvchi genlar yig‘indisidir. Fenotip esa genotip va muayyan tashqi muhit ta’sirida organizmda shakllanadigan barcha belgi va xususiyatlar yig‘indisidir. Organizmda hech vaqt genotipdagi barcha imkoniyatlar bir vaqtda yuzaga chiqmaydi. Har bir organizmning fenotipi bu muayyan sharoitda genotip va tashqi muhit ta’sirida qisman belgi va xususiyatlarning shakllanishidir. Mikroorganizmlar genetikasida tekshirish ishlari kulturalarda ya‘ni million va milliard hujayra yig‘indisida olib boriladi. Mikroorganizmlardagi belgilar bir qancha gruppalariga bo‘linadi.

1. Morfologik belgilarga kulturani qattiq oziqa muhitidagi rangi, o‘sish xarakteri, misellilarining borligi, o‘lchami, formasi,

koloniyalarining cheti va ustidagi xarakterli belgilar, hamda suyuq oziqa muhitida o'sishi kabilar kiradi.

2. Fiziologik belgilarga hujayraning temperaturaga bo'lgan munosabati, ya'ni past va yuqori temperaturada o'sishi yoki o'sa olmasligi, radiasiya, turli xil zaharli moddalarga hamda antibiotiklarga chidamliligi va boshqa xususiyatlari kiradi.

3. Biokimyoviy belgilarga mikroob kulturasining ba'zi bir vitaminlar, aminokislotalar yoki boshqa faktorlar bo'lmagan oziq muhitida o'sishi, ba'zi bir oziqa muhitlaridan o'zi uchun zarur bo'lgan moddalarni sintezlash qobiliyati kiradi. Agar mikroob kulturasida yashayotgan oziqa muhitida uning hayoti uchun faqat ayrim elementlarga uchrasa-da, lekin shunga qaramasdan mikroob kulturasida o'zi uchun zarur oziqalarni sintezlab olsa, bunday kultura prototrof kultura deyiladi. Oziqa muhitiga vitaminlar, aminokislota va shu kabi moddalar qo'shilgandagina o'sadigan kultura *auksotrof* kultura deyiladi.

Achitqi zamburug'i (*Saccharomyces cerevisiae*) odatda mineral tuzlar, glyukoza, vitaminlardan: tiamin va biotindan iborat oziqa muhitida o'sa oladi. Bunday kultura prototrof kultura deyiladi. Agar zamburug' oziqa muhitida arginin yoki lizin bo'lmasa, boshqa aminokislotasiz o'sa olmasa, bunday kultura *auksotrof* kultura deyiladi.

Tabiatdan ajratib olingan mikroob shtamlari odatda "yovvoyi tur" deyiladi. Bitta hujayraning bo'linishidan hosil bo'lgan koloniya-klon deyiladi. Klondagi hujayralar bir xil bo'ladi. Mikroorganizmlarning har qanday belgi va xususiyatlari genotip va tashqi muhit ta'sirida shakllanadi. Genotipga ko'ra bir xil bo'lgan kulturalar turli xil sharoitda har xil fenotipga ega bo'lishi mumkin. Bunday xolat nasldan-naslga berilmaydi va *modifikasion o'zgaruvchanlik* deb yuritiladi. Mikroorganizmlarning geni ham odatda DNK dan tashkil topgan. Bitta gigant DNK molekulasida minglab oqsil sinteziga ega bo'lishi mumkin. DNK molekulasidan i-RNK sintezlanadi, bundan i-RNKda bir yoki bir necha oqsil sintezlanadi. Bitta oqsil sintezi uchun zarur bo'lgan i-RNKni yetkazib beruvchi DNK molekulasida *sistron* deb yuritiladi. Oqsil molekulasida o'rtacha o'lchamini bilgan holda, gen o'lchamini aniqlash mumkin. Biz yuqorida aytganimizday oqsil molekulasida 300-500 aminokislotadan iborat. Ichak tayoqchasi bakteriyasining DNK molekulasida taxminan $3 \cdot 10^6$ juft nukleotid bor. Demak, ichak tayoqchasi bakteriyasining 2-3 ming geni bo'lishi mumkin. T_2 fagini genlari esa taxminan 200 ga teng.

Fenotipik o'zgaruvchanlik. Modifikasiyalar tashqi muhitning turli omillari ta'sirida kelib chiqadi va odatda, mikroob turli oziqa muhitida o'sib

ko'payganida kuzatiladi. Oziqa muhiti tarkibi va sifatining, muhit rN ning, temperaturaning o'zgarishi, kimyoviy moddalar (kolxisin, etilamin) va boshqalar modifikasiyalar kelib chiqishiga sabab bo'lishi mumkin. Bunday o'zgarishlar nasldan-naslga o'tmaydi (irsiylanmaydi) va ularni keltirib chiqargan faktorning ta'siri to'xtashi bilan yo'qolib ketadi.

Muhitga penisillin qo'shiladigan bo'lsa, hujayralar cho'ziladi, ba'zan juda uzayib ketadi. Bakteriyalarda sporalar hosil bo'lishi muhit xarakteriga (quyuq yoki suyuqligiga), uning tarkibi, o'stirish temperaturasiga bog'liq.

Muhitga 0,1% pepton qo'shilganda, 48 soatdan keyin 100% spora hosil bo'lsa, 2% pepton qo'shilganda faqat vegetativ formalar bo'ladi. Ko'pgina bakteriyalar va zamburug'lar turli oziqa muhitida va turli temperaturada o'stirilganda, pigment hosil qilish tezligini o'zgartiradi. Chununchi, "ajoyib tayoqcha" (qizil qon tayoqchasi) uy haroratida oziqa muhitida to'q qizil pigment hosil qiladi. 37° da esa, bunday pigment hosil qilmaydi. Bakteriyalar quyuq oziqa muhitida o'stirilganda, hosil qiladigan koloniyalarning tipi ham o'zgarishi mumkin.

Ba'zi koloniyalar silliq, yumaloq shaklda, cheti tekis, yaltiroq, bir jinsli, (gomogen) mayda bo'ladi. Bular "S" formalardir. Boshqalari g'adirbudur, xira, ko'pincha, tiniqmas, cheti notekis, noto'g'ri shaklli, quruq bo'ladi. Bular R formalardir. Koloniyalarning oraliq formalari ham bo'ladi, shilimshiqlar, mittilar. Bir turdagi bakteriyalarning o'zi har xil shakldagi koloniyalar hosil qilishi dissosiasiya (ajralish) deb ataladi.;

Genotipik o'zgaruvchanlik. Hujayraning irsiy axboroti ona hujayradan qiz hujayraga o'tadigan xromosoma bilan genlarda joylashgan. Genlar xromosomalarda joylashgan. Jinssiz bo'linishda-mitoz jarayonida genlar ikkita hujayra o'rtasida teng taqsimlanadi. Qiz hujayralar dastlabki (o'zidan oldingi) hujayraning to'liq genlar to'plamini oladi va bir xil to'ladi.

Genotipik o'zgaruvchanlik, mutasiyalar va genotip rekombinasiyalari (kon'yugasiya, transformasiya, transduksiya) natijasida vujudga kelishi mumkin.

Mutatsiyalar. Turli faktorlar ta'sirida DNK molekulasi ning o'zgarishi undagi axborotning ham o'zgarishiga olib keladi. Shunday o'zgarishlar natijasida mutantlar paydo bo'ladi. Mutatsiyalar spontan va induksiyalangan bo'lishi mumkin. Spontan mutasiyalarda kelib chikish sabablarini aniqlab bo'lmaydi, induksiyalangan mutasiyalarda esa ma'lum bo'ladi. Mutatsiyalarni keltirib chiqaradigan sabablardan (kolxisin, etilamin, iprit, qoramoy, mineral moylar) jinsiy gormonlar, o'sishni tezlashtiruvchi moddalar va boshqalarni misol qilib keltirish mumkin.

Bularning ta'siri natijasida nukleotidlar tasodifan qayta guruhlanadi va yangi xossaga ega bo'lgan mutant vujudga keladi. Agar vujudga kelgan mutasiya organizm uchun foydali bo'lsa, mutantlar ko'payib ketadi va aksincha vujudga kelgan o'zgarish foydali bo'lmasa, mutantlar nobud bo'ladi.

Mikroorganizmlarda mutasiyalar kam uchraydi, millionta hujayraga bitta to'g'ri keladi. Masalan, antibiotiklarga chidamlilik, triptofan aminokislotasini sintezlash xususiyati, faglarga chidamlilik, koloniyalari shaklining o'zgarishi, pigment hosil qilishning o'zgarishi yoki kapsulali formalar kapsulasiz bo'lib qolishi, xivchinlar hosil qilishning o'zgarishi va boshqalar xosdir. Masalan, navvoychilikda ishlatiladigan achitqilarning yangi shtammlarini olinishi yoki ko'p miqdorda antibiotiklar sintezlovchi shtammlarni olinishi, yoki B₁₂ vitamin, moylar va lipidlarni sintezlovchi shtammlarni olinishi, sut kislota hosil qiluvchi shtammlarni olinishi yoki dizenteriya, paratif va tifga qarshi bo'lgan aktiv profilaktik formalar olinishi va boshqalar mutatsiyalarga misoldir.

Genning strukturasi va ta'siri. Irsiyat birligi sifatida gen mavjudligi 1865 yilda chex olimi G. Mendel tomonidan isbotlab berilgan. "Gen" so'zi fanga logansen tomonidan kiritilgan. Mendel o'z ishlarida ma'nosi jihatidan genga mos keluvchi "faktor" so'zini qo'llagan. T. G. Morgan tomonidan "meva pashshasi" misolida irsiyatning xromosoma nazariyasi yaratilgandan so'ng 1930 yillarga kelib, A. S. Serebrovskiy va A. P. Dubininlarning asarlarida genning murakkab tuzilishga ega bo'lishi, uning bir qancha markazlarga bo'linishi ta'riflab berildi. Keyinchalik bu mazmundagi ishlar S. Benzerning maqolalarida yanada mukammal o'rganilgan.

Hujayradagi oqsil sintezi. Mikroorganizmlarning hujayrasida oqsil sintezi uchun zarur bo'lgan barcha imkoniyatlar mavjud. Viruslar oqsil sintezini faqat xo'jayin hujayrasida mavjudligidagina sintezlay oladi. Oqsil sintezi hujayradagi sitoplazmada joylashgan ribosomalarda boradi. Ribosomalar kichik va katta subedinisalardan tashkil topadi. Oqsil sintezida uch xil RNK ishtirok etadi.

1) i-RNK (m-RNK)- informasion RNK deb nomlanadi va u RNK polimeraza fermenti ta'sirida DNKdan sintezlanadi. DNKdan i-RNKning sintezlanishi *transkripsiya* deb yuritiladi. i-RNK sintezlangandan so'ng ribosomalarga kelib, oqsil sintezi uchun dastur bo'lib hisoblanadi.

2) T-RNK (transport RNK) ribosomaga o'z antikodonlari bilan aminokislotalarni tashib keladi. T-RNK yordamida bo'ladigan sintez *translyasiya* deb yuritiladi.

3) r-RNK - ribosoma - RNK deyiladi. U ribosomani qurilish materiallarini tashkil qilib, oqsil sintezida ishtirok etadi.

Genetik kod. Sintezlangan i-RNK dagi nukleotidlar ribosomada uchtadan bo'lib o'qiladi. Ya'ni har uch nukleotid, bitta aminokislalani sintez qiladi. Bu degan so'z, genetik kod *tripletdir*. Hozirgi vaqtda 20 ta aminokislalani belgilovchi i-RNK-dagi uchtadan iborat nukleotidlar aniqlangan va ularni *kodon* deb yuritiladi.

i-RNK dagi kodonlar aminokislotalarga mos kelishi 1-jadvalda ifodalangan.

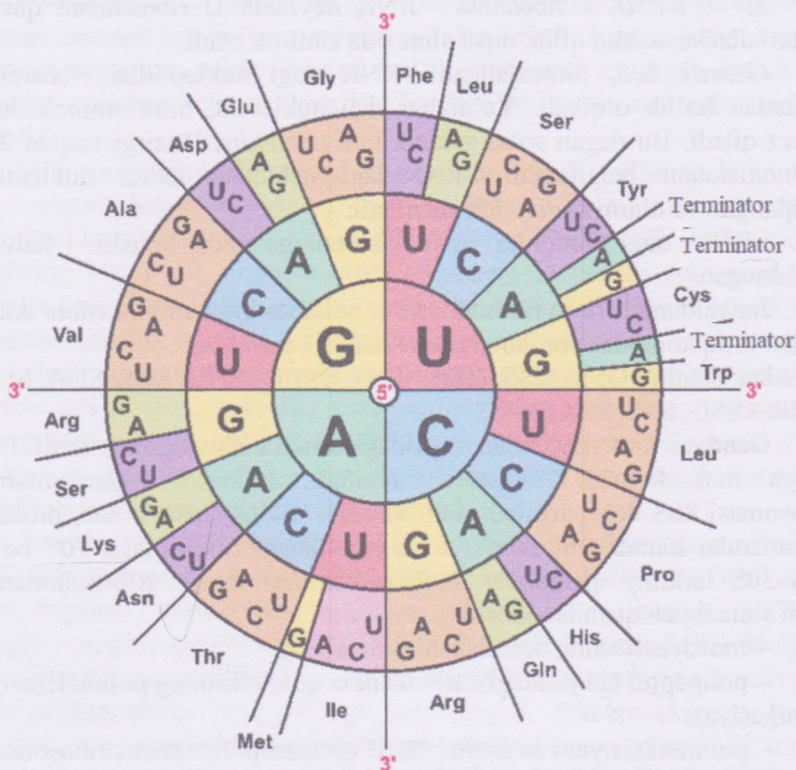
Jadvaldan ko'rinib turibdiki, ko'p hollarda bitta aminokislota ikki va undan ortiq kodonlar yordamida sintezlanishi mumkin.

Masalan: alanin - GSU, GSS, GSA, GSG; leysin - SUU, SUS, SUA, SUG; prolin - SSU, SSS, SSA, SSG.

Gendagi kodonlar bilan oqsildagi aminokislotalarning tartibli bir-biriga mos kelishi kolinearlik deyiladi. Eukariot organizmlarning ribosomasi 80S deb yuritiladi. 60S va 40S tarkibiy qismlardan, prokariot organizmlar hamda mitoxondriya va plastiddagi ribosomalar 70S bo'lib, 50S 30S tarkibiy qismlardan (subbirliklardan) iborat. Ribosomalardagi oqsil sintezi uch qismdan iborat:

- translyasiyaning boshlanishi (inisiyasiya);
- polipeptid halqasidagi aminokislota qoldiqlarining polimerizasiyasi (elongasiya);
- polimerizasiyani to'xtatib, hosil bo'lgan polipeptidni ribosomadan ajratilishi (terminasiya).

Oqsil sintezining inisiyasiyasi i- RNK ni ribosomaning kichik qismiga kelishi, har ikkala ribosoma bo'laklarining qo'shilishi bilan boshlanadi. Oqsil sintezi har doim inisiyasiya qiluvchi AUG va GUG kodonlari bilan boshlanadi. Bu kodonlar ribosomada maxsus oqsil sintezini boshlab beruvchi aminoasil t-RNK (metionil t-RNK) antikodoni bilan keladi. Natijada ribosomani akseptor qismiga metionil t-RNK kelib, u ribosomani donor qismiga o'tadi, ribosomann akseptor qismi, navbatdagi t-RNKni qabul qiladi. Oqsil sintezida G₁, G₂, G₃, G va GTF faktorlari asosiy rol o'ynaydi. Elongasiya jarayonida sintezlanayotgan oqsil molekulasidagi aminokislotalar ko'payadi, Oqsil sintezining tugashi i-RNKdagi maxsus terminator kodonlar yordamida amalga oshadi. Bu kodonlar jadvalda UAA va UAG lar bilan belgilangandir.



43-rasm. Genetik kod

Genning ta'siri. Genning ta'sirida biror belgi, xususiyat yuzaga chiqishi eng muhim masalalardan hisoblanadi. Gendan - belgigacha bo'lgan etapda murakkab jarayonlar yotadi. Genlar organizmda ma'lum moddalarni va ma'lum sintezlanishni belgilaydi. Uning dastlabki ta'siri murakkab oqsil molekularidagi aminokislotalar tartibini belgilab beradi. Gen mutasiyaga uchrasa, spesifik moddalarning xususiyatini o'zgartiradi. Genotipdagi genlar ma'lum kimyoviy moddalarning sintezlanishi bilan turli xil modda almashinuvida boradigan kimyoviy reaksiyalarning tezligini xam belgilaydi. Genning o'zgarishi hisobiga fenotipni o'zgaradi. Buni o'rganishda mikroorganizmlar qulay obyektidir. Ko'plab tajribalar Neurospora zamburug'ining mutantlari asosida olib borilgan. Neurospora zamburug'ida triftofanning sintezlanishi va nikotin kislotasining hosil

bo'lishi quyidagi tartibda boradi;

1. Fenilalanin $\xrightarrow{1}$ antronil kislotasi $\xrightarrow{2}$ serin $\xrightarrow{3}$ triftofani $\xrightarrow{4}$ kinrinin $\xrightarrow{5}$ oksiontronil kislotasi $\xrightarrow{6}$ nikotin kislotasi.

Agar neyrosporadagi nikotin kislotasi sintezi davomidagi, uchinchi zvenoda mutasiya yuzaga chiqsa, reaksiya serin hosil bo'lishi bilan yakunlanadi. Mutantlar yashaydigan oziqa muhitiga triftofani qo'shilsa, reaksiya oxirigacha boradi. Xuddi shunday mutasiyalar biokimyoviy reaksiyalarning borishini ta'minlovchi fermentlarning sintezini to'xtatadi. Reaksiya to'xtagan yerda keyingi moddaning ortib ketishi kuzatiladi. Xuddi shu yo'nalishdagi misollar ichak tayoqchasida, meva pashshasida va odamlarda ham uchraydi. Demak gen, belgi va xususiyatni yuzaga chiqaruvchi oqsillar sintezini ta'minlaydi, hujayrada boradigan biokimyoviy reaksiyalar esa, fermentlar tomonidan boshqariladi. Mutasiya tufayli esa zarur fermentning sintezlanishi to'xtaydi yoki boshqa biri sintezlanadi va natijada mutasiyalar yuzaga chiqadi. Dastlabki gen bilan belgi o'rtasidagi bog'lanish o'rganilganda, «bir gen, bir oqsil» nazariyasi yaratilgan edi, Bu har bir gen bitta oqsilni belgilaydi degani. Hozirda esa bu nazariya «bitta gen, bitta polipeptid halqasi» degan nazariya bilan to'ldirilgan. Chunki ko'pchilik fermentlar ikki va undan ortiq polipeptid zanjirlardan tashkil topadi, ularning har biri alohida genlar ishtirokida sintezlanadi.

Mikroorganizmlardagi mutasion jarayon. Irsiy jihatdan farq qiluvchi mikroorganizmlarning hosil bo'lishi, bu mutasion jarayondir.

Mikroorganizmlardagi mutasiyalarni bir qancha yo'nalishlarda klassifikatsiyalash mumkin.

1. Morfologik mutasiyalarda mikroorganizmlar koloniyasi silliq burishadi, koloniyalar rangi o'zgaradi.

2. Chidamlilik mutasiyasida bir xil antibiotiklarni surunkasiga uzoq qo'llash natijasida veterinariyada turli antibiotiklarga chidamli patogen mikroblar hosil bo'ladi. Ba'zi patogen mikroblar bir vaqtning o'zida bir qancha yangi antibiotiklarga chidamli bo'lib, ularni nazorat qiluvchi genlar plazmidlarda joylashadi.

3. Biokimyoviy mutasiyalarga prototrof, auksotrof mutagenlar kirishi mumkin. Mutasiyalarning hosil bo'lishi yo'nalishiga qarab to'g'ri va teskari bo'ladi. Yovvoyi, tabiiy holatda uchraydigan mikroblardan turli xil morfologik, antibiotiklarga chidamli, auksotrof va shu kabi mutantlarning hosil bo'lishi to'g'ri mutasiyalar deyiladi. Auksotrof mutantlardan prototrof mutantlarning hosil bo'lishi va mikroblarni dastlabki, tabiatda uchraydigan holatga keltiruvchi mutasiyalar, teskari

mutasiyalar deyiladi. Ularni yuzaga chiqish xarakteriga qarab spontan va induksiya qilingan mutasiyalarga bo'lish mumkin. Spontan mutasiyalar tabiiy sharoitda noaniq faktorlar hisobiga yuzaga chiqadi. Induksiya qilingan mutantlar esa laboratoriya sharoitida maqsadga muvofiq turli xil mutagenlar ta'sirida hosil qilinadi. Yuzaga chiqadigan mutasiyalar avloddan-avlodga berilishiga qarab yadro va sitoplazmatiklarga bo'linadi. Yadro xromosomasida vujudga kelgan mutasiyalar avloddan-avlodga xar ikki jins orqali beriladi. Sitoplazmatik mutasiyalar esa avloddan-avlodga faqat bir jins orqali beriladi. Bunday mutasiyalar mitoxondriyada, plastidlarda joylashadi. Hozirgi vaqtda mikroorganizmlarda turli xil mutasiyalarni hosil qilishda va ularning genetikasini o'rganishda, mikrobiologiya sanoati uchun zarur bo'lgan mikroob mutantlarni hamda turli xil antibiotiklarni oluvchi mikrooblarni seleksiya qilishda, fizikaviy va kimyoviy mutagenlardan keng foydalaniladi.

Mikroorganizmlardagi transformasiya, transduksiya, hodisalari.

Irsiy xususiyatning donor xromosomasidan resipiyent xromosomasiga o'tishi *transformasiya* deyiladi. Transformasiya DNK ning kichik bir uchastkasi - rekon orqali o'tadi. Rekonda bir juft nukleotidlar bo'lib, rekombinasiya vaqtida boshqa elementlar bilan almashinishi mumkin.

1928-yili F. Griffiths shunday tajriba o'tkazgan: sichqonlarga oz miqdorda patogenlik xususiyatiga ega bo'lmagan, kapsulasiz II tip pnevmokokklar bilan yuqtirgan. Shu kulturaga patogenlik xususiyatiga ega bo'lgan, kapsulali III tip pnevmokokklar kulturasiidan (bu kultura tajribadan oldinroq issiqlik ta'sirida o'ldirilgan) qo'shgan. Natijada II tipdagi pnevmokokklar patogenlik xususiyatiga ega bo'lganligi va kapsula bilan o'ralganligi ma'lum bo'lgan. Demak III tip pnevmokokklarga xos xususiyatlar II tip pnevmokokklarga transformasiya orqali o'tgan, yoki oq rangli koloniya hosil qiluvchi mikroobakteriyalar sariq rangli koloniya hosil qiluvchi saprofit mikroobakteriyalarning DNK si ta'sirida sariq koloniyalar hosil qilish xususiyatiga ega bo'lishi aniqlangan.

1944-yili O. Everi va K. Mak Leoid, M. Mak Kartilar, xususiyatlar DNK orqali o'tishini aniqlaganlar. Keyinchalik DNK boshqa xususiyatlarga ham ta'sir etishi ma'lum bo'lgan. Masalan, pichan basillasini, meningokokklarni, pnevmokokklarni, streptokokklarni va boshqalarni transformasiya agent - DNK orqali o'zgartirish mumkin. DNKning transformasion aktivligi nihoyatda yuqori, odatda, 10-15 minutdan so'ng o'zgarish ro'y beradi va 2 soatdan so'ng tugaydi.

Transformasiya xodisasi doim uchramaydi, balki ma'lum fiziologik holatda (ya'ni hujayra tayyor bo'lgan muddatda) ro'y beradi. Yuqori

temperatura, ultrabinafsha nurlar, kimyoviy mutagenlar ta'sirida DNK ning transformasion xususiyati pasayadi. Masalan, transformasion DNK ga HNO_3 ta'sir ettirilsa, yoki temperatura 80-100° ga ko'tarilsa u aktivligini yo'qotadi yoki pasaytiradi. Eng qulay temperatura 29-32° dir. Demak, transformasiyaning aktivligiga muhitning tarkibi, temperatura, resipiyentning fiziologik holati va transformasion DNK ning polimerligi (qo'sh spiralligi) ta'sir etar ekan. Transformasiyaning takrorlanish muddati 0,47-0,0004% ga teng bo'ladi.

Masalan, donor sifatida olingan pnevmokok bakteriyasining shtammida streptomisinga sezgirlik bo'lmagan, ammo bu bakteriya manitni parchalash xususiyatiga ega, resipiyentda esa, bunday xususiyatlar yo'q. Mana shu ikki xususiyatga ega bo'lgan bakteriyalardan shunday oraliq formalarni olish mumkinki, ularda yuqoridagi har ikkala xususiyat ham uchrashi mumkin. Transformasiya jarayonida bir xususiyat, ikkinchi xususiyat bilan almashinadi. Shu yo'l orqali, antibiotiklarga nixoyatda sezgir yoki sezgir bo'lmagan shtamlarni olish mumkin bo'ladi.

Bu hodisa hayvonlar va o'simliklarda bir xil sodir bo'ladi. Transformasiyaning hosil bo'lishi ikki davrdan: DNK ning mikroob hujayrasiga adsorbsiyalanishi va uni hujayraga o'tishidan iborat.

Transduksiya. Donor bakteriya xususiyatining bakteriofag yordamida resipiyent bakteriyaga o'tishi, *transduksiya* deb ataladi. Masalan, bakteriofaglar orqali xivchinlar, fermentlar sistemasi, antibiotiklarga chidamlilik, virulentlilik, kapsula hosil qilish va boshqa xususiyatlar o'tishi mumkin. Transduksiya spesifik va nospesifik xilga bo'linadi,

Nospesifik transduksiyada istalgan xususiyat yoki bir necha xususiyat o'tishi mumkin, buning takrorlanish tezligi 10^{-4} - 10^{-7} (fagning bir qismiga nisbatan) ga teng. Spesifik transduksiyada faqat ultrabinafsha nurlar ta'sir etilgan fag katnashadi, bunda bir-biriga yaqin bo'lgan xususiyatlar o'tadi.

Transduksiya transformasiyaga o'xshash, lekin dezoksiribonukleaza fermentini ta'sir ettirib, transformasiyani to'xtatish mumkin bo'lsa, transduksiyaga bu ferment ta'sir ettirilsa ham u to'xtamay davom etadi, chunki ferment fag orqali o'tadigan xususiyatga ta'sir eta olmas ekan.

Bakteriyalardagi konyugasiya hodisasi. XIX asning oxirlariga kelib, mikrobiologlar bakteriyalarda konyugasiya hodisasi uchrashini kuzata boshlaganlar va boshqa organizmlardagi konyugasiyadan ajratish uchun "konyuksiya" deb nomlaganlar. Kon'yugasiyaning genetik analizini 1947 yilda Lederberg va Tatum aniqlaganlar. Ular bu hodisani elektron

mikroskopda kuzatganlar. Kon'yugasiyalanadigan hujayralarning biri uzunchoq, ikkinchisi ovalsimon ekanligi aniqlangan. Uzunchoq hujayra erkak tip bo'lib, G^{+} (donor) deb, ovalsimon hujayra urg'ochi tip bo'lib, G^{-} (resipiyent) deb belgilanadi. Kon'yugasiya vaqtida bular bir-biriga yakinlashadi va orasida ko'prikcha hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan ko'prikcha orqali donor hujayrasidan genetik faktorlar resipiyent hujayrasiga ma'lum bir tartibda o'tadi.

K.V. Kosikov (1957) ta'kidlashicha, agar achitqilar spetsifik xususiyatga ega bo'lgan substratlarda o'stirilsa, ma'lum bir formalar paydo bo'ladi, ular shakarni bijg'itish xususiyatiga ega bo'lib qoladi (avval ular shakarni bijg'ita olmas edi). Masalan, *Saccharomyces globasus* ana shunday yangi formaldandir. U saxarozani bijg'itish xususiyatiga ega, Sacch parodopus formasi esa, maltozani bijg'itadi. Bu xususiyatlar faqat vegetativ yo'l bilan emas, balki jinsiy yo'l bilan ko'payishda ham nasldan-naslga o'tishi mumkin. Masalan, jinsiy yo'l bilan ko'payishda quyidagi formalar kelib chiqqan: sporalarning yarmi shakarlarni bijg'itsa, yarmi bijg'ita olmagan. Bunda *Saccharomyces globasus* da yangi xususiyat paydo bo'lgan, ya'ni shakarlarni bijg'ituvchi invertaza fermenti hosil bo'lgan.

Mikroorganizmlar genetikasini o'rganish muhim ahamiyatga ega. Chunki antibiotiklar olishda yuqori aktivlikka ega bo'lgan yangi shtammlar zarur. Bundan tashqari, vitaminlar, gormonal preparatlar, fermentlar, lizin va glyutamin kabi aminokislotalar olishda va boshqa moddalar olishda muhim ahamiyatga ega.

Bakteriyalar, achitqi zamburug'lar va aktinomisetlarga radioaktiv nurlar va kimyoviy mutagenlar bilan ta'sir etib, ularning hujayralaridagi DNK ning strukturasi o'zgartish va inson uchun foydali bo'lgan moddalar sintezlash tomoniga yo'naltirish mumkin. Hozir bakteriyalarning fiziologik xususiyatini yaxshi bilgan holda ularni o'zgartira olish va bu usul bilan bakteriyalardan qishloq xo'jaligida, medisinada, texnologik jarayonlarda keng miqyosda foydalanish, mikrobiologlar oldida turgan muhim masaladir.

Episomalar. Episomalar xromosomalardan xoli bo'lgan mayda genlar to'plamidir. Ular sitoplazmada erkin yoki bakteriyalar xromosomasiga qo'shilgan holda bo'lishi mumkin.

Episomalar bakteriyalarning pushtlilik faktori (R) yoki ko'p dorilar ta'siriga chidamlilik faktori (K), bakteriosinogenlik, kolinosinogenlik va boshqa faktorlarning naslga o'tishida ishtirok etadi. Episomalarning antibiotiklarga chidamliligini (K - faktorni) birinchi bo'lib, yaponiyalik

olimlar aniqlashgan.

Bakteriosinogenlik faktorida bakterial hujayralarda antibiotiklarga qarshi moddalar sintezlanadi, bu moddalar bakteriosinlar deb ataladi. Masalan, ichak tayoqchasi *E. coli* - kolisin, *Bacillus cereus* - aerosin, *Bacillus megaterium* - megasin, *Staphylococcus aureus* - stafilokokkosin sintezlaydi. Sintezlangan bakteriosinlar boshqa bakteriyalarning nobud bo'lishiga sabab bo'ladi.

Bakteriosinlar bakteriya hujayrasi yuzasiga adsorbsiyalanadi, so'ngra moddalar almashinuvi jarayonini susaytiradi va uning halokatga sabab bo'ladi. Lekin bakteriosinlar produsentga yaqin turadigan bakteriyalargagina ta'sir etadi.

Mavzu yuzasidan savol va topshiriqlar

1. Qadimda mikroorganizmlar irsiyati va o'zgaruvchanlik qaysi olimlar tomonidan o'rganilgan edi?
2. Mikroorganizmlarda genetika qonuniyatlarini o'rganish qanday amaliy ahamiyatga ega?
3. Genotip va fenotip tushunchalariga ta'rif bering.
4. Dizoksiribonuklein kislotasi qanday tarkibiy qismlardan iborat?
5. DNK molekulasining ko'payishi qanday sodir bo'ladi?
6. Ribonuklein kislotasi qanday tarkibiy qismlardan iborat?
7. Mikroorganizmlar genotipi qanday tuzilgan?
8. Plazmid nima? Uning vazifasini tushuntiring.
9. Mikroorganizmlarning morfologik belgilari qaysi ko'rsatkichlari bilan ifodalaniladi?
10. Mikroorganizmlarning fiziologik xususiyatlari sifatida qaysi belgilari hisoblaniladi?
11. Mikroorganizmlar qanday biokimyoviy belgilarga ega?
12. Prototrof va auksotrof kulturalarni farqlab bering.
13. Klon deb nimaga aytiladi?
14. Sistron nima?
15. Mikroorganizmlarda fenotipik o'zgaruvchanlik qanday namoyon bo'ladi?
16. Mikroorganizmlarda S va R formalari qanday ta'riflanadi?
17. Mikroorganizmlarda genotipik o'zgaruvchanlik qanday jarayonlarda sodir bo'ladi?
18. Mikroorganizmlarda mutatsiyaga olib keluvchi omillar qaysilar?

19. Oqsil biosintezi qanday bosqichlardan iborat?
20. Mikroorganizmlardagi mutatsiyalar qanday yoʻnalishlarda sodir boʻladi?
21. Mikroorganizmlarda transformasiya jarayonining ahamiyati qanday?
22. Mikroorganizmlarda transduksiya jarayoni qanday oʻtadi?
23. Bakteriyalarda konyugatsiya hodisasini tushuntirib bering.

VII bob. MIKROORGANIZMLARNING ABIOTIK VA BIOTIK OMILLAR BILAN MUNOSABATLARI

12-§. Mikroorganizmlarning tashqi muhit abiotik omillariga bo'lgan munosabati

Abiotik omillar atrof-muhitdagi fizik va kimyoviy muhit sharoitlarining majmuasi hisoblanadi. Har qanday organizmning hayot faoliyati turli xil omillarning ma'lum bir ko'rsatgich chegaralarida bo'lib, ushbu omillarning qiymatlari organizmning bardoshlilik chegarasi hisoblanadi. Limitlash chegarasi – omillarning past qiymatlari organizmlarning hayotiy faoliyatini cheklaydigan hududlarga aytiladi. Organizmlarning hayotiy belgilari eng yaxshi namoyon bo'ladigan va amalda o'zgaraydigan qiymatlar diapazoni optimal chegara hisoblanadi. Organizmning hayotiy faoliyatini sekinlashtiradigan omillarning ortiqcha qiymatlari ingibirlangan chegarasi deb ataladi. Bir yoki bir nechta omillarning haddan tashqari farq qiladigan qiymatlari bilan odatdagidan o'ta farq qiladigan sharoitlar ekstremal sharoit hisoblanib, bunday sharoitda yashovchi organizmlar ekstremofillar deb ataladi.

Mikroorganizmlar hamma joyda tarqalgan, shuning uchun ularning yashash sharoitlari juda xilma-xildir. Ulardan ba'zilari turli xil omillar mavjud sharoitlarda, shu jumladan boshqa organizmlar mavjud bo'lmagan joylarda mavjud bo'lishga qodir. Mikroorganizmlar uchun asosiy abiotik omillar suv faolligi, pH, harorat, gidrostatik bosim, elektromagnit nurlanish va kislorod mavjudligi hisoblanadi. Mikroorganizmlar hamjamoalari keng tolerantlik chegaralari, biosferada keng tarqalganligi va har xil omillarning sezilarli o'zgarishlariga chiday olishlari bilan tavsiflanadi. Shu bilan birga, mikroorganizmlarning ma'lum bir biotik yoki abiotik omillarga yuqori darajada ixtisoslashgan guruhlari mavjud bo'lib, ular evolyusiya jarayonida tor omillar o'zgarishi bilan muayyan yashash joylarida yashashga moslashishgan. Aslida, tabiatda mikroorganizmlarga bir vaqtning o'zida bir emas, balki ko'plab omillar ta'sir qiladi, shuning uchun ularning bir-biri bilan o'zaro ta'sirini hisobga olish kerak.

Suv faolligi. Mikroorganizmlar metabolizmi amalga oshirishlari uchun suv talab qiladilar. Suvning mavjudligining muhim miqdoriy ko'rsatkichi suv faolligi a_w hisoblanadi. Bu eritmaning bug' bosimining toza suvning bug' bosimiga nisbati sifatida aniqlanadi. Bu ko'rsatkich suvning mavjudligiga, ya'ni quritish darajasiga va undagi erigan moddalarning tarkibiga bog'liq. Ba'zi mikroorganizmlar suv faolligining

pasayishiga shunchalik sezgirki, ular hatto agarli qattiq ozuqa muhitlarida ham rivojlana olmaydi va koloniyalar hosil qilib o'smaydi. Kserofillar deb ataladigan boshqa hillari past a_w qiymatlarini namoyon qiladigan muhitlarda o'sishni afzal ko'radi. 11.2 jadvalda suv faolligining turli qiymatlari va ularga xos bo'lgan mikroorganizmlarga ega yashash joylari misollarini ko'rsatadi.

10-jadval

Suv faolligining turli qiymatlari bo'lgan muhitlarda yashaydigan mikroorganizmlar

a_w	Yashash joyi	Mikroorganizmlar
1,000	Toza suv	<i>Caulobacter</i> , <i>Spirillum</i> avlodi bakteriyalari
0,995	Inson qoni	<i>Streptococcus</i> , <i>Escherichia</i> avlodi bakteriyalari
0,980	Dengiz suvi	<i>Pseudomonas</i> , <i>Vibrio</i> avlodi bakteriyalari
0,950	Non	Gramm musbat tayoqchalar
0,900	Dudlangan mahsulotlar, siroplar	Gramm musbat kokklar
0,800	Mevali murabbolar	<i>Penicillium</i> avlodi zamburug'ari
0,750	Tuzlangan baliq, sho'r ko'llar	<i>Halobacterium</i> , <i>Halococcus</i> avlodi arxeylari
0,700-0,600	Makkajo'xori yormasi, quruq mevalar, choy	<i>Xeromyces bisporius</i> va boshqa kserofil zamburug'lar

Kun davomida suv faolligi keskin o'zgarishi mumkin bo'lgan tabiiy muhitlar mavjud (cho'llar va tog'lar). U yerda kunduzi quruq, kechasi esa shudring tushadi va $a_w \approx 1$.

Tabiatda turli xil tuzlarning yuqori konsentrsiyalari tuz va ishqorli ko'llarda, tuz ishlab chiqaruvchi zavodlarda (solevarniyax) hamda O'lik dengizda qayd etilgan. Qadim zamonlardan beri mahsulotlarni tayyorlashda ma'lum konsentrsiyada tuz va shakardan foydalanib kelingan. Yuqori konsentrsiyali moddalar bo'lgan eritmalarda uchraydigan mikroorganizmlarga osmofillar deyiladi. Ular orasida eng ko'p o'rganilganlari galofillar bo'lib, ular yuqori miqdorda osh tuziga muhtoj. Ular bir necha guruhlarga bo'lingan. Galotolerant mikroorganizmlar (masalan, *Streptococcus* avlodi) muhitda 10% (2,0 M) gacha tuzga bardosh

beradi, lekin past konsentrasiyalarda o'sishni afzal ko'radi. Kuchsiz galofillar, hususan, *Vibrio* avlodi vakillari tuz miqdori 2 dan 5% gacha (0,2-0,5 M) bo'lgan muhitlarda o'sadi. Aksariyat dengizda yashovchilar mezogalofillar tegishli organizmlar hisoblanadi. Ular uchun sho'rlanish oralig'i 5-15% (0,5-2,5 M) NaCl hisoblanadi.

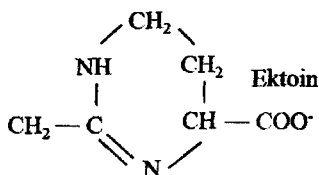
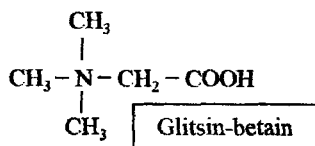
11- jadval

Mikroorganizmlarning ma'lum guruhlari tomonidan yaratilgan mos erituvchilar

Mikroorganizmlar guruhi	Birgalikda ta'sir etuvchi erituvchilar	Ushbu guruh mikroorganizmlarining rivojlanishi uchun minimal a_w
Fototrof bo'lmagan bakteriyalar	Glisin-betain, prolin (gram musbat turlarda), glutamat (gram manfiy turlarda)	0,97-0,90
Chuchuk suv siyanobakteriyalari	Saxaroza, tregaloza	0,98
Dengiz siyanobakteriyalari	α -glikozil-gliserin	0,92
Dengiz o'tlari	Mannitol, prolin, glikozidlar, dimetil sulfon - propionat	0,92
Tuzli ko'l siyanobakteriyalari	Glisin - betain	0,90-0,75
<i>Ectothiorhodospira</i> avlodiga kiruvchi anoksigen fototrof galofil bakteriyalar	Glisin - betain, tregaloza, ektoin	0,90-0,75
Ekstremal galofil arxeylar	KCl (NaCl almashinuvi bilan hujayra ichida tugaydi)	0,75
Kserofil achitqilar	Gliserin	0,83-0,70
Kserofil ipsimon zamburug'lar	Gliserin	0,83-0,62

Ekstremal galofillar (masalan, galoarxeyalar) 15% (2,5-5,2 M) dan to‘yinganlik (31%) gacha bo‘lgan tuzli muhitlarda o‘sadi. Galofil bo‘lmagan (chuchuk suv) mikroorganizmlar tarkibida 0,01% dan ko‘p tuz bo‘lmagan holda rivojlanadi va yuqori konsentrasiyalar ularning o‘shishiga to‘sqinlik qiladi.

Gipotonik eritmalarda suv hujayra ichiga erigan moddalar konsentrasiyasining gradiyenti bo‘ylab harakatlanishga moyil bo‘ladi va suvning hujayraga kirishiga yo‘l qo‘ymaslik uchun ma‘lum bir kuch (osmotik bosim) qo‘llanilishi kerak. Gipertonik eritmalarda plazmolizga olib keluvchi teskari hodisa (“hujayralardan suvning so‘rilishi”) sodir bo‘ladi. Galofil mikroorganizmlar uchun asosiy muammo hujayra ichidagi suvni ushlab turishdir. U hujayra tarkibiga nisbatan metabolik inert bo‘lgan, birgalikda ta’sir etuvchi erituvchilar (osmolitlar, osmoprotektorlar) sintezi orqali hal qilinadi. Ba’zida bunday moddalar sezilarli konsentrasiyalarda hosil bo‘ladi. Masalan, bir hujayrali suvo‘tlar *Dunalielta viridis* hujayra massasining 30% gacha gliserin to‘playdi. Ushbu suvo‘tning bu gliserinni sanoat miqyosida ishlab chiqarish uchun qo‘llaniladi. Turli xil mikroorganizmlar turli tabiatning osmoprotektorlarini hosil qilishadi (shakarlar, spirtlar, aminokislotalar va undan murakkab moddalar, 11-jadval).



Galofillar, shuningdek, yuqori tuz konsentrasiyasida yashashga imkon beruvchi boshqa xususiyatlarga ega ekanliklari aniqlangan. Ma’lumki, bu mikroorganizmlarning ko‘pgina hujayra ichi komponentlari Na^+ va K^+ ning yuqori konsentrasiyasini talab qiladi. Galofil oqsillar tarkibida aspartat va glutamat aminokislotalarning yuqori konsentrasiyada bo‘lishlari bilan ajralib turadi, ya’ni ular nisbatan “kislotali” roq bo‘lishadi. Gidrofobik o‘zaro ta’sirlar tufayli ular zichroq globulalarga o‘raladi. Hujayralar yuzasida "oqsil qalqoni" vazifasini bajaradigan S-qatlamlar mavjud. Tashqi ta’sirga uchragan "oqsil qalqoni" ning COOH -guruhlarini aminokislotalar Na^+ ionlarini ushlab turadi, shuningdek, suv dipollarining elektrostatik yo‘nalishi tufayli "gidratlangan" hujayra membranasini hosil qiladi. Ba’zi galofillar faol transport mexanizmlaridan foydalanib,

hujayradan Na^+ ionlarini chiqarib yuborishi yoki ularni K^+ bilan almashtirishlari mumkin va shu bilan biroz “osmostaz” ni saqlab turishi mumkin (12-jadval).

12- jadval

Galofil mikroorganizmlar hujayralari ichida va tashqarisida ba'zi ionlarning konsentratsiyasi (misol uchun *Halobacterium cutirubrum*)

Ion	Konsentratsiya (M)	
	Muhitda	Hujayrada
Na^+	3,30	0,80
K^+	0,05	5,30
Mg^{2+}	0,13	0,12
Cl^-	3,30	3,30

Birgalikda ta'sir etuvchi erituvchilarning suvni yaxshi ushlab turish qobiliyati kosmetika sanoatida qo'llaniladi - ular namlovchi kremlar tarkibiga kiradi. Masalan, bu maqsadlar uchun ektoinni oddiy va arzon ozuqa muhitda galofil anoksigen fototroflarni yetishtirish orqali sezilarli miqdorda olish mumkin.

Shuni ta'kidlash kerakki, namlikning haqiqiy pasayishi va erigan moddalarning yuqori konsentratsiyasi mavjudligi natijasida yuzaga keladigan ta'sirlarni odatda farqlashning imkoni yo'q, chunki bu omillar o'zaro bir-birlariga bog'liq.

Muhitning kislotalik ko'rsatgichi (pH). Muhitning pH qiymati vodorod ionlari konsentratsiyasining manfiy logarifmi sifatida hisoblanadi. Nazariy jihatdan, u 0 dan 14 gacha bo'lishi mumkin. Vodorod ionlarining konsentratsiyasi moddaning ion holatiga ta'sir qiladi va natijada hujayrada ko'plab metabolitlarning mavjudligiga ta'sir qiladi, chunki zaryadsiz holatda ular membranaga osonroq kiradi. 13-jadvalda turli pH qiymatlari bo'lgan muhitda yashaydigan mikroorganizmlarni ko'rsatadi.

O'sish uchun optimal pH qiymatlariga ko'ra, mikroorganizmlar shartli ravishda **asidofil** (0-5,5), **neytrofil** (5,5-7,5) va **alkalifil** (7,5-12,0) larga bo'linadi. Ko'pgina zamburug'lar va suv o'tlari past pH qiymatlarida rivojlanadi, siyanobakteriyalarning aksariyat qismi alkalifillarga, bakteriyalarning asosiy qismi esa neytrofillarga kiradi. Hatto ekstremal ekologik pH qiymatlarida ham hujayra ichida doimiy kislotalik saqlanadi. O'simlik hujayralarida sitoplazmaning reaksiyasi kuchsiz kislotali (5,0-6,0), hayvonlarda u $\approx 7,0$ bo'ladi. Ishqoriy va asidofil mikroorganizmlar sitoplazmatik pH $\approx 7,5$ ga ega.

Mikroorganizm guruhlari yashash muhitlarining kislotaligiga qarab taqsimlanishi

Substrat	pH	Mikroorganizmlar
Vulqon suvlari va tuproqlari	0,5-1,0	Arxeylar (odatda va yana ekstremal termofillar ham)
Oshqozon shirasi	1,5	<i>Helicobacter pylori</i>
Shaxta suvlari	2,0-2,5	Termofil suvoʻtlar, <i>Cephalosporium</i> ,
Yuqori kislotali ovqatlar	2,0-5,0	<i>Saccharomyces</i> , <i>Candida</i> zamburugʻ avlodlari, <i>Bacillus</i> ,
Kislotali tuproq	4,0	<i>Acidithiobacillus</i> bakteriya avlodlari, <i>Sulfolobus</i> ,
Kislotali yomgʻir	5,3	<i>Thermoplasma</i> arxey avlodlari (koʻpchilik oltingugurtli birikmalarni qaytarishdan foydalanadi)
Kuchsiz kislotali ovqatlar	5,5-6,5	Koʻpchilik mikroorganizmlar
Toza suv	7,0	
Dengiz suvi	7,8	
Dengiz yashash muhiti	7,8	Koʻpchilik siyanobakteriyalar
Ishqoriy tuproqlar	8,8	
Ishqoriy koʻllar	9,0-10,0	
Ishqoriy yashash muhitlari	8,5-10,0	<i>Nitrosomonas</i> , <i>Nitrobacter</i> avlodi bakteriyalari, <i>Bacillus</i> avlodiga kiruvchi chirituvchi bakteriyalar,
Ishqorli eritmalar	10,5	<i>Ectothiorhodospira</i> avlodi binafsharang bakteriyalari
Nashatir	11,0	
Ohakning toʻyingan eritmasi	12,0	Urobakteriyalar

Doimiy hujayra ichidagi pH ni saqlab turishga protonlar uchun SM ning past oʻtkazuvchanligi va ularni hujayradan chiqarish mexanizmlarining mavjudligi yordam beradi. Bir oz kislotalanish bilan bakteriyalar Na^+ va K^+ bilan proton antiportidan foydalanadilar. pH keskin pasayishi bilan maxsus shaperonlarning (kislotali shok oqsillari) sintezi

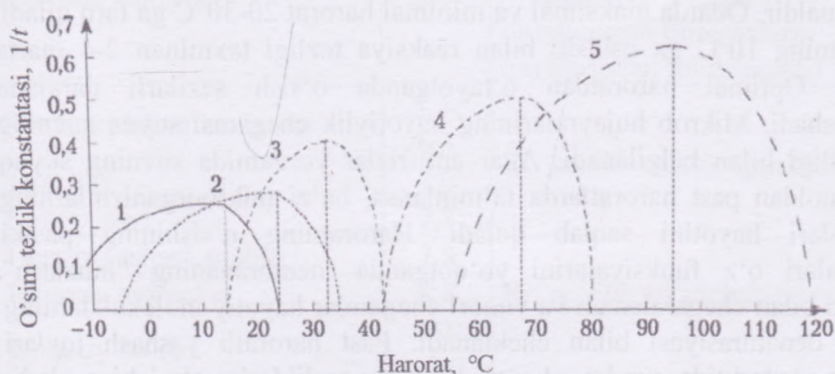
faollashadi. Ular oqsillarning kislotali denaturasiyasining oldini oladi va allaqachon denaturasiyalangan oqsillarning konformasiyasini tiklaydi. pH ga chidamli mikroorganizmlar ma'lum chegaralar ichida muhitning pH qiymatini o'zgartirib, kislotali yoki ishqorli mahsulotlarni hosil qilishi mumkin. Masalan, *E.coli* kislotalilikning oshishiga deaminaza aminokislotalarini sintez qilish orqali javob beradi. Aminlarning hosil bo'lishi natijasida muhit ishqorlanadi. Aksincha, muhitning pH qiymatining oshishi aminokislotalar dekarboksilazalarining sintezini rag'batlantiradi, bu esa muhitning kislotalanishiga olib keladi. Bakteriyalar tomonidan pH ni tartibga solishning yorqin misoli aseton butil fermentasiyasining ikki fazali jarayonidir.

Harorat. Mikroorganizmlarning fiziologik faolligi asosan atrof-muhit harorati bilan belgilanadi. Har bir mikroorganizm uchun odatda minimal, optimal va maksimal o'sish harorati ko'rsatiladi. O'sish tezligining haroratga bog'liqligi egri chizig'i har bir mikroorganizm kulturasini uchun individualdir. Odatda maksimal va minimal harorat 20-30°C ga farq qiladi. Haroratning 10°C ga oshishi bilan reaksiya tezligi taxminan 2-4 marta oshadi. Optimal haroratdan o'tayotganda o'sish sezilarli darajada sekinlashadi. Mikroorganizmlarning hayotiylik chegarasi suyuq suvning mavjudligi bilan belgilanadi. Agar antifrizlar yordamida suvning suyuq holati noldan past haroratlarda ta'minlansa, ba'zi mikroorganizmlarning hujayralari hayotini saqlab qoladi. Haroratning o'sishining pastki chegaralari o'z funksiyalarini yo'qotganda membrananing "muzlash" harorati bilan chegaralanadi va yuqori chegaralar hayotiy molekularning termal denaturasiyasi bilan cheklanadi. Past haroratli yashash joylari Arktika, Antarktida, tundra, okeanlarning chuqurliklarini o'z ichiga oladi, bu yerlarda harorat doimiy qiymatga ega bo'lgan +4°C ga yaqin. Yuqori harorat geysirlarda, vulqon buloqlarida, okeanlar tubidagi teshiklardan kelib chiqadigan yuqori bosim natijasida harorat +360°C ga yetadigan vulqon issiq gazlarining chiqish joylarida bo'ladi. Bundan tashqari, sun'iy ravishda yaratilgan, ekstremal haroratli yashash muhitlari (muzlatgichlar, fermentyorlar, avtoklavlar va boshqalar) mavjud. Ko'pgina quruqlikdagi organizmlar past harorat chegarasiga ega - 0 °C. Haddan tashqari past va yuqori haroratlarda yashovchi hayot shakllarini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, u yerda oddiy tuzilishga ega shakllar va ulardan prokariotlar hamda fototrof bo'lmaganlar ustunlik qiladi.

Haroratga nisbatan barcha mikroorganizmlar shartli ravishda bir necha guruhlariga bo'linadi (14-jadval).

Har xil harorat o'sishi chegaralariga ega bo'lgan mikroorganizmlar guruhlari

Guruh	Haroratning o'sishi, °C		
	minimal	optimal	maksimal
Psixrofillar	-12	+20 dan kam	+25
Mezofillar	+15	+25...+37	+40
Termofillar	+40	+55...+65	+70...+80
Ekstremal termofillar	+60	+75...+85	+90
Gipertermofillar	+70	+80....+90	+113...+121



44-rasm. Mikroblarning ko'payishi uchun harorat chegaralari:

- 1 - psixrofillar; 2 - psixotroflar; 3 - mezofillar; 4 - termofillar;
5 - ekstremal termofillar

O'rtacha haroratda rivojlanadigan mikroorganizmlarga **mezofillar** deyiladi. Ular tabiatda eng keng tarqalgan. Psixrofil mikroorganizmlarga *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Cytophaga* avlodi vakillari, achitqilar, ipsimon zamburug'lar, suv o'tlarining ayrim guruhlari vakillari kiradi (Antarktidada -12°C da o'sadigan *Chlamidomonas nivalis* topilgan). Bunday mikroorganizmlar muzlash nuqtasi past bo'lgan membranalarning maxsus tarkibiga ega ekanliklari aniqlangan. Ularda to'yinmagan yog' kislotalari, qisqa zanjirli va shoxlarga yog' kislotalari ko'proq va siklik yog' kislotalari kamroq bo'ladi. **Psixrofillarda** oqsillar 20°C dan yuqori haroratlarda barqarorligini yo'qotadi. Ko'pchilik

mikroorganizmlar hujayra tarkibining noldan past haroratlarda muzlashiga to'sqinlik qiluvchi moddalar - krioprotektorlarni sintez qilish hususiyatlariga ega. Psixrofillar doimo past haroratli joylarda yashaydilar. Mikroorganizmlarning **psixroaktiv (psixrotrofik)** deb nomlangan maxsus guruhi ham mavjud bo'lib, ular mezofillardagi kabi o'sishning optimal darajasiga ega bo'ladilar, ammo past haroratlarda (taxminan 0°C) sezilarli darajada faollikni namoyon qiladi. Ular mavsumiy haroratning sezilarli darajada o'zgarishi yuz beradigan joylarda yashaydilar. Kundalik hayotda aynan shunday mikroorganizmlar uydagi muzlatgichlarda oziq-ovqatning buzilishi uchun sabab bo'ladilar. Termofil mikroorganizmlar issiq buloqlarda va organik materiallarning o'z-o'zidan isitiladigan joylaridan topilgan. Hozirgi vaqtda faol vulqon zonalarida yashovchi ekstremal termofillar va gipertermofillar guruhlari ham aniqlangan. **Termofil mikroorganizmlar** yuqori haroratga chidamli oqsillarni o'z ichiga oladi, ularning membranalarida ko'proq to'yingan yog' kislotalari va glikolipidlar, nuklein kislotalar va ribosomalar bo'lib, ular yuqori darajadagi issiqliklarga chidashlihi bilan ajralib turadi. Shuni ta'kidlash kerakki, eukariotik mikroorganizmlarning o'sib rivojlanishi uchun harorat chegarasi +70°C dan oshmaydi hamda hayvonlar va o'simliklarning hayotiy faoliyati +50°C dan yuqori haroratlarda kuzatilmaydi. Termofil mikroorganizmlar biotexnologiya uchun alohida qiziqish uyg'otadi, chunki ular turli termostabil birikmalar manbai hisoblanadi. Mikroorganizmlarni yuqori haroratda o'stirish ularning ifloslagish ehtimolini kamaytiradi, termofillar nisbatan ancha tez o'sadi va ular orasida avtotrof mikroorganizmlar mavjud bo'lib, bu ularni juda oddiy ozuqa muhitlarda o'stirish imkon beradi. Biotexnologiyada termofil mikroorganizmlardan muvaffaqiyatli foydalanib kelinayotganga misol tariqasida nuklein kislotalarni yuqori tezlikda sintez qiluvchi termostabil ferment *Taq*-polimerazaning ishlab chiqarilishini aytish mumkin. Bu fermentni Yellouston milliy bog'ining issiq bulog'idan ajratilgan, +70°C da o'sadigan *Thermus aquaticus* sintez qiladi. Mikroorganizmlarning past va yuqori haroratga chidamliligi mahsulot va materiallarni sterilizasiya qilish va saqlash uchun maxsus usullardan foydalanish masalasini ko'taradi.

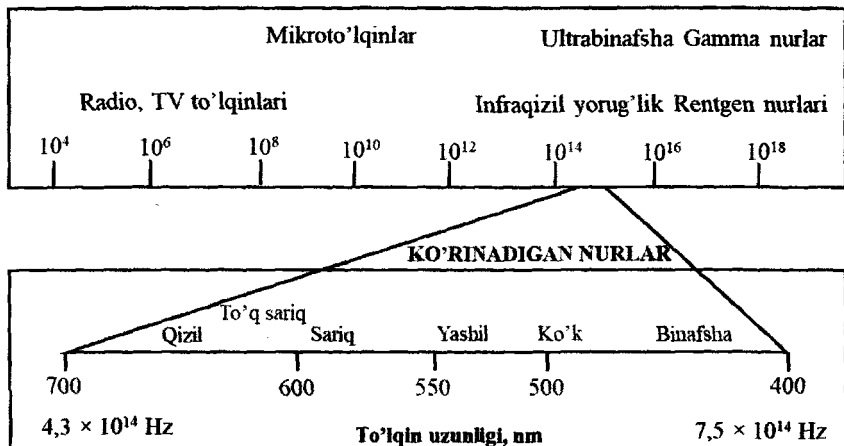
Gidrostatik bosim. Yer yoki suv yuzasida yashovchi ko'pchilik mikroorganizmlar hyech qachon bosimda sezilarli o'zgarishlarga duch kelmaydi va ≈ 1 atm bosimda o'sadi. Ammo bosim atmosferadan sezilarli darajada farq qiladigan joylar mavjud. Tabiatda bosimning oshishi chuqur neft quduqlarida va okeanlarning chuqur zonalarida, antropogen tizimlarda esa bosim kameralari va avtoklavlarda kuzatiladi. Bosim ortishi bilan

o'sishni to'xtatadigan mikroorganizmlarga barosezgir (barosensitiv, piyezosezgir) mikroorganizmlar deyiladi. Barochidamli (barotolerant, piyezotolerant) mikroorganizmlarga oddiy bosimda o'sadigan, lekin uning 400 atm gacha ko'tarilishiga chiday olmaydigan mikroorganizmlar kiradi. **Barofillar (piyezofillar)** normal o'sish uchun yuqori bosimga (900 atm gacha) muhtoj bo'lgan mikroorganizmlar hisoblanadi. Bosim 1016 atm ga yetadigan Mariana novining tubidan topilgan mikroorganizmlar ekstremal barofillar deb ataladi. Ularning fiziologiyasi haqida juda kam ma'lumotlar mavjud, chunki bunday mikroorganizmlar bilan ishlash laboratoriyaga namunalari olish va tashish hamda keyinchalik kulturalarni saqlash uchun juda qimmat uskunalarni talab qilinadi. Shu bilan birga, chuqurlikdan ko'tarilganda va bosimning sezilarli darajada pasayishida obligat barofil vakillarini saqlab qolish va chuqurlikdan olingan namunalarni suvning yuqori qatlamlaridagi mikroorganizmlar bilan aralashtirib yubormaslik kabi muammolar hal qilinishi kerak.

Gidrostatik bosimning oshishi bilan biologik jarayonlar sodir bo'lishida bir qator o'zgarishlar ro'y beradi. Hajmning oshishiga olib keladigan reaksiyalar (masalan, gazsimon mahsulotlar hosil bo'lishi bilan boradigan fermentasiya) sekinlashadi. Aksincha, gazni o'zlashtirish reaksiyalari kuchayadi. Kimyoviy muvozanat substrat reaksiyalari tomon siljiydi. Yuqori bosimda biologik polimerlarning denaturasiyasi va hujayralardagi murakkab agregatlarning dissosiasiyasi sodir bo'ladi. Bo'linishdan keyin hujayralar tarqalmaydi va uzun filamentlarni hosil qiladi. Bosim 1 atm dan oshganda suvda yashovchi mikroorganizmlarning suzuvchanligini belgilaydigan gaz vakuolalari yoriladi. Bunday sharoitda prokariotlarning metabolizmi asosan energiya olishga qaratilgan bo'lib, yangi hujayra tuzilmalarini shakllantirish jarayonlari sezilarli darajada sekinlashadi. Aniqlanishicha, ekstremal barofillarning ko'payish tezligi barosezgir mikroorganizmlarga qaraganda o'n baravar kam.

Sun'iy ravishda yaratilgan eng yuqori bosim 1400 atm bo'lib, unda mikroorganizmlarning saqlanib qolishi kuzatilgan. Bosimning yanada ortishi organik molekulalarning buzulishiga olib keladi. Shu bilan birga, mikroorganizmlarning sporalari yuqori vakuumga (10^{-10} - 10^{-12} atm) bardosh bera oladi. *Bacillus cereus* va *E. coli* subatmosfera bosimida yaxshiroq o'sishi isbotlangan.

Elektromagnit nurlanish. Elektromagnit nurlanish to'liq uzunligiga qarab ionlashtiruvchi va ultrabinafsha nurlanishga, ko'rinadigan hududga, infraqizil nurlanishga va radioto'liqlarga bo'linadi.



45- rasm. Elektromagnit nurlanish spektri

To'lqin uzunligi va dozasiga qarab nurlanish termal, mexanik, fiziologik ta'sirga ega bo'lishi mumkin, mutasiyalar chaqirishi va hujayralarning o'limiga sabab bo'lishi mumkin. Yaqindagi ultrabinafsha nurlar, ko'rinadigan yorug'lik va infraqizil nurlar fotosintezning harakatlantiruvchi kuchi hisoblanadi. Turli xil fototrofik mikroorganizmlar pigmentlarining maksimal yuta olish imkoniyatlariga (350-400-800-1100 nm) mos ravishda turli to'lqin uzunlikdagi yorug'liklarni o'zlashtiradi. **Fotosintez** jarayonida yorug'lik energiyasi kimyoviy bog'lanish energiyasiga aylanganligi sababli, nurlanish energiyasi fotosintetik pigment molekulasini qo'zg'atish uchun yetarli bo'lishi kerak, lekin fotosintez apparatiga zarar bermaslik uchun ortiqcha bo'lmisligi kerak. Fototaksisning namoyon bo'lishi uchun elektromagnit to'lqinlar muhim ahamiyatga ega. Ba'zi fotosintezga qodir bo'lmagan mikroorganizmlar yorug'likka bog'liq bo'lgan sintezlar namoyon qilishi aniqlandi. Masalan, mikobakteriyalar yorug'lik bor joyda o'stirilganda, karotenoidlarning sintezi tufayli yorqin sariq-qizil ranglarga bo'yalgan koloniyalar hosil qiladi.

Bunday to'lqin uzunliklarining yorug'ligi har doim ham ijobiy ta'sir ko'rsatmaydi. Infraqizil nurlar ta'sirida hujayraning haddan tashqari qizishi sodir bo'lishi mumkin va aerob sharoitda ko'rinadigan nurlar hujayra fermentlariga zarar yetkazadigan singlet kislorod hosil bo'lishiga olib keladi. Ultrabinafsha nurlari to'lqin uzunligi va dozasiga qarab mikroorganizmlarda ham mutagen, ham nobud qiladigan ta'sirlarni ko'rsatishi mumkin. Bunda birinchi navbatda, DNK molekulalarining

shikastlanishi (ayniqsa, 260 nm da) kuzatiladi. DNK molekulasida timin dimerlari paydo bo'ladi, ular replikasiyani ingibirlaydi. Ushbu zararlarni ikki yo'l bilan tuzatish mumkin: fotoreaktivasiya va qorong'u tuzatish. Ushbu zararlarni ikki yo'l bilan tuzatish mumkin: fotoreaktivasiya va qorong'u muhitdagi reparasiya. **Fotoreaktivasiya** paytida ko'rinadigan nur bilan faollashtirilgan ferment shikastlangan joyga "o'tiradi" va timin dimerlarini parchalash orqali DNK tuzilishini tuzatadi. Qorong'u muhitdagi reparasiyada yorug'lik talab qilinmaydi. Endonukleaza, polimeraza va ligazani o'z ichiga olgan ferment kompleksi shikastlangan joyni ketma-ket kesib tashlaydi, to'ldiruvchi zanjir bo'ylab to'g'ri strukturani sintez qiladi va sintezlangan ketma-ketliklarni DNK molekulasi bilan o'zaro bog'laydi. To'liq uzunligi 325-400 nm bo'lgan ultrabinafsha nurlari timin dimerlarini shakllantiradi va keyinchali kimyoviy mutagenlar rolini o'ynaydigan toksik fotomahsulotlar hosil bo'lishi bilan triptofanning yo'q qilinishiga olib keladi.

Ionlashtiruvchi nurlanish yuqori energiyaga ega bo'lgan juda qisqa to'liqlar bilan ifodalanadi. Bunday nurlanishning past darajasi mikroorganizmlarda mutasiyaga olib kelishi mumkin va yuqori darajasi deyarli har doim o'limga olib keladi. Bunday nurlanishning oqibatida vodorod bog'larining uziladi, qo'sh bog'lar oksidlanadi, halqa shakllar buziladi va ba'zi molekulalarning polimerizatsiyasi kuzatiladi. Kislorodning mavjudligi bu ta'sirlarni kuchaytiradi, ehtimol bunga sabab gidroksil radikallarining (OH•) hosil bo'lishidir. Ammo o'limning asosiy sababi, albatta DNK tuzilishining buzilishi hisoblanadi.

Mikroorganizmlar nurlanishga chidamliligi jihatidan juda farq qiladi. Shunday qilib, nurlangan mahsulotlardan va yadro reaktorlari suvidan ajratilgan mikroorganizmlar (*Deinococcus radiodurans*, *Shizosaccharomyces pombe*, xivchinli sodda hayvon *Boda marina*) uchun nurlanishning o'limga olib keladigan dozasi yuksak organizmlarni halokatga olib keladigan nurlanish dozasidan o'n ming martalab yuqori bo'ladi. Ko'rinib turibdiki, ushbu mikroorganizmlarning chidamliligi ularning reparasiya tizimlarining yuqori samaradorligi bilan bog'liq. Biroq, ko'pchilik mikroorganizmlar uchun ma'lum dozalarda ultrabinafsha va ionlashtiruvchi nurlanish zararli va shuning uchun sterilizatsiya qilishda ultrabinafsha nurlaridan foydalanish mumkin. Shu bilan birga, radiatsiyaga chidamli mikroorganizm shtammlarining paydo bo'lish ehtimoli haqida ham esdan chiqarماسlik kerak. Ushbu ma'lumotlardan kelib chiqqan holda, mikroorganizmlarning (ayniqsa ularning sporalarining) kosmos orqali o'tishi unchalik imkonsiz emasdek ko'rinadi.

Molekulyar kislorodning mavjudligi. Kislorod bilan munosabatlariga ko'ra mikroorganizmlar shartli ravishda bir necha guruhlarga bo'linadi. Obligat aeroblar ozuqa moddalarini oksidlash va aerob nafas olishni amalga oshirishlari uchun molekulyar kislorodga muhtoj bo'ladilar. Bu turdagi mikroorganizmlar biosferaning turli yuza qatlamlarida, har qanday obyektlarning sirtlarida va tuproq hamda suv havzalarining yuqori qatlamlarida (masalan, *Micrococcus luteus*) uchrab, yer yuzidagi yashaydigan barcha mikroorganizmlarning aksariyat qismini tashkil qiladi. Aerob mikroorganizmlarni o'stirishda molekulyar kislorod mavjudligi uchun sharoit yaratish kerak, chunki uning suvda eruvchanligi past (20°C da - 6,2 ml/l). Buning uchun mikroorganizmlarni qattiq ozuqa muhitning yupqa qatlamida o'stiriladi yoki uni turli usullar bilan kislorod bilan boyitiladi (doimiy chayqatish, barbotajlash (suyuqlik orqali kislorod gazini yuborish) va boshqalar).

Aeroblar orasida mikroaerofil mikroorganizmlar guruhi ajralib turadi, ular kislorodga muhtoj, ammo atmosferadagi kislorod konsentrasiyasidan past konsentrasiyada (5% dan kam) yashay oladilar. Bunday mikroorganizmlar tabiatda anaerob va aerob zonalar chegarasida joylashgan. Bunday mikroorganizmlarga ko'plab oltingururt va temirni oksidlovchi bakteriyalarni (jumladan, *Beggiatoa*, *Galionella* avlodi vakillari), shuningdek, chuchuk suv spirillalarini (*Spirillum volutans*) misol keltirishimiz mumkin.

Fakultativ anaeroblar kislorodning mavjudligi yoki yo'qligiga qarab metabolizmini aerob nafas olishdan anaerob nafas olish jarayoniga o'tkazishga qodir. Shunday bo'lsa ham, kislorod borligida bunday mikroorganizmlar tezroq o'sadi va ko'proq biomassa to'playdi. Fakultativ anaeroblarga *Saccharomyces cerevisiae*, ko'plab enterobakteriyalar (masalan, *Ye. coli*) va basillalar kiradi.

Obligat anaeroblar hayotiy faoliyati uchun kislorodga muhtoj emas, aksincha, kislorodning mavjudligi ushbu mikroorganizmlarga zararli ta'sir qiladi yoki hujayraning o'limiga olib keladi. Bu guruhga metan hosil qiluvchi arxeyalar, gomoasetogen bakteriyalar, ko'pchilik oltingururt qaytaruvchilar, ba'zi zamburug'lar va protozoalar kiradi. Obligat anaeroblarni o'stirishda maxsus texnikalar qo'llaniladi. Kislorod muhitdan qaynatish orqali chiqariladi, idishlar metall qopqoqli rezina tiqinlar bilan extiyotkorlik bilan yopiladi, kultivasiya idishining gaz fazasi azot yoki argon bilan almashtiriladi. Qaynatish natijasida qolib ketgan oz miqdordagi kislorod miqdorini olib tashlash uchun muhitga qaytaruvchi moddalar (masalan, natriy sulfid va sistein) qo'shiladi va shu bilan

mikroorganizmlarni qayta ekish paytida kislorod kirib kelishining oldi olingan holda muhitda anaerob sharoitlar saqlanadi.

Aerotolerant anaeroblar guruhi ham metabolizmida kisloroddan foydalanmaydi, ammo atrof-muhitdagi kislorodning ma'lum miqdori ularning hayotiy faoliyatiga zararli ta'sir qilmaydi. Bu guruhga sut kislotali bijg'ituvchi bakteriyalar va ayrim patogen streptokokklar (*Streptococcus pyogenes*) kiradi.

Kislorodga bo'lgan munosabatiga ko'ra farqlanadigan barcha turdagi organizmlar prokariotlar va protozoalar orasida uchraydi. Zamburug'lar asosan aeroblar organizmlar hisoblanadi, lekin bir qator turlar achitqi shakllardagi fakultativ anaeroblar hisoblanadi. Bundan tashqari, zamburug'lar orasida kam sonli obligat anaerob turlar uchraydi. Suv o'tlari deyarli har doim obligat aerob hisoblanadi.

Kislorodning qiymati uning roli bilan belgilanadi:

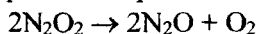
1) ba'zi substratlar uchun kuchli oksidlovchi vosita, masalan, metan yoki aromatik birikmalar;

2) aerob nafas olish vaqtida yakuniy elektron qabul qiluvchi;

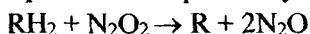
3) substratlardan biri, masalan, achitqilardagi steroidlarni sintez qilishda.

O₂ ning mikroorganizmlarga zaharli ta'siri ushbu mikroorganizmlarda oksidlanishga sezgir bo'lgan oqsillarning (masalan, nitrogenazaning sulfidril guruhleri) inaktivasiyasidan, shuningdek, haddan tashqari faol kislorod hosilalari hosil bo'lishi bilan izohlanadi. Mikroorganizmlar kislorodning turlari bilan kurashishning ma'lum usullariga ega. Nisbatan tez-tez hosil bo'lib turuvchi peroksid anionlari va superoksid radikallari maxsus fermentlar tomonidan yo'q qilinadi.

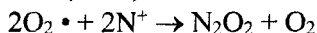
Katalaza bu reaksiyada peroksidni parchalasa



mana bunda reaksiyada **peroksidaza** parchalaydi



bu yerda R - peroksidaza reaksiyasining oksidlangan substrati. Superoksid radikali **superoksidismutaza** (SOD) tomonidan chiqariladi:

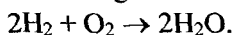


Aerobik sharoitda yorug'lik mavjudligida singlet kislorod ham hosil bo'lishi mumkin. Yorug'lik bilan qo'zg'atilgan pigment (fotosensibilizator) energiyani kislorod molekulasiga o'tkazadi:



Hujayradagi singlet kislorodni "yo'qotish" funksiyasini karotinoidlar bajaradi. Shuning uchun yorug'likda o'sadigan fotosintez qilmaydigan mikroorganizmlar sariq, to'q sariq yoki qizil rangga ega bo'ladilar. Fototroflar uchun karotinoidlar juda muhim, chunki fotosintez pigmentlari faol fotosensibilizator hisoblanadi.

Aeroblar va fakultativ anaeroblar hujayralarida SOD, katalaza va peroksidaza kabi fermentlar bor. Ko'pgina obligat anaeroblarda bu fermentlar bo'lmaydi. Biroq, ba'zi metanogenlar va klostridiyalarda katalaza va SOD fermentlari uchraydi. Bu fermentlar anaerob yashash muhitlariga kislorodning davriy ravishda kirib borishi mumkin bo'lgan sharoitlarda yashovchi mikroorganizmlarning yashab qolishida katta ahamiyatga ega. Masalan, kislorod ozuqa bilan birga anaerob mikroorganizmlar yashaydigan termitlar ichaklarining yuqori qismiga kiradi. Sholi dalalari quritilganda, metanogenlar yashaydigan anaerob il havo bilan aloqa qiladi. Shu bilan birga, sholi maydonlarida suvning kamayishi va uning qayta to'planishi davomida yuz sodir bo'ladigan anaerobiozda metan hosil bo'lishi lagfaza bosqichisiz boshlanadi, bu metanogenlarning aerob sharoitlarga ma'lum vaqt bardosh bera olish qobiliyatini ko'rsatadi. Bundan tashqari, molekulyar vodoroddan foydalanadigan ba'zi sulfat qaytaruvchilari kislorod bilan faol kurashishga qodir (46-rasm). Agar tekis Perfilyev anaerob oqim kapillyariga joylashtirilgan harakatchan anaeroblar suspenziyasiga havo pufagi qo'shilsa, u holda bir muncha vaqt o'tgach, hujayralar kislorod diffuziya zonasi chegarasida qator joylashib, havo pufagi atrofida "sfera" hosil qiladi. Keyin hujayralar navbatma-navbat pufakchaga yaqinlashadi, keyin orqaga buriladi va orqaga qaytib kelishadi. Havo pufagining hajmi huddi hujayralar kislorodni faol ravishda o'zlashtirayotgandek asta-sekin kichrayadi. Mikroorganizmlar vodorod ishtirokida "portlovchi gaz" reaksiyasini amalga oshirishi mumkinligi ma'lum bo'ldi:

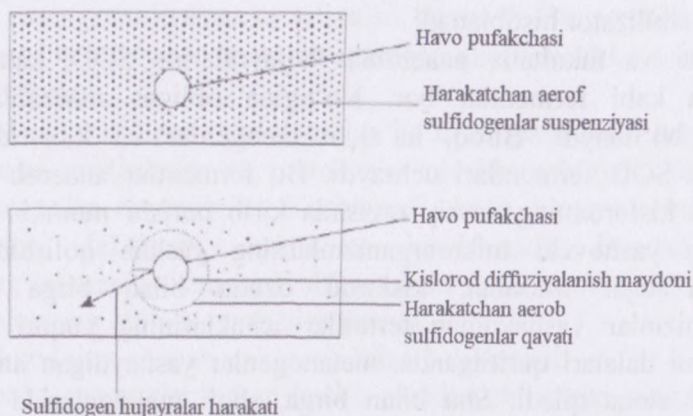


Bu jarayon "sulfidogenlarning nafas olishi" deb ataladi.

Shuni ta'kidlash kerakki, aeroblar kislorodga sezgir bo'lgan ba'zi fermentlarga (masalan, nitrogenaza) ega. Bunday hollarda hujayralar ularni himoya qilishning turli usullariga ega.

Obligat anaeroblar doimiy aerob yashash joylarida ham yashashlari mumkin, ammo bu muhitlarda O_2 ni yutuvchi aerob yoki fakultativ anaerob organizmlar bo'lishi shart. Bularga misol qilib, yuqori qismi aerob va pastki qatlamlari anaerob bo'lgan turli xil bioplyonkalar, faol il granularini keltirish mumkin, ushbu qatlamlarning ularning ichki

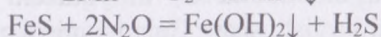
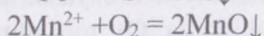
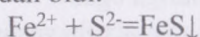
qismida anaerob sharoitlar bo‘ladi. Odamning og‘iz bo‘shlig‘ida obligat anaerob hisoblangan *Bactemides gingivalis* tishlarga tutashgan tish toshlari cho‘kindi joylarida yashaydi.



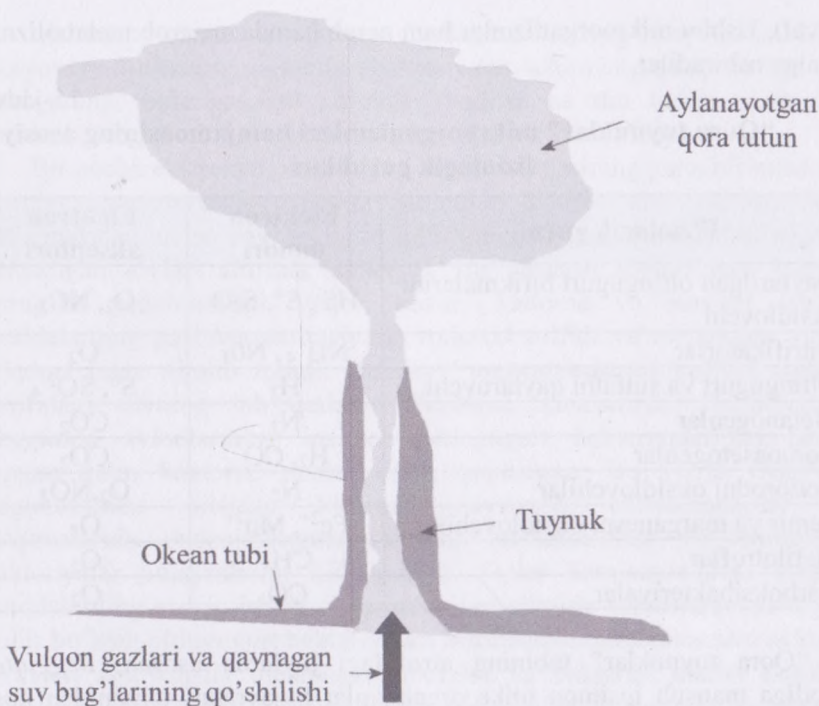
46-rasm. “Sulfidogenlar nafas olishi” tajribasi bo‘yicha sxematik tasvir

Atrof muhitda kislorod mavjudligining ko‘rsatkichi bo‘lib -500 dan $+800$ mV gacha o‘zgarib turadigan **oksidlanish-qaytarilish potentsiali** (OQP) xizmat qilishi mumkin. Uning manfiy qiymati qanchalik katta bo‘lsa, muhit shunchalik qaytarilgan bo‘ladi (anaerob sharoit).

Bir necha ekstremal omillardan iborat bo‘lgan mikroorganizmlar yashash muhitlari. Tabiatda mikroorganizmlar bir vaqtning o‘zida bir emas, balki ko‘plab omillar ta’siriga duchor bo‘lishadi. Bir nechta omillarning ekstremal qiymatlarini o‘zida birlashtirgan yashash muhitining yorqin misoli sifatida dengizlar tubidagi qora tutunli tuynuklarni keltirish mumkin (11.10-rasm). Ushbu tuynuklar okeanlar tubidagi yoriqlar bo‘lib, ulardan juda issiq (400 °C gacha) vulqon gazlari va juda yuqori haroratda qizishdan hosil bo‘lgan suv bug‘lari chiqadi. Ularda ko‘p miqdorda vodorod sulfidi, vodorod va metan, shuningdek, ikki valiyentli temir va marganes ionlari mavjud. **“Qora tuynuklar”** o‘z nomini dengiz suvi bilan aloqa qilganda hosil bo‘ladigan metall sulfidlari va boshqa erimaydigan birikmalarning qora cho‘kmasidan oldi:



Gaz chiqadigan joy erimaydigan tuzlardan tashkil topgan quvurli teshik bilan o‘ralgan.



47-rasm. "Qora tuynuk" ning sxematik ko'rinishi

Ular yorug'lik kirmaydigan, bosim 265 atm ga yetadigan, harorat gradiyenti tuynuk markazida 360-400°C oraliq'ida, undan pastki suvda esa 4-6°C gacha bo'lgan bir necha kilometr ga yetadigan katta chuqurlikda joylashgan. Bu yerdagi suv ustunida organik moddalar deyarli mavjud emas va yuqori miqdorda vodorod sulfid borligi bilan ajralib turadi. Bir qator ekstremal omillarga qaramay, "qora tuynuklar" atrofida noyob tirik organizmlar jamoasi shakllangan, bu qaytarilgan noorganik birikmalarning kimyoviy bog'lanish energiyasi (xemolitoavtotrofiya) hisobiga mikroorganizmlar tomonidan karbonat angidrididan birlamchi organik moddalar hosil bo'lishiga asoslangan tirik organizmlar jamoasi hisoblanadi. Bu mikroorganizmlar hamjamoasida organik moddalarning birlamchi ishlab chiqarilishi ancha yuqori bo'lib, uning asosida ikkilamchi konsumentlar ham mavjud: amfipodlar, goloturiyalar, qisqichbaqalar. Bunday yashash joylaridan ajratib olingan mikroorganizmlar energiya olish uchun oltingugurt, azot, molekulyar vodorod, uglerod oksidi, metan, temir va marganes ionlarining birikmalaridan foydalanishga qodir (15-

jadval). Ushbu mikroorganizmlar ham aerob hamda anaerob metabolizmni amalga oshiradilar.

15-jadval

“Qora tuynuklar” mikroorganizmlari hamjamoasining asosiy fiziologik guruhlari

Fiziologik guruh	Elektron donori	Elektron akseptori
Qaytarilgan oltingugurt birikmalarini oksidlovchi	HS ⁻ , S ⁰ , S ₂ O	O ₂ , NO ₃ ⁻
Nitrifikatorlar	NH ⁺ ₄ , NO ₃	O ₂
Oltinugurt va sulfatni qaytaruvchi	H ₂	S ⁰ , SO ²⁻ ₄
Metanogenlar	N ₂	CO ₂
Gomoasetogenlar	H ₂ , CO	CO ₂
Vodorodni oksidlovchilar	N ₂	O ₂ , NO ₃
Temir va manganesni oksidlovchilar	Fe ²⁺ , Mn ²⁺	O ₂
Metilotroflar	CH ₄	O ₂
Karboksibakteriyalar	CO	O ₂

“Qora tuynuklar” tubining atrofidagi joylarda asosan, *Beggiatoa* avlodiga mansub ipsimon mikroorganizmlar hujayralari tomonidan hosil bo‘lgan bakterial matlar bilan qoplangan. Mikroorganizmlarning organik moddalari naycha qurtlari, molyuskalar, qisqichbaqalar kabi ko‘p hujayrali hayvonlar hayotining asosi hisoblanadi. “Qora tuynuklar” atrofidagi pastki qismning kichik joylarida yashashlariga qaramasdan, ushbu organizmlar sayoz suvda yashovchi o‘zlarining vakillariga nisbatan sezilarli darajada yirik hajm va biomassaga ega bo‘lishadi. Shu bilan birga, ushbu hayvonlar bunday sharoitlarda ovqatlanish uchun maxsus moslashuvlarga ega bo‘ladilar. Shunday qilib, gigant naycha qurtlari o‘zlarining ovqat hazm qilish tizimini yo‘qotgan bo‘lib, ular tion bakteriyalarining biomassasi bilan oziqlanadilar. Bakteriyalar vodorod sulfidini sulfatga oksidlaydi va karbonat angidriddan organik moddalar hosil qiladi. Bu mikroorganizmlar hayvon to‘qimalari ichidagi maxsus tuzilmalar - trofosomalarda yashaydi. Mikrob hujayralarining bir qismi yo‘q qilinib, naycha qurti uchun oziqa bo‘lib xizmat qiladi. Ikki pallali mollyuskalarning jabra to‘qimasida tion va metanotrof bakteriyalar rivojlanadi. “Qora tuynuklar” hududida yashovchi qisqichbaqalar bakterial ishlatadigan ozuqalarni “o‘stirish” uchun og‘iz apparatining maxsus a‘zolariga ega. Ushbu a‘zolar bir turdagi ipsimon tion bakteriyalari bilan zich qoplangan bo‘lib, hayvonlar ularning

bir qismidan oziqlanish uchun foydalanadi. Bo'g'imoyoqlilar fizik-kimyoviy omillarning qiymatlari bakteriyalar uchun eng qulay bo'lgan suv yoki uning tublariga faol ko'chib o'tadilar va shu tariqa o'zlarining "bakterial bog'i" ning rivojlanishi uchun sharoit yaratadilar.

Bir necha ekstremal omillarning kombinasiyasining yana bir misoli bu dengiz organizmlarining bentik jamoalari bo'lib, ular yerning ichki qatlamlaridan metan yoki vodorod sulfidning gaz gidratlari shaklida ajralib chiqadigan joylari atrofida yashaydi. Bu yashash joylari past harorat, yorug'lik yetishmasligi, yuqori bosim, kislorod va mavjud organik moddalarning past konsentrasiyasi, vodorod sulfidi va metanning yuqori miqdori bilan ajralib turadi. Bunday "metan/vodorod sulfidi siplari" atrofidagi suvning tub qatlami *Thiothrix*, *Leucothrix*, *Thioploca* va *Beggiatoa* avlodlarining ipsimon oltingugurt bakteriyalaridan tashkil topgan qalin bakterial matlar bilan qoplangan. Bu yerda yashovchi pogonoforalar oilasiga kiruvchi naysimon chuvalchanglar o'z to'qimalarida endosimbiontlar sifatida metanotroflar va oltingugurt bakteriyalar hujayralarini olib yuradi. Siplar hamjamoalarida organik moddalarning asosiy ishlab chiqaruvchilari sifatida xemolitoavtotrofiyaga qodir bo'lgan oltingugurt bakteriyalari hisoblanadi. *Methanosaeta* avlodiga kiruvchi asetoklastik metanogen arxeyalar va bakterial matlar tarkibiga kiruvchi sulfat qaytaruvchilari sulfat nafas olish bilan bog'liq anaerob metan oksidlanishini amalga oshiradi. Ajralib chiqadigan bikarbonat dengiz suvidagi kalsiy ionlari bilan o'zaro ta'sir qiladi va g'aroyib karbonat tuzilmalari ko'rinishida suv tubida to'planadi.

Vulqon faoliyati bilan bog'liq bo'lgan quruqlik va sayoz suvlarning yashash joylari yuqori harorat, past kislorod konsentrasiyasi va noorganik birikmalarning sezilarli miqdori (H_2 , H_2S , S^0 , CO , Fe_2^+ va boshqalar) kabi ekstremal fizik va kimyoviy omillarni o'zida birlashtiradi. Bunday hududlarda obligat aeroblar gidrotermal suvning havo bilan aloqa zonasida yoki gidrotermal oqimning dengiz suvi bilan aralashishi chegarasida bo'ladi. Tez oqimga ega bo'lgan sayoz issiq oqimlarda ($70-95^{\circ}C$) vodorod sulfidini oksidlovchi termofil bakteriya - *Thermothrix thiopara* lar mikroblar hamjamoalarini hosil qiladi. Kuchli kislotali (pH 1,5-2,0) issiq buloqlarda *Sulfolobales* turkumiga mansub termoasidofil arxeyalar hamjamoalari ustunlik qiladi. Issiq buloqlari bo'lgan sayoz suvli hududlarda pastki qismida sianobakterialardan matlar hosil bo'ladi. $40-70^{\circ}C$ suv haroratida ularning asosini termofil ipsimon sianobakteriyalar va yashil oltingugurt bo'lmagan fototrof mikroorganizmlar *Chloroflexus aurantiacus* tashkil qiladi.

Mezofil tuz va sodali ko'llarning mikroorganizmlar hamjamoalari ishqoriy pH qiymatlarida (9,0-11,0) va yuqori sho'rlanishda yashaydilar. Bunday jamoalar *Spirulina*, *Cyanospira*, *Chroococcus* avlodiga mansub sianobakteriyalar, diatomlar vakillari, *Ectothiorhodospira* avlodining binafsha oltingugurt bakteriyalari, *Desulfonatrovibrio* va *Desulfonatronum* avlodlarining sulfat qaytaruvchi, *Spirochaeta* avlodining achitqi bakteriyalari, *Natronococcus*, *Natronobacterium* avlodlarining aerob organotrof arxeylari va metan hosil qiluvchi arxeya *Methanohalophilus zhilinae* lardan tashkil topgan bo'ladi. Termofil sodali ko'llardan *Anaerobranca* avlodiga kiruvchi o'rtacha termofil anaerob bakteriya va gipertermofil arxaya *Thermococcus alkaliphilus* ajratilgan.

Shunday qilib, mikroorganizmlarning keng metabolik imkoniyatlari va ularning fizik-kimyoviy omillarning sezilarli diapazonida barqaror rivojlana olishi, ushbu mikroorganizmlarning bir nechta parametrlar bo'yicha ekstremal bo'lgan sharoitlarda muvaffaqiyatli yashab qolishlariga hamda yuksak organizmlarning hayoti uchun poydevor yaratishga imkon beradi.

Mavzu yuzasidan savol va topshiriqlar

1. Limitlash chegarasi deb nimaga aytiladi?
2. Ingibirlangan chegara deb qanday omillar nazarda tutiladi?
3. Mikroorganizmlar uchun asosiy abiotik omillar qaysilar?
4. Mikroorganizmlar hamjamoalarida keng tolerantlik chegarasi nima bilan belgilanadi?
5. Suv faolligining mikroorganizmlarga ta'siri qanday?
6. Kun davomida suv faolligi keskin o'zgarishi mumkin bo'lgan qanday hududlarni bilasiz?
7. Galofillarning tuzga bo'lgan ehtiyojiga ko'ra qanday guruhlarga ajratiladi?
8. Muhitning pH qiymati deyilganda nimalarni tushunasiz?
9. O'sish uchun optimal pH qiymatlariga ko'ra, mikroorganizmlar shartli ravishda qanday turlarga ajratiladi?
10. Muhitda kislotalilikning oshishiga deaminaza aminokislotalarini sintez qilish orqali javob beradigan organizm qaysi?
11. Mikroorganizmlar yashashi mumkin past harorat va eng yuqori harorat qaysi hududlarda kuzatilishi mumkin?
12. Har xil haroratda o'sishi chegaralariga ko'ra mikroorganizmlar qanday guruhlari farq qilinadi?

13. Mezofil mikroorganizmlarga qaysilar kiradi?
14. Bosim ortishi bilan o'sishni to'xtatadigan mikroorganizmlarga qanday nomlanadi?
15. Kislorod bilan munosabatlariga ko'ra mikroorganizmlarni qanday guruhlarga ajratish mumkin?
16. Qaysi mikroorganizmlarni fakultativ anaeroblarga misol qilib keltirish mumkin?
17. "Qora tuynuk" nima?

13-§. Mikroorganizmlarning biotik muhit omillariga munosabati

Biotik aloqa ko'rinishlari va simbioz turlari. Mikroorganizmlar tabiiy sharoitda ular uchun biotik omil bo'lib xizmat qiladigan boshqa tirik mavjudotlar bilan birga yashaydi. Biotik omillarning ta'siri juda xilma-xildir, ammo mikroorganizmlarning xususiyati ularning biotik munosabatlarda bitta hujayra sifatida emas, balki populyasiyaning bir qismi sifatida ishtirok etishini ko'rib chiqish mumkin. Har qanday organizm rivojlanishi uchun ozuqa moddalarini olishi kerak. Hayotiy faoliyatning asosiy ko'rsatkichi sifatida odatda kamdan-kam holatlarda optimal bo'ladigan va tabiiy sharoitlarga bog'liq holda ko'p bo'lmagan miqdorda va bevosita organizmga kiradigan resurslar natijasida organizmning o'sishi nazarda tutiladi. Shu munosabat bilan, boshqa organizmlar bilan munosabatlar, birinchi navbatda, mavjud oziq-ovqat manbalaridan foydalanganda paydo bo'ladi.

Agar organizmlar bir xil ozuqa uchun raqobatlashsa, u holda raqobatdosh munosabatlar (**antibioz**) rivojlanadi. Mikroorganizmlar bu holda odatda raqobatchining hayotiy faoliyatini (antibiotiklar, toksinlar, spirtlar, kislotalar, ishqorlar va boshqalar) to'xtatish uchun maxsus birikmalar ishlab chiqaradi. Bir guruh organizmlar boshqasini ozuqa sifatida ishlatadigan antibioz turi – **yirtqichlik** deyiladi. Mikroblar dunyosida ba'zi sirpanuvchi bakteriyalar, bir hujayrali eukariotlar va boshqa bakteriyalarning tirik hujayralarini yo'q qilish qobiliyatiga ega bo'lgan bakteriyalar hamda prokariotlarning tirik hujayralari bilan oziqlanadigan protozoa vakillari yirtqichlik munosabatlarini o'zlarida namoyon qilishlari mumkin.

Kooperasiya deb ataladigan o'zaro ta'sirlar ozuqa moddalarini birgalikda (kollektivlik) iste'mol qilganda sodir bo'lishi mumkin.

Molekulyar kislorod kabi kuchli oksidlovchi vosita mavjud bo'lganda, ko'pchilik aerob mikroorganizmlar substratdan mustaqil ravishda foydalanishga qodir va har qanday ozuqa manbai sezilarli miqdorda to'planganida fakultativ hamkorlik paydo bo'lishi mumkin. Anaerob sharoitda, ozuqaviy substrat energiya manbasining yetishmovchiligi tufayli mikroorganizmlarning alohida kulturalari tomonidan foydalanila olmasa, ko'pincha yaqin trofik aloqalar bilan birlashtirilgan mikroorganizmlar assosiasiyasi bunday substratni parchalashga qodir bo'ladilar va bunday hollarda hamkorlik majburiy bo'lib qoladi. Ikki va undan ortiq turlarning bir-birlariga foyda keltirib, birgalikda yashashi **simbioz** deb ataladi. Simbiozlar bir qator xususiyatlariga ko'ra tasniflanadi. Simbiozlar ularni tashkil qiluvchi organizmlar turlariga qarab bir-birlaridan farqlanadi, ular faqat makroorganizmlardan yoki faqat mikroorganizmlardan tashkil topgan bo'lishi hamda aralash bo'lishi ham mumkin. Aralash holda, mikroob hujayralari tashqi muhit bilan yuksak organizm orqali yoki uning ishtirokida aloqaga kirishadi. Mikroorganizmlarning yuksak organizmlar bilan birga yashashi o'ziga xos xususiyatlarga ega. Mikroob hujayralari yuksak hayvonlar va o'simliklarning yuzalarida ham, turli bo'shliqlari va to'qimalarida ham yashashi mumkin. **Rezident (mahalliy) mikroorganizmlar** hayvon yoki o'simlik tanasida doimo mavjud bo'lib ko'payadi, **tranzit mikroorganizmlar** esa atrof-muhitdan ushbu organizmga tushib, faqat ma'lum vaqt oralig'ida mavjud bo'lishi mumkin. Makroorganizm bilan simbiotik munosabatlar, birinchi navbatda, metabolik mahsulotlar almashinuviga va mikroob populyasiyalari uchun yashash maydonini ta'minlashga asoslanadi. Mikroorganizmlar uchun oziqlanish manbai bo'lib yuksak organizmlarning hayotiy sekresiyasi mahsulotlari va o'lik qismlari xizmat qiladi. Makroorganizm mikroblarning ko'payishi uchun yetarli darajada doimiy sharoitlarni ta'minlaydi va ba'zi hollarda mikroob populyasiyasini tashqi ta'sirlardan himoya qiladi. Yuksak organizm bilan simbioz hosil qilganda, mikroorganizmlar xo'jayin organizmning himoya tizimlari va boshqa mikroorganizmlar - ushbu makroorganizmning simbiiontlari bilan o'zaro aloqaga kirishadi.

Simbiozni hosil qiluvchi tomonlarning bir-biriga nisbatan joylashishiga ko'ra **ekzo- (ekto-) va endosimbiozlar** farqlanadi. Birinchi holda, kichikroq organizm yoki bunday organizmlar hamjamoasi kattaroq organizmning yuzasida yoki uning yonida joylashgan bo'ladi. Ekzosimbiozni **rizosfera** deb hisoblash mumkin, ya'ni o'simlik ildizlari atrofidagi tuproq, bu yerda mikroorganizmlar soni tuproqning qolgan

qismiga qaraganda ancha yuqori. Endosimbioz kichikroq organizm kattaroq bo'lgan hujayralar yoki to'qimalarning ichida bo'lganida hisoblanadi, bu holda bu **xo'jayin organizm** deb ataladi. Misol uchun, **mikorizani**, ya'ni o'simlik ildizlari va qo'ziqorin miseliyasi o'rtasidagi simbiozni endosimbioz deb hisoblash mumkin, chunki zamburug' gifalari ildizga kirgan holda jyolashadi. Ba'zi protozoalarda endosimbiontlar sifatida sianobakteriyalar yoki bir hujayrali suv o'tlari hujayralari mavjud bo'ladi.

Simbiozdagi sheriklar munosabatlarining tabiati juda xilma-xildir, shuning uchun bu yerda faqat eng umumiy tasnif beriladi. Ikki organizmning o'zaro manfaatli birgalikda yashashi **mutualizm**, sheriklardan biri foyda ko'radigan, ikkinchisi esa zarar ko'rsa yoki o'lib qolsa, bunday birga yashash turi **parazitlik** deb ataladi. Mutualistik simbiozda munosabatlar tomonlarning bir-birini tashqi ta'sirlardan himoyalash, ma'lum ozuqaviy tarkibiy qismlarni olish va jinsiy sheriklarni tanib olish va ko'payishda afzalliklar kabi o'zaro holatini yaxshilashga asoslanadi. Masalan, qatiq bo'lakchalarida achitqi shakarni fermentasiya qilishdan tashqari, laktozani laktatga aylantiradigan sut kislotasi bakteriyalarining rivojlanishi uchun zarur bo'lgan vitaminlar majmuasini ham sintez qiladi. Sulfidogenlar bilan fotosintez qiluvchi mikroorganizmlarning hamkorligi oltingugurt birikmalaridan siklik foydalanishga asoslangan. Patogen shakllar orasida parazitlik keng tarqalgan. Masalan, hujayra ichidagi parazitlar viruslar, jumladan, bakteriofaglar va o'simliklarda saraton o'simtalarini keltirib chiqaradigan agrobakteriyalar bo'ladi. **Neytralizm** sheriklarning birgalikdagi mavjudligi deb ataladi, bunda o'zaro aniq ta'sir kuzatilmaydi. Ushbu uchta munosabatlar shakliga qo'shimcha ravishda, sheriklardan biri ikkinchisining mavjudligiga befarq bo'lgan, ikkinchisi esa foyda olishi mumkin bo'lgan (**kommensalizm**) yoki rivojlanishi to'xtatishi mumkin (**amensalizm**) bo'lgan munosabatlarni ham misol qilib keltirishimiz mumkin. Makro va mikroorganizmlarning simbiozlari tabiati har xil bo'lishi mumkin. Masalan, patogen mikroorganizmlar makroorganizm bilan parazitlar simbiozga kirib, o'zlarining rivojlanishi bilan xo'jayin organizmga zarar yetkazadi, yuqumli kasalliklarni keltirib chiqaradi, ba'zan esa xo'jayin organizmning o'limiga olib keladi. **Tashish** deb nomlangan simbioz parazitning xo'jayin organizmda uning sezilarli darajada rivojlanishi to'xtatmaydigan va o'limiga olib kelmaydigan holatda yashash usulini anglatadi. Mutualistik simbiozda mikroorganizmlar hayvonlar va o'simliklar hayotida muhim rol o'ynaydi,

ularni ma'lum ozuqa moddalar va vitaminlar bilan ta'minlaydi hamda patogen shakllarning rivojlanishini to'xtatadi. Tabiatdagi hyech qanday makroorganizm odatda uning muhim "yig'ma" organi sifatida xizmat qiladigan "do'stona" simbiotik mikroorganizmlarisiz mavjud bo'la olmaydi.

Simbiozning tabiati sharoitlar o'zgarishi bilan o'zgarishi mumkin. Masalan, normal mikrobiota odam bilan o'zaro simbiozda mavjud, ammo immunitetning pasayishi bilan oshqozon-ichak trakti va terining ba'zi mikroorganizmlari jiddiy kasalliklarga olib kelishi mumkin va ular **shartli patogenlar** yoki **opportunistlar** deb ataladi. Simbiozlarda oziqlanishning ikkita imkoniyati amalga oshiriladi. **Saprotrofiyada** simbiot mikroorganizm, erkin yashovchi organizmlar kabi boshqa organizmlarning hayoti davomida hosil bo'lgan organik birikmalardan yoki ularning o'lik qoldiqlarining parchalanish mahsulotlaridan foydalanadi. **Paratrofiyada** (majburiy parazitizm) mikroorganizm butunlay xo'jayinga bog'liq bo'lib, xo'jayin hosil qilgan, xo'jayiniga xos va murakkab organik moddalarni iste'mol qiladi va ko'pincha o'z extiyojlariga mos ravishda xo'jayin metabolizmini o'zgartiradi.

Bir sherik, odatda endosimbiot ikkinchisiz mavjud bo'lolmasa **obligat** simbioz bo'lishi mumkin. Masalan, hayvonlar hujayralarining obligat parazitlari bo'lgan rikkesiyalarning mustaqil rivojlanishi imkonsiz, chunki ular hujayra tuzilmalari va funksiyalarining bir qismini yo'qotgan. **Fakultativ simbiozning** misoli bir-birisiz mavjud bo'lishi mumkin bo'lgan tuganak bakteriyalar va o'simliklar tomonidan namoyon bo'ladi. Shu bilan birga, bu organizmlarning birgalikda yashashi uchun birlashishi azotni o'zlashtirish jarayonining samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.

Hozirgi vaqtda barqaror simbiozlarni yaratish va ularning faoliyat yuritishlari uchun zarur bo'lgan sheriklar soni haqidagi tasavvurlar sezilarli darajada o'zgardi. Yaxshi o'rganilgan simbiozlarning tan olingan komponentlari bilan bir qatorda (lishayniklar, aktino- va mikorizalar, bakterial matlar, qatiq bo'laklari) bunday jamoalardan simbiozning shakllanishiga hissa qo'shadigan va kelajakda doimo mavjud bo'ladigan yordamchi bakteriyalar ajratib olinadi. Bular qator gramm musbat bakteriyalar va *Pseudomonas* va *Burkholderia* avlodlari vakillari. Tuproqning selluloza parchalovchi mikroorganizmlari hamkori sifatida morfologiyasi turli xil bo'lgan prostekobakteriyalar aniqlangan.

Mikroorganizmlar hamjamoasi. Sintrofiya. Tabiatda mikroorganizmlar, birinchi navbatda, **mikroorganizmlar hamjamoasining** tarkibiy

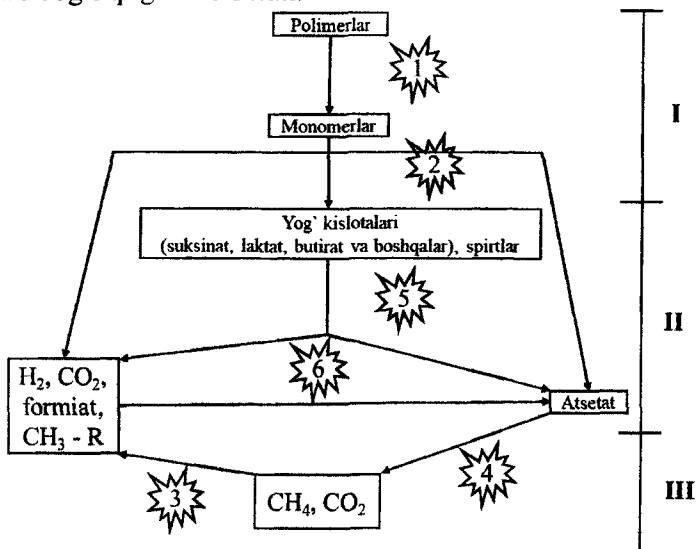
qismlari bo'lgan boshqa mikroorganizmlar bilan o'zaro ta'sir qiladi. Mikroorganizmlar hamjamoasi - bu ma'lum bir joyda uzoq vaqt davomida bir-biriga bilan o'zaro ta'sir qiladigan turli funksiyalarga ega bo'lgan mikroorganizmlar to'plami hisoblanadi. Mikroorganizmlar hamjamoasi ma'lum bir tur tarkibi bilan tavsiflanadi, lekin jamoa a'zolarining miqdoriy nisbatlari mavjud sharoitga qarab vaqt o'tishi bilan o'zgarishi mumkin. Mikroorganizmlar orasida – ushbu hamjamoaning mavjudligi uchun xizmat qiladigan o'ziga xos fiziologik ko'rsatkichlarga eng mos keladigan funksional dubler guruhlar son jihatdan ustunlik qiladi. Muhitning o'zgarishi bilan turli guruhlardagi dominant turlarning o'zgarishi va mikroorganizmlar sonining o'zgarishi tufayli hamjamoaning muntazam o'zgarib borishi mikroorganizmlar hamjamoasining **suksessiyasi** deyiladi.

Mikroorganizmlar hamjamoasidagi o'zaro ta'sirning asosini ba'zi organizmlarning boshqa organizmlar hayot faoliyati mahsulotlari bilan oziqlanadigan hamda hamjamoada orasida ozuqa moddalarning va energiyaning aylanishini ta'minlaydigan trofik aloqalar tashkil qiladi. Shu bilan birga, hamjamoadagi boshlang'ich ozuqa substratining oksidlanishining ketma-ket amalga oshiriladigan kimyoviy reaksiyalari zanjirining har bir bosqichi boshqa mikroorganizmlarni zarur energiya bilan ta'minlashi kerak. Tomonlarning yaqin aloqalari, kuchli o'zaro aloqalar hosil qilgan, hujayralarning jismoniy yaqin holatda matrisaning integral tuzilmalari sifatida shakllangan mikroorganizmlar hamjamoasi **konsorsiumining** shakllanishiga olib keladi. Zamonaviy tushunchalarga ko'ra, aynan mikroorganizmlar hamjamoalari atrof-muhit bilan o'zaro aloqaga kirishuvchi funksional birlik hisoblanadi.

Sellyulozani parchalaydigan tabiiy chuchuk suv anaerob mikroorganizmlar hamjamoasi yaqin trofik munosabatlarga misol bo'la oladi (48-rasm).

Sellyuloza achitqilarning hujayra tashqari fermentlari tomonidan I bosqichda parchalanadi (ko'p hollarda *Clostridium* avlodining vakillari). Hosil bo'lgan shakarlar turli xil fermentasiyani amalga oshiradigan mikroorganizmlar tomonidan parchalanib, organik kislotalar, spirtlar va gazlar hosil qiladi. II bosqichda ikkitadan ortiq uglerod atomiga ega bo'lgan yog' kislotalari va bir nechta uglerod atomiga ega spirtlar, asetat va molekulyar vodorodga aylanadi. Bunday reaksiyalar termodinamik jihatdan noqulay hisoblanadi va uning davom etishi uchun muhitdan H_2 olib tashlanishi kerak. Chuchuk suvlarda vodorodni metanogen mikroorganizmlar, dengizlarda esa sulfidogen mikroorganizmlar o'zlashtiradi. Bunday holda, vodorodning (va ba'zan formiat va

asetatning) turlararo ko‘chishi amalga oshiriladi va **sintrofiya** paydo bo‘ladi – bu mikroorganizmlarning oziqlanish ehtiyojlarida bir-biriga to‘liq o‘zaro bog‘liqligini ko‘rasati.



48-rasm. Polimerning anaerob trofik parchalanish zanjiri ulanishlar:

I, II, III - jarayonning asidogen, asetogen va metanogen bosqichlari; jarayonda ishtirok etuvchi mikroorganizmlar guruhlari: 1 - gidrolitiklar; 2 - achitqilar; 3 - vodorodni ishlatadigan metanogenlar; 4 - asetoklastik metanogenlar; 5 - sintrofik mikroorganizmlar; 6 - gomoasetogenlar

Bunday hamjamoalarda molekulyar vodorodni ajratib H⁺ ni majburiy qaytaruvchilar sintroflar hisoblanadi. Chunki ular vodorodni reaksiya zonasidan olib tashlaydigan mikroorganizmlarsiz mavjud bo‘la olmaydi. Mikroorganizmlar hamjamoasida doimo mavjud bo‘lgan gomoasetogen bakteriyalar guruhining vakillari ham H₂ dan foydalana oladilar, ammo ularning bunday hamjamolarga qo‘shgan hissasi aslida sezilarsizdir, sababi ularning soni normal sharoitda sezilarli songa yetib bormaydi. Harorat 20°C dan pastga tushganda va muhitning pH qiymati 5,0 ga tushganda gomoasetogenlarning roli ortishi mumkin. Chuchuk suvli yashash muhitlarda sellulozaning parchalanishi uch bosqichda sodir bo‘ladi va **biogaz** (karbonat anhidrid bilan aralashgan metan) hosil bo‘lishi bilan tugaydi. Ozuqa zanjiridagi oxirgi bo‘g‘in vodorodtrofik va asetoklastik metanogenlar bilan ifodalanadi. Anaerob metanogen tizimga (masalan,

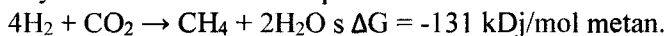
kavsh qaytaruvchi hayvonlarning qorin bo'shlig'iga) mavjud bo'lgan organik moddalarning katta miqdori yuborilsa, reaksiyalar zanjiri muvozanatsizligi sodir bo'ladi. Kislotalarning tez shakllanishi tufayli pH qiymati 6,0 gacha tushadi va metanogenlar "o'chiriladi". Buning oqibati kavsh qaytaruvchi hayvonlarda hazm qilishning buzilishi (asidoz) sodir bo'ladi.

Biopolimerlarning sulfatga bog'liq parchalanishi (dengiz yashash joylarida) birlamchi achituvchilar va sulfidogenlar (sulfat va oltingugurt qaytaruvchilari) ishtirokida ikki bosqichda sodir bo'ladi va yakuniy mahsulot sifatida faqatgina CO₂ va H₂S larning hosil bo'lishi bilan yakunlanadi.

Methanobacillus omelanskii ning binar aloqasi sintrofik o'zaro ta'sirlarning taniqli misoli bo'lib xizmat qiladi va u birinchi marta ajratilganda sof kultura deb atalgan. Keyinchalik ma'lum bo'lishicha, u ikkita bir-biridan qiyin ajraladigan mikroorganizmlardan iborat bo'lib, ulardan biri ushbu reaksiyani amalga oshiradi.

$2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COO} + 2\text{H}^+ \quad \Delta G' = +19 \text{ kDj/2 mol}$ etanol.

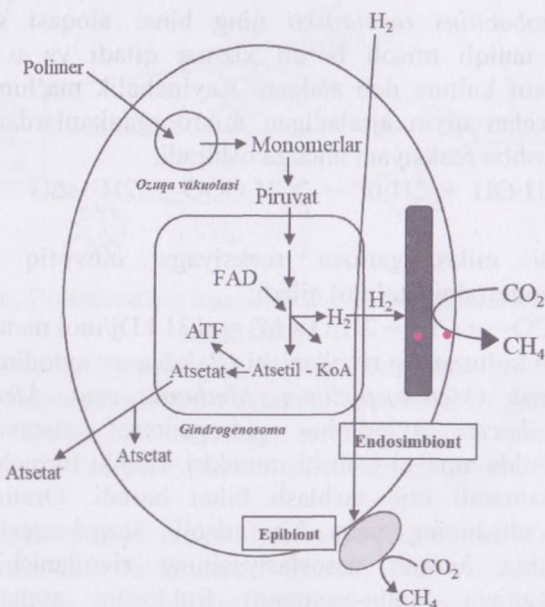
Ikkinchi mikroorganizm reaksiyaga muvofiq hosil bo'lgan molekulyar vodorodni iste'mol qiladi:



Birinchi kulturaning rivojlanishi (*Pelobacter* avlodining vakili) faqat ikkinchi sherik (*Metanospirillum*, *Methanococcus*, *Methanobacterium*, *Methanobrevibacter* avlodining gidrogenotrof metanogenlari) bilan bog'langan holda amalga oshishi mumkin, chunki birinchi reaksiya faqat vodorodni samarali olib tashlash bilan boradi. Oraliq mahsulotning turlararo ko'chishining yana bir misoli *Acetobacterium woodii* va *Methanosarcina barkeri* assosiasiyasining rivojlanishi bo'lib, unda birinchi organizm (gomoasetogen) fruktozani asetatga aylantiradi, metanogen esa asetoklastik metanogenezni amalga oshiradi. Stiklend reaksiyasi ikkita sherik tomonidan amalga oshirilganda ikki mikroorganizmning assosiasiyasi sintrofik bo'lishi mumkin.

Mikroorganizmlar simbiozlariga misollar. Tabiatdagi mikroorganizmlar ko'pincha o'zaro barqaror simbiozlarni yaratadilar, ularda sheriklarining metabolik imkoniyatlari birlashtiriladi va natijada ko'plab jarayonlar samaraliroq amalga oshiriladi. Ko'pgina fotosintezni amalga oshiruvchi, harakatsiz mikroorganizmlar doimiy ravishda mobil sulfatni qaytaruvchi hamkorlari yuzasida yashaydi. Oltingugurt birikmalarining siklik ishlatilishiga qo'shimcha ravishda, bunday

assosiasiyalar fototroflarning muhitdagi o'rnini o'zgartirishga imkon beradi. Ba'zi protozoalarda siyanobakteriyalar, yashil yoki oltin rangli bir hujayrali suv o'tlari hujayralari endosimbiontlar sifatida uchraydi. Mutloq anaerob hisoblangan kiprikli protozoalar *Trimyema compressum*, *Metopus striatus*, *Pelagiofila nasuta* va *P. frontata* ko'pincha *Methanobacterium formicum* va *Methanoplanus endosymbiosus* metanogenlar bilan o'zaro mutualistik simbioz hosil qiladi. Shu bilan birga, protozoaning bitta hujayrasida uning hajmining 10% gacha miqdoriga to'g'ri keladigan 700 tagacha prokariotik endosimbiont hujayralari bo'lishi mumkin. Metanogen etkosimbiont (epibiont) hujayralar ham protozoalar hujayrasining yuzasi bilan bog'langan bo'ladi (49-rasm).

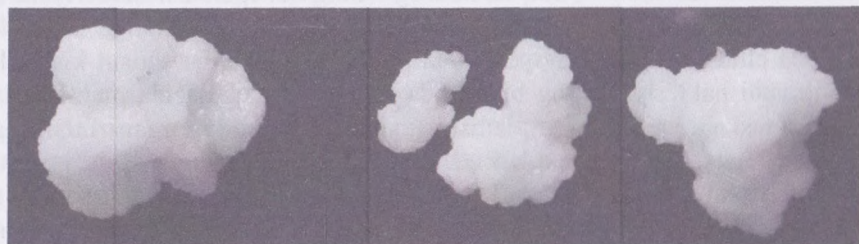


49-rasm. Protozoanning metanogenlar bilan mutaalistik simbiozi

Simbiozning mavjudligi energiyaning yanada samarali o'zlashtirilishiga va protozoanning o'sishining 30% ga oshishiga olib keladi, chunki gidrogenosomada hosil bo'lgan molekulyar vodorodning metanogenlar tomonidan tez ishlatilishi ozuqa substratlarining katabolizmi va asetat hosil bo'lish reaksiyalarining tezligini sezilarli darajada oshiradi.

Qatiq kabi foydali va to'yimli mahsulotni ishlab chiqarishda qadimdan "qatiq achitqisi" yoki **qatiq donalari** deb ataladigan agregat holatda

boʻlgan murakkab, tabiiy ravishda hosil boʻlgan mikroorganizmlar hamjamoasi ishlatilib kelinadi (50-rasm).



50-rasm. Faol qatiq donalari, besh barobar kattalashtirilgan

Qatiq achitqisining mikrobal tarkibi uning kelib chiqishi va foydalanish shartlariga bogʻliq, lekin u doimo sut kislotali bijgʻituvchi mikroorganizmlar va achitqilarni oʻz ichiga oladi. Bakteriyalar orasida *Lactobacillus* va *Lactococcus* turkumlari dominant hisoblanadi, *Leuconostoc* turkumi mikroorganizmlari kamroq miqdorda boʻlishi mumkin. Turli manbalardan olingan qatiq donalarida doimo *Saccharomyces* va *Kluyveromyces* avlodi vakillari ustunlik qilishi va *Pichia*, *Rhodotorula*, *Candida*, *Zygosaccharomyces*, *Yarrowia*, *Cryptococcus* va *Torulopsis* avlodlari vakillarining kam uchrayshi qayd etilgan. Bitta qatiq zamburugʻining tarkibi bir xil turdagi bakteriyalar va achitqilarning bir nechta shtammlarini oʻz ichiga olishi mumkin. Shuningdek, bir qator tadqiqotchilar *Acetobacter* avlodining sirka kislotali bijgʻituvchi bakteriyalari vakillarini qatiq achitqisi mikrobal tarkibining kam sonli, ammo ajralmas qismideb ataganlar.

Qatiq achitqisidan qatiq tayyorlash jarayonida agregatning sirt qatlamlarida joylashgan, tez koʻpayish qobiliyati bilan farqlanadigan hujayralar sutga oʻtadi, sutda inkubasiya uchun eng qulay sharoitlar (erkin holat, sut oqsili va laktozaga boy muhit, havo mavjudligi) mavjud boʻladi. Shu bilan birga, metabolik sharoitlari muhitdagi mavjud fizik-kimyoviy sharoitlarga eng mos keladigan bir xil turdagi funksional juftliklarning turli shtammlari, rivojlanishda boshqalarga qaraganda ustunlikka ega boʻladilar. Achitqidan qatiq tayyorlashda (pH ning pasayishi, spirtning hosil boʻlishi) yetishtirish sharoitlarining keyingi oʻzgarishi tufayli laktobakteriyalarning ayrim turlarini koʻproq asidofil hisoblangan *Lb kefir*i bilan almashtirish mumkin.

Achitqi hujayralari oʻzaro manfaatli munosabatlar orqali sut kislotasi bakteriyalari bilan sutda toʻplanadi. Qatiq donalarining bir qismi boʻlgan

achitqi zamburug'lar, xususan, *Saccharomyces cerevisiae*, muhitning pH darajasining pasayishiga ham, undagi sut kislotasining yuqori miqdoriga ham chidamli bo'ladi. "Qatiq zamburug'i"ning sut kislotasi bakteriyalari, o'z navbatida, achitqilar tomonidan ishlab chiqarilgan etanolga sezilarli darajada chidamlilikni namoyon qiladi. Qatiqda achitqilar va sut kislotali bijg'ituvchi bakteriyalarning birgalikda rivojlanishi natijasida mahsulotda sut kislotasi va spirtning to'planishi unda begona mikroorganizmlarning rivojlanishiga to'sqinlik qiladi. Achitqilar sut kislotali bijg'ituvchi bakteriyalarining rivojlanishi uchun zarur bo'lgan vitaminlarni ham sintez qiladi. Ushbu mikroorganizmlar hujayralari tez-tez achitqilar bilan yaqin aloqada bo'lib, bir-biridan yetishmayotgan o'sish omillarini o'zlashtiradi. Shuningdek etanol, sut kislotali bijg'ituvchi bakteriyalar populyasiyasining achitqisi mikroorganizmlari hamjamoasidagi rivojlanishida ularning bo'linishini va ularning qarish tezligini kamaytiradi. Shunday qilib, sutdagi qatiq achitqisining rivojlanishi uning tarkibi va tarkibiy qismlarining nisbati o'zgarishida ifodalangan mikroorganizmlar hamjamoasining ketma-ketligi sifatida qaralishi mumkin. Shu bilan birga, laktobasillalar va laktokokklar laktozani sut kislotasiga aylantiradi va pH qiymatini pasaytiradi, bu sut oqsilining qisman kislotali denaturasiyasiga olib keladi, achitqi esa etanol ishlab chiqaradi va vitaminlarni sintez qiladi. Ko'p miqdorda ekzopolisaxaridlar ishlab chiqarishga qodir bakteriya turlari (masalan, *Lactobacillus kefiranofaciens* va *Leuconostoc pseudomesenteroides*) qatiq shakllanishida, shuningdek, tayyor qatiqning yopishqoqligini ta'minlashda ishtirok etishi mumkin.

Shunga o'xshash mutualistik simbioz **choy zamburug'i** (kombucha) bo'lib, uyda ushbu shirin choydan tetiklashtiruvchi ichimlik tayyorlash uchun ishlatiladi. Uning asosiy tarkibiy qismlari *Saccharomyces* va *Schizosaccharomyces* avlodining achitqilari va *Acetobacter* (odatda *A. xylinum*) avlodiga kiruvchi sirka kislotali bijg'ituvchi bakteriyalardan tashkil topgan. Bu mikroorganizmlar hamjamoasi keng og'izli idishdagi suyuqlik yuzasida joylashgan qalin qatlamli shilliq bioplyonka ko'rinishida hosil bo'ladi. Havo bilan aloqada bo'lgan bioplenkaning yuqori qatlamlari qalin teriga o'xshash tuzilishdagi konsistensiyasiga ega, suyuqlikda bo'lgan pastki qatlamlari esa yumshoqroq bo'ladi. Kultura matriksi esa *A. xylinum* tomonidan uning kislorod bilan aloqa qilganda ishlab sintezlangan polisaxaridlaridan hosil bo'ladi. Odatda substrat sifatida, qora choyning 4-6% shakarli eritmasi ishlatiladi. Shirin choy va **choy zamburug'i** (kombucha) aralashmasi xona haroratida bir necha kun saqlanadi. Zamburuglar shakarni spirt va karbonat angidridga, sirka

kislotali bakteriyalari esa spirtni asetatga oksidlab, ichimlikka shirin va nordon ta'm beradi. Kulturalar sintez qilgan asosiy moddalar bilan bir qatorda hosil bo'lgan kislotalar aralashmasidan (glyukonat, laktat, suksinat, sitrat, malat va boshqalar) ozgina gazlangan izoprenoidlar, vitaminlar va fermentlar aralashmasi bilan boyigan kuchsiz kislotali ichimlik hosil bo'ladi.

Aerob va anaerob mikroorganizmlarning hamkorlikda yashashlari **kommensalizmga** misol bo'la oladi, bunda aeroblar kislorodni iste'mol qilish orqali anaeroblarning rivojlanishi uchun sharoit yaratadilar lekin o'zlari bundayn hech qanday foyda olmaydilar. Chirituvchi bakteriyalar ammiak hosil qiladi va keyinchalik ushbu ammiakni nitrifikator bakteriyalar o'zlashtiradi. Bunday holda, doimiy pH qo'rsatkichni saqlash muhimdir. Nitrifikasiyaning ikki bosqichini amalga oshiruvchi mikroorganizmlar ikkinchi kulturaning zaharli azot kislotasini kamroq zaharli bo'lgan azot kislotaga aylantirishiga asoslanadi.

Faqat mikrokomponentlardan tashkil topgan **parazitar simbiozlar** sifatida prokariotlar bilan bakterio-, aktino- va sianofaglarning turli guruhleri vakillari birgalikda yashashi hamda natijada xo'jayin mikroorganizmning o'limiga (**lizisiga**) olib keladigan simbiozlar turlari misol bo'la oladi. Prokariotlarning hujayra ichidagi parazitlari ham *Bdellovibrio* va *Campylobacter* avlodiga mansub bakteriyalar hisoblanadi. Shunday qilib, suv havzalarida keng tarqalgan *Bdellovibrio bacteriovorans* gram manfiy bakteriyalarning periplazmasiga kirib ipga aylanadi va xo'jayin organizmning protoplastini asta-sekin parchalaydi. Keyin ip ko'p marta bo'linib yosh vibriionlarni hosil qiladi, ular hujayra devori parchalangandan so'ng, yangi xo'jayin organizmning qidirish uchun tashqi muhitga chiqadilar. *Campylobacter* avlodiga kiruvchi mikroorganizmlar yashil mikro suvo'tlarini bilan xuddi shunday simbioz holatda yashab, natijada ularni nobud qiladi.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, mikroorganizmlar sayyoramizda hamma joyda mavjud bo'lib ular biosferaning chegaralarini belgilab beradigan organizmlar hisoblanadi. Mikroorganizmlar ayniqsa tuproqda ko'p uchraydi, chunki u yerda doimo mikroorganizmlarning ko'payishi uchun zarur bo'lgan suv va ozuqa moddalari mavjud bo'ladi. Mikrobiota ekotizim sifatida tuproqni saqlash va rivojlantirishda muhim rol o'ynaydi. O'simlik va hayvonlarning organik qoldiqlar mikroorganizmlar ishtirokida gumusga aylanadi. Aksariyat bakteriyalar va arxeylar tuproq zarralari yuzasida mikrokoloniyalar shaklida yoki tuproq eritmasida suspenziya shaklida joylashgan bo'ladi. Mikroorganizmlarning miselial shakllari

tuproq agregatlari ustida yoki ular orasida o'sib, ularni o'rashga qodir. Tuproqda ko'plab sporalar mavjud. Protozoalar suv plyonkasida yashaydi va mikroorganizmlar hujayralari bilan oziqlanadi. Mikroorganizmlarning populyasiyasining zichligi tuproqqa chuqurroq kirib borgan sari kamayib boradi. O'simliklarning ildizlari atrofidagi tuproqlarda mikroorganizmlar sonining ko'proq bo'lishini kuzatish mumkin. Shunday qilib tuproq, biosferaning barcha komponentlari o'rtasida barqaror holda modda va energiya almashinuvini ta'minlash uchun xizmat qiladi.

Biosferaning gidrosera qatlami ham mikroorganizmlar uchun tabiiy yashash joyi bo'lib xizmat qiladi. Suvda mikroorganizmlarning ham faol hamda tinim davridagi formalari bo'lishi mumkin. Havoda mikroorganizmlarning fiziologik faolligi ancha past bo'lib, ularning ko'pchiligi harakatsiz va tinim davridagi formalari ko'rinishida uchraydi. Mikroorganizmlar yuksak hayvonlar va o'simliklar tanasining tashqi yuzalarida ham, ichki organlarida ham yashaydi. Makroorganizm va mikroorganizmlar hujayralari o'rtasida yuzaga keladigan munosabatlar metabolik mahsulotlar almashinuvi va yashash maydonini ta'minlash kabilarga asoslanadi.

Mikroorganizmlarning biosferada bunday keng tarqalganligi ularning xususiyatlari va atrof-muhit bilan o'zaro aloqa qilish yo'llarining xilma-xilligi bilan bog'liq. Yashash muhitida mikroorganizmlar erkin (suvda muallaq) va substratga birikkan holatda bo'lishlari mumkin. Substratga birikkan hujayralar erkin yashovchi hujayralardan sezilarli darajada farq qiladi. Ular uchun integral struktura matritsasi vazifasini bajaradi. Har qanday mikroorganizm tashqi muhit bilan o'zaro aloqada bo'lganda, ma'lum bir o'sish strategiyasidan (usulidan) foydalanadi.

Mikroorganizmlar uchun asosiy abiotik omillar suv, pH, harorat, gidrostatik bosim, elektromagnit nurlanish va kislorod mavjudligi hisoblanadi.

Atrof muhitda tarqalgan mikroorganizmlar boshqa organizmlar bilan aloqa qilishda birinchi navbatda ularda mavjud bo'lgan ozuqadan foydalanish munosabatiga ko'ra ta'sir qiladi. Bunday o'zaro ta'sirlarning ekstremal shakllari antibioz va hamkorlikdir. Simbioz munosabatdagi mikroorganizmlar o'zaro trofik, fazoviy, himoya va boshqa turdagi munosabatlarni namoyon qilishadi. Simbiozlar tarkibiy qismlariga, bir-biriga nisbatan joylashishiga va o'zaro ta'sir qilish xususiyatiga ko'ra bir necha guruhlarga bo'linadi. Muhitning sharoitlari o'zgarishi bilan simbiozlarning ham tabiati o'zgarishi mumkin.

Mikrozonalarda mikroorganizmlar o'rtasidagi simbiotik aloqalar mikroblar jamoasi doirasida amalga oshiriladi. Oziqlanish ehtiyojlarida mikroorganizmlarning bir-biriga to'liq o'zaro bog'liqligi sintrofiya deyiladi.

Mavzu yuzasidan savol va topshiriqlar

1. Mikroorganizmlar antibiotik jarayonida raqobatchilariga qarshi qanday moddalarni ajratib chiqarishi mumkin?

2. Antibiotikning yirtqichlik turiga misol bo'ladigan mikroorganizmlarni bilasizmi?

3. Rezident va tranzit mikroorganizmlar farqini tushuntiring.

4. Simbiozni hosil qiluvchi tomonlarning bir-biriga nisbatan joylashishiga qarab qanday guruhlarga ajratish mumkin?

5. Organizmlar o'rtasida sodir bo'ladigan parazitlik munosabatini tasniflang.

6. Organizmlar o'rtasida sodir bo'ladigan qanaqa munosabat turlarini bilasiz?

7. Neytralizm, kommensalizm va amensalizm munosabatlarida farqi nimada?

8. Opportunistlar deb nimaga aytiladi?

9. Mikroorganizmlar hamjamoasining suksessiyasiga nima sabab bo'lishi mumkin?

10. Chuchuk suvli yashash muhitlarda sellyulozaning parchalanishi nechta bosqichda sodir bo'ladi?

11. Biopolimerlarning sulfatga bog'liq parchalanish dengiz muhitida nimalar orqali sodir bo'ladi?

12. Mutlaq anaerob hisoblangan kiprikli protozoalarga misol keltiring.

13. Qatq achitqi mikrobiol tarkibida qaysi bakteriya turlari bo'lishi mumkin?

14. Prokariotlarning hujayra ichidagi parazitlari qaysi bakteriya avlod vakillari hisoblanadi?

15. Mikroorganizmlar simbioz munosabatlarining ahamiyati qanday?

16. Kommensalizm nima? Misol keltiring.

VIII bob. MIKROORGANIZMLARNING TABIATDA TARQALISHI VA AHAMIYATI

14-§. Mikroorganizmlarning ekologiyasi

Suv mikroflorasi. Boshqa tirik organizmlarga qaraganda bakteriyalar tabiatda keng tarqalgan, chunki ular nihoyatda mayda bo'lganligi, tashqi muhit faktorlariga tez moslasha olganligi, turli-tuman oziq moddalarni iste'mol eta olganligi uchun boshqa organizmlar yashay olmaydigan joylarda ham uchraydi. Bakteriyalar tuproqda, suvda, havoda va boshqa organizmlar tanasida uchraydi.

Suvda juda ko'p mikroorganizmlar uchraydi, chunki suv tabiiy muhit hisoblanadi. Suvga mikroorganizmlar tuproqdan o'tadi. Agar suvda oziq moddalar yetarli bo'lsa, mikroorganizmlar soni juda ko'payib ketadi. Ayniqsa chiqindi oqava suvda bakteriyalar ko'p bo'ladi. Artezian quduqlari va buloq suvlari esa toza hisoblanadilar, ularda bakteriyalar deyarli uchramaydi. Ariq va hovuz suvlarida, ayniqsa ariq suvining 10 sm. gacha bo'lgan chuqur qismida, qirg'oqqa yaqin joylarda mikroblar soni ko'p bo'ladi. Qirg'oqdan uzoqlashgan sari va chuqurlashgan sari mikroblar soni kamaya boradi. 1 ml toza suvda 100-200 dona mikrob uchrasa, iflos suvda 100000 dan 300000 gacha va undan ham ko'p bo'ladi.

Ayniqsa aholi yashaydigan joylardan oqib o'tgan suvda bakteriyalar ko'p bo'ladi. Masalan, A.S. Razumov ma'lumotiga ko'ra, Ural daryosining suvida aholi yashaydigan punktdan yuqorida 1 ml da 19700 bakteriya bo'lsa, axoli yashaydigan punktdan pastda 400000 dona bakteriya topilgan.

Suvning eng yuqori qatlamida bakteriyalar kamrok, o'rta qatlamida ko'proq va pastki qatlamida yanada kamroq bo'ladi. Masalan, qirg'oqdan 300 m narida 1 ml suvda 38 dona bakteriya, 5 m chuqurlikda 79 dona bakteriya, 20 m chuqurlikda esa 7 dona bakteriya topilgan. Yomg'irdan keyin bakteriyalar soni ko'payadi, yomg'irdan oldin 1 ml suvda 8 ta bakteriya topilgan bo'lsa, yomg'irdan keyin ularning soni 1223 taga yetgan.

Ariq suviga nisbatan ariqning cho'kindi moddalarida mikroblar soni ko'p bo'ladi, ayniqsa oltingugurt va temir bakteriyalari ko'p uchraydi. Bulardan tashkari, nitrifikatorlar, azotfiksatorlar, pektinni parchalovchilar ham uchraydi. Suvda (97%) spora hosil qilmaydiganlar, cho'kindilarda esa (75%) spora hosil qiluvchilar uchraydi.

Suvda doim uchraydigan vakillaridan: *Bact. fluorescens*, *Bact.*

aquatilis, *Micrococcus candicans* va boshqalar, hovuz suvlarida esa vibriionlar, spirillalar temir va oltingugurt bakteriyalari uchraydi. Oqava suv tarkibida milliardlab bakteriyalar uchraydi va ular orasida yuqumli ichak kasalliklarini qo'zg'atuvchi vakillar ham bo'ladi.

Suvning eng iflos qismi polisaprob zona deyiladi, bu zonadagi suvning 1 ml da 1000000 ga yaqin bakteriya bo'ladi. O'rtacha ifloslangan zona mezasaprob zona bo'lib, bu zonadagi suvning 1 ml da 100000 bakteriya bo'ladi. Ancha toza qismi oligosaprob zona deyiladi. Bu zonadagi suvning 1 ml da 1000 ga yaqin bakteriya uchraydi. Polisaprob zonada o'simlik va hayvon qoldiqlari anaerob yo'l bilan parchalanadi, natijada metan, vodorod sulfid, merkaptan, ammiak, organik kislotalar va aminokislotalar hosil bo'ladi. Mezasaprob zonada moddalarning parchalanishi davom etadi.

Oligosaprob zonada ko'proq ikki valentli temir tuzlari uch valentli tuzlarga aylanadi. Ayniqsa ariq va hovuz suvlarida juda ko'p patogen mikroblar uchraydi, ular orasida brusellyoz, qorin tifi, dizenteriya tayokchalari, vabo vibriioni va boshqalar bo'lishi mumkin.

Bitta odam 10 minut cho'milganda tanasidan suvga 3 milliard saprofit bakteriya, 100 mingdan 20 milliongacha ichak tayoqchasi tushadi. Bakteriyalarning ko'l suvida tarqalishi yil fasllariga qarab o'zgaradi. May va iyun oylarida bakteriyalar soni ko'proq bo'ladi. Dengiz va okean suvlarida mikroblar soni ariq suvlaridagidan kam, qirg'oqqa yaqin joylarda esa ko'proq bo'ladi.

A.Ye. Kriss va B.L. Isachenko dengiz va okean suvlarida denitrifikatorlar borligini aniklaganlar. Kriss va uning shogirdlari okean suvlarida spora hosil qiluvchi va spora hosil qilmaydigan vakillar, aktinomisetlar ham uchrashi mumkinligini ko'rsatadilar.

Tinch okeandagi bakteriyalar soni va biomassa miqdori tekshirilganda quyidagi natijalar olingan. 50 m chuqurlikkacha bo'lgan qismida 1 sm³ suvda 100 minglab bakteriya topilgan, biomasaning miqdori 1 sm³ suvga nisbatan olinganda atigi bir necha o'n milligrammni tashkil etgan. 50 m dan 200 m gacha chuqurlikda 1 sm³ suvda 10000 bakteriya bo'lib, biomassa 10 mg/m³ ga, 750- 3000 m chuqurlikdagi suvning 1 sm³ da bakteriyalar soni 100.000 gacha, biomassa esa 0,1 mg/m³ ga teng bo'lgan. B. S. Butkevich dengiz suvida 3% ga yaqin NaSI bo'lganda ham bakteriyalar yaxshi o'sganligini aniqlagan.

Bakteriyalarning 60% ga yaqin shtammlari chuchuk suvlarda o'smaganligi aniqlangan. Bu bakteriyalarni Kriss galofillar deb atagan. Galofillar Tinch okeanda 56,5% dan 88% gacha, Hind okeanida va

Antarktida atrofidagi dengizlarda 53-91% gacha uchrashi aniqlangan.

Ma'lumki, oqava suvda uchraydigan bakteriyalarga dengiz suvi salbiy ta'sir etadi. Masalan, Karpenter va uning shogirdlarini (1938) aniqlashi bo'yicha, dengiz suvi 30 minut ichida oqava suvdagi bakteriyalarning 80% ni nobud qilgan. Rozenfeld va Sobbel (1947) dengiz suvidan antibiotiklar hosil qiluvchi 9 ta forma topganlar, bu antibiotiklar esa, bakteriyalarni boshqa formalariga salbiy ta'sir etgan.

Aholisi zich joylashgan yerlardagi suvda mikroblar juda ko'p bo'ladi, shahardan suv 3-4 km nari o'tgach, mikroblar soni yana kamayadi. Buning bir qancha sabablari bor: mexanik yo'l bilan mikroblar suv tagiga cho'kadi, suvda oziqa moddalar kamayadi, bevosita tushgan quyosh nuri ularga salbiy ta'sir etadi, mikroorganizmlarning bir qismini sodda hayvonlar iste'mol etadi va boshqa faktorlar sabab bo'ladi.

Patogen mikroblardan brusellyoz, tulyaremiya, paratif, dizenteriya tayoqchalari, vabo vibrioni va boshqalar oqava suvda uzoq muddat yashaydi. Qorin tifi tayoqchasi 21 kun, muzda 60 kun va oqava suvda 6-30 kungacha yashaydi. Demak, ochiq suv havzalari yuqumli ichak kasalliklarini tarqatishda xavfli vosita bo'lishi mumkin. Shuning uchun suvni biologik usul bilan tozalashga alohida ahamiyat beriladi.

Suvni tozalash. Tozalash uchun suv avval maxsus tindirgichlarda tindiriladi, bunda mikroorganizmlarning 75% cho'kadi. Cho'kish jarayoni tez borishi uchun suvga koagulyant (ohak yoki glinozyom) ko'shiladi, so'ngra mayda shag'al va qum orqali filtrlanadi. Shundan keyin esa xlordanadi. Suvning tarkibidagi ichak tayoqchasi titr orqali aniqlanadi. Agar 300-500 ml suvda bir dona ichak tayoqchasi topilsa, suv toza hisoblanadi, shundan keyin bu suv vodoprovod orqali aholiga yuboriladi.

Tuproq mikroflorasi. Tuproqda juda ko'p mikroorganizmlar uchraydi, ya'ni bir 1 g tuproqda millionlab yoki milliardlab bakteriya bo'ladi. Havo va suvga nisbatan tuproqda bakteriyalar ko'p bo'ladi. Tuproq asosiy manba bo'lib, undan mikroblar havo va suvga o'tib turadi. Tuproqda turli-tuman bakteriyalar, aktinomisetlar, mog'orlar, achitqilar, suvo'tlari va sodda hayvonlar uchraydi.

Ba'zi olimlarning hisoblashicha, 1 ga haydaladigan yerning 25 sm chuqurlikkacha bo'lgan qatlamida 3-5 tonnagacha bakteriya uchrar ekan. Bakteriyalarning tuproqda tarqalishi tuproqning xususiyatiga bog'liq bo'ladi. Tuproqqa tushgan o'simlik va hayvonlar qoldig'i hisobiga mikroorganizmlar juda ko'payib ketadi. Tuproqdagi mikroorganizmlar soni tuproqning turiga, fizik- kimyoviy xossalriga va iqlim sharoitiga ko'ra har xil bo'ladi. Tuproqning yuza qismida mikroblar ko'p bo'ladi,

pastga tushgan sayin ularning soni kamayib boradi.

Mikroorganizmlar ko'proq 10-15 sm li qatlamda ko'p bo'ladi, chunki bu yerga quyosh nurlari tik tushmaydi, oziqa va namlik yetarli bo'ladi. Chuqur qatlamlarda bular kam bo'ladi, chunki tuproq tabiiy filtr vazifasini bajaradi va bakteriyalarni yer osti suvlariga kam o'tkazadi.

Tuproqda turli-tuman fiziologik gruppalarga mansub bo'lgan aeroblar, anaeroblar, saprofitlar, nitrifikatorlar, azotfiksatorlar, sellyulozani parchalovchilar, oltingugurt bakteriyalari, spora hosil qiluvchilar va spora hosil qilmaydigan vakillari keng tarqalgan. Yil fasllariga qarab tuproqdagi mikroorganizmlar soni ham o'zgarib turadi.

Ayniqsa o'simliklarning ildiz sistemasi atrofida bakteriyalar ko'p to'planadi, ularning ko'pchiligi aerob, tayoqchasimon (*Pseudomonas*) spora hosil qilmaydigan vakillardir. *Pseudomonas* avlodiga mansub bakteriyalar uglevodlar, organik kislotalarni o'zlashtiradi va o'zi ham bir qator vitaminlar sintezlash xususiyatiga ega. Bu vitaminlarni o'simliklar o'zlashtiradi.

Tuproqdagi organik moddalar parchalanganda, bakteriyalarning biosenozlari almashinib turadi. Avvalgicha tuproqda tez va oson parchalanadigan moddalar bo'lganda, asosan spora hosil kilmaydigan tayokchasimon bakteriyalar keng tarqaladi, keyinchalik ularning o'rnini spora hosil qiluvchi aerob bakteriyalar egallaydilar.

Tuproqdagi mikroorganizmlarni hisoblash uchun 1924 yili S. N. Vinogradskiy yangi metod ishlab chiqdi. Uning mohiyati quyidagidan iborat.

Ma'lum hajmdagi yoki miqdordagi tuproq suspenziyasidan surtma mazok tayyorlanadi, so'ngra u karbol kislotada eritilgan eritrozin bilan bo'yaladi va mikroskopda qarab mikroorganizmlar soni hisoblanadi.

F.N. Germanov bakterioskopik metodni yanada mukammallashtirdi. U tuproq zarrachalariga osh tuzi bilan ta'sir etadi. Natijada tuproq kompleksidan kalsiy va tuproq zarrachasi ichidagi va ustidagi bakteriyalar bo'shaydi. Bu metod bilan hisoblaganda, 1 g tuproqdagi bakteriyalar soni 10 milliardga yetgan. Tuproqqa yaxshi ishlov berilsa, yerda bakteriyalar soni ortishini quyidagi jadval ma'lumotlaridan ko'rish mumkin. Tuproq hosil bo'lish jarayonida, tirik organizmlarning: bakteriyalar, zamburug'lar, infuzoriyalar, suvo'tlari, o'simliklarning ildizi va bir qator hayvonlarning ahamiyati nihoyatda katta bo'lgan.

Havo mikroflorasi. Havo mikroflorasi tuproq va suv mikroflorasi bilan bog'liq, chunki havo bular ustida joylashgan bo'ladi. Agar tuproqda va suvda mikroorganizmlarning ko'payishi uchun sharoit bo'lsa, havoda

mikroorganizmlar ko'paya olmaydi.

16-jadval

**O'zlashtirilgan va o'zlashtirilmagan yerlardagi bakteriyalar soni
(1 g tuproqda million dona hisobida)**

Tuproq turi	Gorizont- lar	Kokk- lar	Tayoqcha- simon- lar	Yirik kokklar (azotobakter)	Jami bakteriya- lar soni
O'zlashtiril- magan qora tuproq	A1	2050	410	260	2709
	B1	730	50	960	1740
	C1	790	20	1760	2570
O'zlashtirilgan qora tuproq	A1	5540	240	590	6470
	B1	390	60	2340	2890
	C1	550	0	1130	1750
O'zlashtiril- magan sho'r tuproq	A1	2620	280	290	3230
	B1	640	700	966	1670
	C1	580	40	480	1000
O'zlashtirilgan sho'r tuproq	A1	4300	400	600	5820
	B1	1800	160	1400	3400
	C1	600	12	3200	3872

Havoga mikroorganizmlar chang bilan birga ko'tariladi, keyin yana tuproqqa o'tadi. Havoda oziqa moddalar yetishmaganda yoki ultrabinafsha nurlar ta'siridan bakteriyalarning bir qismi nobud bo'ladi. Shuning uchun havoda mikroblar soni tuproq va suvdagiga nisbatan kam bo'ladi.

Havo mikroflorasida kokklar, sarsinalar, tayoqchasimonlar, mog'or zamburug'larining sporalari, achitqi zamburug'lari va boshqa mikroorganizmlar uchraydi. Shahar xavosida mikroorganizmlar ko'p, qishloqlar xavosida kamroq bo'ladi. Ayniqsa o'rmonlar, tog'lar havosi toza bo'ladi. Yer yuziga yaqin xavo tarkibida mikroblar soni ko'p bo'lib, yuqoriga ko'tarilgan sayin kamayib borishini Ye.N.Mishustin kuzatgan. 1 m³ havoda 5000-300000 ga yaqin bakteriya bo'lishi aniqlangan.

Bakteriyalar orasida kasallik tug'diruvchi vakillari ham ko'p uchraydi: sil tayoqchalari, streptokokklar, stafilokokklar, gripp viruslari, ko'kyo'tal tayoqchasi va boshqalar ana shular jumlasidandir. Gripp, qizamiq, ko'kyo'tal faqat havo tomchilari orqali yuqadi, ya'ni aksirganda chiqadigan mayda aerazol tomchilar o'zida bakteriyalar tutgan bo'lib, havoga tarqaladi, atrofdagi odamlar nafas olishi natijasida kasallanadn. Buning oldini olish maqsadida yashaydigan xonalar havosini doim tozalab turish zarur. Yozda ko'chalarga suv sepib, chang ko'tarilmasligiga,

ko'kalamzorlashtirish ishlariga ahamiyat berish kerak. Ignabargli o'rmonlarga sayohat qilish odamning salomatligi uchun muhim ahamiyatga ega.

Rizosfera bakteriyalari. O'simliklar ildizi ta'siri ostidagi zona rizosfera deyiladi, Rizosfera mikroorganizmlari ildizlar yuzasida va o'simlik ildizlariga bevosita taqalib turadigan tuproqda ko'plab rivojlanadi. N. A. Krasilnikov ma'lumotiga ko'ra, makkajo'xori, kungabokar, soya va boshqa ekinlar rizosferasidagi mikroorganizmlar soni kontrol yerlardagiga qaraganda 5-10 baravar ko'p bo'lar ekan.

Rizosferada 3 ta zona farq qilinadi:

- 1) mikrofloraga nihoyatda boy bo'lgan ildizlar yuzasi;
- 2) ildizlarga taqalib turadigan tuproqning yupqa katlami;
- 3) ildizlar yuzasidan 0,5-1 mm narida bo'lgan haqiqiy rizosfera zonasi. Bu zonada mikroorganizmlar uchun oziqa ko'p bo'ladi.

Rizosfera zonalarida mikroorganizmlar juda ko'p miqdorda bo'ladi, o'simliklarning rivojlanish fazalariga qarab, ularning soni ham o'zgarib turadi. Odatda, urug'lar unishidan to gullash davrigacha mikroorganizmlar soni ortib boradi, gullash davrida kamayadi. Zamburug'lar, aktinomisetlar va sellyulozani parchalovchi bakteriyalar soni esa gullash davrida ortadi. Rizosferada ko'pincha spora hosil qilmaydiganlardan: psevdomonaslar, mikrobakteriyalar, radiobakteriyalar va boshqalar uchraydi.

Bakteriyalar o'simliklar uchun fiziologik aktiv moddalar hosil kiladi, qoldiq moddalarni parchalaydi va o'z navbatida yuksak o'simliklarga ta'sir etib turadi. O'simliklar ildizidan chiqqan moddalardan esa rizosfera bakteriyalari foydalanadi. Yuksak o'simliklarning barglari va novdalarida epifit mikroflora bakteriyalari uchraydi.

Nemis olimi Ye. Libbert (1966) epifit mikroflora bakteriyalari fiziologik aktiv modda - geteroauksin sintezlash xususiyatiga ega degan fikrni aytadi. Lekin V.I. Kefeli (1969, 1971) karam o'simligi steril muhitda L - triptofandan geteroauksin sintezlashini ko'rsatadi.

A.A.Tarassenko (1972) epifit mikroflora makkajo'xori maysalarining o'sishiga va moddalar almashinuvi jarayoniga ijobiy ta'sir etganligini kuzatgan. Ajratib olingan 12 tur bakteriyadan atigi 6 turi geteroauksin sintezlash xususiyatiga ega ekanligi ma'lum bo'lgan.

Mikoriza. 1881 yili polyak olimi F.M. Kamenskiy mikoriza hodisasini kashf etadi. O'simliklar ildizi bilan zamburug'lar orasidagi simbioz mikoriza deb ataladi. Mikoriza ko'pchilik daraxtlar va g'alladoshlar oilasining vakillari orasida uchraydi. Mikorizada zamburug' g'iflari o'simlikning ildizlari orasiga o'sib kiradi. Mikorizani

zamburug'lardan fikomisetlar, askomisetlar va bazidiali zamburug'lar hosil qiladi. Bu tabiatda keng tarqalgan hodisa bo'lib, ektotrof va endotrof formalari bor.

Ektotrof mikorizada zamburug' giflari o'simlik ildizini hamma tomondan o'rab oladi, o'simlikning ildiz tukchalari nobud bo'lgan bo'ladi. Endotrof mikorizada zamburug' giflarining faqat bir qismigina ildizning yuza qismida bo'lib, asosiy qismi ildizning parenxima hujayralari orasiga o'sib kiradi, ildiz tukchalari tirik bo'ladi.

Zamburug' giflari o'simlik ildizining shimish yuzasini oshiradi, shu bilan birga o'simlik o'zlashtira olmagan anorganik va organik birikmalarni eritadi. O'simlikni azot bilan ta'minlaydi, ya'ni organik koldiqlarni parchalab, ammiakli birikmalarga aylantiradi. Bundan tashqari, mikoriza zamburug'lari tuproqdan fosforli birikmalarni olishda ham o'simlikka yordam beradi. Buning hisobiga o'simlik zamburug'ni glyukoza bilan ta'minlaydi. Glyukoza molekulasida bo'lgan energiya hisobiga zamburug' qiyin eriydigan fosforli birikmalar va torflarni o'zlashtirish imkoniyatiga ham ega bo'ladi.

Ayniqsa o'simliklardan orxideyalarda mikoriza xodisasi keng tarqalgan. Orxideyalarning urug'i juda qiyin unib chiqadi. Chunki vitaminlardan: nikotin kislota (PP), B vitamin va boshqalar yetishmaydi, kam sintezlanadi. Bularni esa zamburug'lar hosil qiladi, natijada urug' tez unib chiqadi. Mikoriza hodisasi daraxtlardan archa, kayin, qarag'ay va boshqa o'simliklarda keng tarkalgan.

Mikroorganizmlar fiziologik aktiv moddalar, vitaminlar, fermentlar, auksinlar, gibberellinlar, antibiotiklar, ba'zi bir aminokislotalarni sintezlash xususiyatiga ega. Bunday moddalarni bakteriyalar, zamburug'lar, achitqilar, aktinomisetlar, suvo'tlar sintezlaydilar. Nitrifikatorlar, azoto-bakteriyalar, tuganak baktisriyalari va boshqa vakillari o'sish uchun zarur bo'lgan barcha moddalarni sintezlash xususiyatiga ega.

Mavzu yuzasidan savol va topshiriqlar

1. Nima uchun bakteriyalar boshqa tirik organizmlarga qaraganda tabiatda keng tarqalgan?
2. Mikroorganizmlar qanday muhitlarda eng keng tarqalgan?
3. Suvning turli qatlamlarida bakteriyalarning tarqalishi qanday?
4. Hovuz suvlarida qaysi bakteriyalar uchraydi?
5. Polisaprob zona haqida nimalarni bilasiz?
6. Oligasaprob zonalarda qanday bakteriyalar keng tarqalgan?

7. Tinch okeanidagi bakteriyalar soni va biomassasi qanday?
8. Oqova suvlarda uzoq muddat yashaydigan patogen mikroblarni bilasizmi?
9. Suvni tozalash jarayonlarini bilasizmi?
10. Tuproqdagi mikroorganizmlarni hisoblashning qanday metodlari va ularni kimlar ishlab chiqishgan?
11. Rizosferaning qanday zonalari bor?
12. Mikoriza haqida nimalarni bilasiz?
13. O'simlikning gullash davrida qanday mikroorganizm turlari ortadi va kamayadi?
14. Mikorizani qaysi zamburug'lari hosil qilishi mumkin?
15. Havo tomchilari orqali yuqadigan patogen bakteriya kasalliklariga misol keltiring.
16. Havo mikroflorasida qanday turdagi mikroorganizm guruhlari uchraydi?

15-§. Mikroorganizmlarning geologik faoliyati

Tuproq hosil bo'lishida mikroorganizmlarning ahamiyati. Barcha tirik organizmlar yig'indisi, planetamizning biomassasini tashkil etadi. Biosfera - yer kobig'ining tiriklik bo'lgan ustki qavatidir. Biosferada esa o'simliklar, hayvonlar, mikroorganizmlar, odamlarning geologik faoliyati namoyon bo'ladi. Biosferaning yuqori chegarasi 10 km bo'lsa, u butun quruqlikni, pastliklarni o'z ichiga oladi, okeanlardagi chegarasi 4-10 km chuqurlikkacha tushadi. Biosfera biomassasini ko'paytirishda o'simliklar, hayvonlar va mikroorganizmlarning ahamiyati katta.

V.I. Vernadskiy fikricha, tog' jinslarining o'zgarishida mikroorganizmlar kuchli agentlardan biri bo'ladi, chunki juda tez ko'payishi, ko'p mikkordagi moddalarni o'zgartirib, hayot uchun zarur bo'lgan energiyadan foydalanishi bilan xarakterli. Masalan, temir bakteriyalari 1 g tanasini qurish uchun 464 g FeCO_3 ni, ammonifikatorlar 20 g NH_3 , nitrifikatorlar 72 g HNO_2 ni oksidlashi kerak bo'ladi. Achitqi zamburug'lar bir necha yuz tonnalab maxsulotlarni o'zgartirib, spirtga aylantiradi.

Cho'kindi moddalar hosil bo'lishi organik olamning hosil bo'lish jarayoni bilan chambarchas bog'liqdir. Yerda hayot paydo bo'lmasdan oldin barcha moddalar erigan holda bo'lganlar va ma'lum bir konsentrasiyaga yetguncha dengiz suvlarida to'planib borgan. Keyinchalik

tirik organizmlar o'z tanasini kurish uchun suvdagi Ca, P, C, S, Ni va boshqa elementlardan foydalangan. Bular nobud bo'lganidan so'ng oxaktosh, fosforit, oltingugurt, toshko'mir, neft va gaz qatlamlarini hosil qilgan. Bir guruh mikroorganizmlar bir tomondan tog' jinslarini hosil kilsa, ikkinchi tomondan ularni parchalab turgan. Masalan, granit mexanik nurash (ya'ni temperaturaning keskin o'zgarishi) yo'li bilan kichikroq bo'laklarga ajraladi.

Kimyoviy faktorlar - CO₂ va H₂O bu bo'laklarni yanada yemiradi va kaliy hamda natriyning suvda eriydigan karbonat tuzlarini hosil qiladi. Erimaydigan kaolinni (tuproqni) suv boshqa joylarga okizib ketadi. Granit ustiga oz miqdorda bo'lsa ham tushib qolgan organik modda shu yerda saprofit bakteriyalarning rivojlanishi uchun sharoit yaratadi. O'z navbatida saprofit bakteriyalar organik moddalarni parchalab, CO₂ ajratadi. Bu CO₂ tog' jinslarini yanada yemiradi. Bulardan tashqari, tog' jinslari ustida, nitrifikatorlar ham paydo bo'lib, ular NH₃ hosil qiladi, bular uchun kerakli bo'lgan CO ni saprofit bakteriyalar hosil qiladi. So'ngra ba'zi bir yashil suvo'tlari paydo bo'ladi, ba'zilar atmosfera azotini o'zlashtira olsa, ikkinchilari azotfiksator bakteriyalar bilan birga yashab, lishaynnklarni vujudga keltiradi, bulardan keyin moxlar va asta sekin yuksak o'simliklar paydo bo'la boshlaydi.

Shunday qilib, tog' jinslari yemiriladi va tuproqning chirindili qatlami vujudga keladi, chunki saprofit mikroorganizmlar o'simliklar qoldig'ini parchalab, gumus hosil qiladi.

Tauson ko'rsatganidek, mikroorganizmlarning ba'zi gruppalari neft, fenollar, parafin, naftalin va boshqa maxsulotlarni o'zlashtira olishi bilan saprofitlardan farq kiladi. Uning aniqlashicha, mikroorganizmlar faoliyati natijasida CO₂ hosil bo'lar ekan. U dengiz sathidan 3-4 km yuqorida Pomir va Kavkaz tog'laridagi toshlar ustida qora dog'larni kuzatadi. Bu qora dog'larni tekshirganda ko'k-yashil suvo'tlar bilan bakteriyalar qoldig'i ekanligini aniqlaydi. U ko'k-yashil suvo'tlar orasidan azotobakter hujayralarini topadi. Demak, ko'k-yashil suvo'tlar atmosferadan CO₂ ni o'zlashtirgan va o'z tanasini qurgan hamda azotobakterga ozuqa yetkazib bergan. O'z navbatida azotobakter atmosferadagi azotni o'zlashtirib, suvo'tlarni azot bilan ta'minlagan, bu o'ziga xos simbiozdir.

Keyinchalik esa ko'k-yashil suvo'tlar va bakteriyalar nobud bo'lib, organik modda hosil qilgan. Saprofitlar esa organik moddalarni parchalab, CO₂ ajratgan. CO₂ boshqa faktorlar bilan birgalikda tog' jinslarini yemirgan. Ayniqsa, ohaktoshli jinslarning tez yemirilishida saprofit bakteriyalarning roli nihoyatda katta bo'lgan. Bu bakteriyalar CO₂ dan

tashqari, oksalat, sirka, sut, limon va boshqa organik kislotalar hosil kiladi, bu kislotalar o'z navbatida CaCO_3 ni tez yemiradi.

Tog' jinslarining yemirilishida saprofitlardan tashqari, avtotroflardan: nitrifikatorlar, oltingugurt bakteriyalari va boshqalar ham katnashadi. Avtotroflar saprofitlarga qaraganda, oxaktoshlarni 8 marta tez yemiradi. Oltingugurt bakteriyalari hosil qilgan N_2SO_4 ham tog' jinslarini yemiradi.

Sulfid rudalaridan: pirit (FeS_2), alkopirit (CuFeS_2), molibdenit (MoS_2) va boshqalar hosil bo'lishida *Thiobacillus ferrooxydans*, *Th. thiooxydans* (36,37 rasmlar) ishtirok etadilar. Barcha oxaktoshlarning 90%- ti mikroorganizmlar tomonidan hosil bo'lgan. Bunda ayniqsa bakteriyalar, aktinomisetlar va zamburug'larning ahamiyati katta.



Thiobacillus thiooxidans



Thiobacillus ferrooxydans

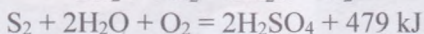
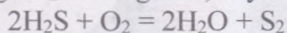
51-rasm. Sulfid rudalari hosil bo'lishida ishtirok etadigan mikroorganizmlar

Mikroorganizmlar ohaktoshlar hosil qilishi uchun, muhitda ularning tuzlari bo'lishi kerak, dengiz suvida esa kalsiy tuzlari doim yetarli bo'ladi. O'z navbatida saprofitlar oxaktoshlarni parchalab turadi. Demak, mikroorganizmlar oxaktoshlarni ham hosil qilishi, ham parchalashi mumkin ekan. Bunday nitrifikatorlar selitra konlarini ham hosil qilishi mumkin.

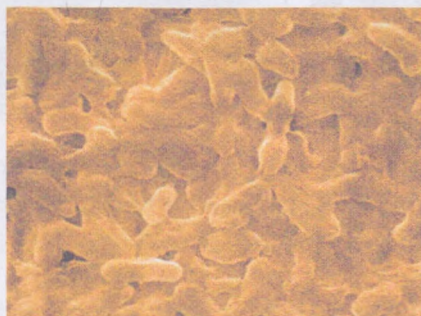
Oltingugurtning tabiatda aylanishi. Oltingugurt tuproqda anorganik va organik birikmalar shaklida uchraydi. Anorganik birikmalaridan $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; Na_2SO_4 ; FeS_2 ; Na_2S ; ZnS va boshqalar keng tarqalgan. Organik birikmalar (sulfagidril S, disulfid S-S gruppalari), aminokislotalar (sistein, sistin, metionin), oqsillar va ba'zi bir vitaminlarda (tiamin, biotin) uchraydi.

Yuksak o'simliklar oltingugurtini faqat sulfat kislotaning anioni (SO_4) shaklida qabul qiladi. Chirituvchi bakteriyalar o'simlik va hayvonlar qoldig'ini parchalab, oltingugurtini H_2S shaklida ajratadi. Tuproqda, suvda uchraydigan disulfur bakteriyalar tuzlarni qaytaradi. Bularga *Microspira desulfuricans*, *Desulfovibrio desulfuricans* lar misol bo'ladi. Bu bakteriyalar bir xivchinli harakatchan vibriionlarga o'xshash bo'ladi. Chirituvchi va sulfat redusirlovchi organizmlarning faoliyati natijasida vodorod sulfid to'planadi. Shunday usul bilan suv havzalarida, ko'llarda, dengizlarda H_2S to'planadi. Masalan, Qora dengizda 200 metr chuqurlikda shuncha ko'p miqdorda H_2S hosil bo'ladi, bu yerda faqat anaerob bakteriyalargina yashay oladi, qolganlari yashay olmaydi. Tuproqda, suv havzalarida to'plangan H_2S oltingugurt bakteriyalari tomonidan oksidlanadi. Bu bakteriyalarni 1887-yilda Vinogradskiy aniqlagan.

Bakteriyalar avvaliga H_2S ni S gacha, keyin H_2SO_4 gacha oksidlaydi:



Ajralgan energiya CO_2 va H_2O dan organik modda sintezlanishi uchun sarflanadi.

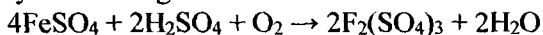


52-rasm. *Desulfovibrio desulfuricans*

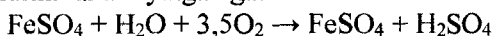
Tion bakteriyalar alohida guruppani tashkil etadi, ular H_2S dan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_6$ yoki $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yoki H_2SO_4 hosil qiladi, lekin hujayralarida oltingugurt to'plamaydi. Bu bakteriyalar sho'r suvlarda, chuchuk suvlarda va tuproqda uchraydi. Asosiy vakili tayoqchasimon - *Thiobacillus thioporus* spora hosil qilmaydi, avtotrof, S ni H_2SO_4 gacha oksidlaydi. Tuproqda boshqa vakili *Th. thioxidans* ham uchraydi. Avtotroflardan tashqari, tipik geterotrof - *Bac. subtilis* (pichan basillasi) ham S ni oksidlaydi.

Tuproqda sulfatlarning to'planishi bilan bir qatorda ularning

parchalanishi - desulfifikasiya ham sodir bo'lib turadi. Eng muhim vakillaridan biri 1947-yili topilgan *Thiobacillus ferroxydans* - tayoqchasimon bakteriya bo'lib, uzunligi 0,8 - 1 nm, diametri 0,4 nm. Bu bakteriya kislotali muhitda FeSO_4 ni $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ gacha oksidlaydi, ya'ni xemosintez jarayonini amalga oshiradi:



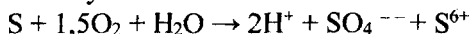
Bakteriyalar 120 g Fe_2SO_4 oksidlaganda 16,06 mg uglerod o'zlashtiradi. Shu bilan birga S ni H_2SO_4 gacha oksidlaydi. Bu bakteriya kislotali muhitli ko'mir va oltingugurt konlarida uchraydi va piritning oksidlanishida muhim ahamiyatga ega:



Kislotali muhitda kimyoviy oksidlanish jarayoni bormaganligi tufayli keyingi oksidlanish *Th. ferroxydans* ishtirokida boradi:

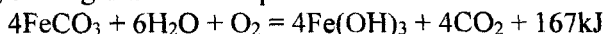


Keyinchalik FeS_2 kimyoviy yo'l bilan oksidlanadi va S hosil bo'ladi, uni H_2SO_4 gacha oksidlaydi:



Bu bakteriya sulfidli rudalarni oksidlab, sulfatlarga aylantirishda muhim ahamiyatga ega. U hatto xalkopirit (CuFeS_2) molibdenit (MoS_2) va boshqa sulfidli minerallarni ham oksidlaydi.

Temir bakteriyalari. 1888-yilda Vinogradskiy temir bakteriyalarida uchraydigan xemosintez jarayonini kashf etdi. Bu bakteriyalar chuchuk va sho'r suvlarda ko'p tarqalgan bo'lib, ikki valentli temir tuzlarini o'zlashtirib, temir gidratlar hosil qiladi:



Temir bakteriyalari ko'l va botqoqliklarda temir rudalari hosil bo'lishida ishtirok etadi. Uzoq vaqtgacha bu bakteriyalarni aniqlay olmaganlar. B.V. Perfilyev (1926 - 1927) ko'l cho'kindisidan temir bakteriyasini topgan va *Sphaerotherix* deb nomlagan. Keyingi yillarda (1952, 1961) u kapilyar mikroskopiya metodidan foydalanib, cho'kindi moddalardan yangi temir bakteriyasi - Metallogenium ni ajratib olishga muvaffaq bo'ldi. Bu bakteriya tabiatda juda keng tarqalgan bo'lib, temir konlari hosil bo'lishida muhim ahamiyatga ega ekanligi aniqlandi.



53-rasm. *Caulobacter* sp.

Tabiatda Met. galionella mikoplazmalar shaklida tarqalgan. Temir bakteriyalari orasida kokksimon, tayoqchasimon va ipsimon formalar uchraydi. Ko'pchiligi fakultativ avtotrof bo'lib, ipsimon vakillari ko'ndalangiga bo'linib yoki harakatchan konidiyalar yordamida ko'payadi. Mikroorganizmlarning atigi 0,1% agarli muhitda o'sa oladi. Shuning uchun mikroorganizmlarni tekshirish ishlarida tabiiy sharoitga yaqin bo'lgan sharoit yaratish muhim ahamiyatga ega. Shu maqsadda mikrobiologlar ko'pincha shisha plastinkalarni ma'lum muddatga tuproqqa ko'mib yoki suvga botirib ko'yadilar, so'ngra ularga yopishib kolgan mikroorganizmlarni tekshiradilar.

Mikroorganizmlarni tekshirishda mikroskopiya metodlari ham qo'llaniladi. Ko'pgina bakteriyalarning biokimyosi, fiziologiyasi ana shu metod bo'yicha o'rganiladi. Lekin kapillyar mikroskopiya metodi kelgusida yana ham keng imkoniyatlarga yo'l ochib beradi va undan mikrobiologiyaning boshqa tarmoqlarida ham foydalanish imkoni tug'iladi. Perfilyev kapillyar mikroskopiya metodidan foydalanib, ilgari noma'lum bo'lgan yirtqich bakteriyalar gruppasini - temir bakteriyalarning yangi avlodi - Metallogenium ni topib, ularning fiziologiyasi va morfologiyasini o'rgandi. Masalan, yirtqich bakteriyalardan Dictyobacter harakatchan, ovalsimon yoki yumaloq shakldagi koloniyadan iborat. Koloniyasi bir uchi qayrilgan tayoqchasimon hujayralardan tashkil topgan, ularning uzunligi 2-6 nm, eni 0,7-1,2 nm. Bu koloniya o'zidan yirik bo'lgan oltingugurt bakteriyalari bilan oziqlanadi, oltingugurt bakteriyalari bo'lmagan holatlarda cho'kmadagi eritmalar bilan ham oziqlanaveradi. Yirtqichlardan yana biri Syclobacter bo'lib, koloniyasi yumaloq, hujayralari bir-biri bilan plazmodesmalar orqali bog'lanadi. Bular 3-4 tadan to 30 tagacha bo'lib birlashishi mumkin. Syclobacter

quyidagicha rivojlanadi. Birinchi fazada ipsimon, harakatchan, ikkinchi fazada yumaloq bo'ladi. Keyin alohida kichik kichik mikrokoloniyalar hosil qiladi Uchinchin fazada to'rsimon mikrokoloniyalar hosil qiladi. Oldingi fazalarda mikroba saprofit usulda oziqlansa, keyingi fazalarda maxsus tutqich o'simtlar hosil qilib, yirtkichlik bilan hayot kechira boshlaydi.

Mavzu yuzasidan savol va topshiriqlar

1. Biosferaning umumiy ta'rifini ayting
2. Mikroorganizmlarning tabiatdagi ahamiyati nimadan iborat?
3. Temir bakteriyalari, ammonifikatorlar hamda nitrifikatorlar qaysi moddalarni oksidlaydi?
4. Yerdahayot paydo bo'lishida tirik organizmlar suvdagi qaysi elementlardan foydalangan?
5. Tuproqning chirindi qatlami qanday hosil bo'ladi?
6. Ohaktoshli jinslarning yemirilishida bakteriyalar qanday rol bajaradi?
7. Ohaktoshlar hosil bo'lishi uchun muhitdaha qanday omillar bo'lishi kerak?
8. Tuproqda oltingugurtning qanday anorganik birikmalari keng tarqalgan?
9. Disulfur bakteriyalarga misol keltiring
10. Oltingugurt bakteriyalari qaysi olim tomonidan aniqlangan?
11. Tuproqda sulfatlarning parchalanishi qanday ataladi va bu jarayon qanday amalga oshadi?
12. Xemosintez jarayoni qaysi olim tomonidan kashf etilgan?
13. Temir bakteriyalarining qanday ahamiyati bor?
14. Perfiyev temir bakteriyasini o'rganishdaha qaysi metoddan foydalangan?
15. Syclobacterning rivojlanishi qanday fazalardan iborat?

16-§. Tabiatdaha azotning aylanishi va unda mikroorganizmlarning ishtiroki

Yer yuzidagi barcha tirik organizmlar qachonlardir o'lik materiyadan hosil bo'lgan, shu bilan birgaha o'lik materiyadan keskin farq qiladi, lekin u bilan doim munosabatdaha bo'ladi. Ya'ni jonsiz va jonli tabiatdagi o'zgarishlar doimiy va uzluksizdir, moddalar bir holatdaha ikkinchi holatgaha

o'tib turadi, organik moddalar hosil bo'ladi, ular yana parchalanib turadi. Bu moddalarning kichik biologik aylanish doirasidir. Bu doirada tirik moddani tashkil etgan kimyoviy elementlardan C, N, S, P ning tabiatda aylanishi muhim ahamiyatga ega, chunki bu elementlar oqsil tarkibiga kiradilar.

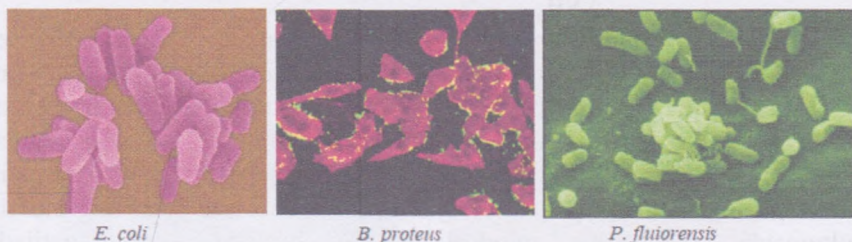
O'simliklar atmosferadagi erkin azotni va organik moddalar tarkibidagi azotni o'zlashtira olmaydi. Ular faqat mineral holdagi azotli birikmalardan: ammoniyli va azotli tuzlardan. foydalanadilar, xolos. Agar podzol tuproqlar haydalma qatlamining 1 gektarida 6000 kg azot bo'lsa, shundan o'simliklar o'zlashtira oladigani 1% ni tashkil etadi. Lekin bu azot, ekinlardan hatto bir marta yaxshi hosil olish uchun ham yetmaydi. Demak, yer yuzida hayot davom etishi uchun o'simliklar va hayvonlar tomonidan hosil bo'lgan organik moddalar doim parchalanib turishi kerak. Organik moddalarning parchalanishida mikroorganizmlarning roli nihoyatda katta. Ular hayot jarayoni natijasida organik moddalarni parchalaydi va CO₂, H₂O, NH₃, HNO₃, S, P va boshqa anorganik moddalar hosil qiladi, bu moddalar yana aylanish doirasiga o'tadi. Tabiatda moddalar doim va uzluksiz aylanib turishini V.L. Omelyanskiy ta'kidlab o'tgan.

Tabiatda azot zapasi juda ko'p, havo tarkibida 4/5 qismni azot tashkil etadi. 1 ga yer ustidagi xavoda 80000 t azot bo'ladi. Yer yuzida yashab turgan organizmlardagi azotning miqdori 20- 25 milliard tonnani tashkil etadi. Podzol tuproqlar xaydalma qatlamining 1 gektarida 6 t, qora tuproqlarda 18 t azot bo'ladi. Mikroorganizmlarning ayrimlari organik moddalarni parchalab, mineral moddalar hosil qiladi. Bu mineral moddalarni o'simliklar o'zlashtiradi, ikkinchi tomondan azotfiksatorlar xavodagi azotni o'zlashtirib, undan organik moddalar sintezlaydi. Shunday qilib, azot tabiatda aylanib yuradi. Azotning tabiatda aylanishida: ammonifikasiya, nitrifikasiya, denitrifikasiya va azotofikasiya jarayonlari boradi.

Ammonifikasiya jarayoni. O'simliklar va hayvonlar qoldig'ida juda ko'p miqdorda organik moddalar bo'ladi. Ularning mineral moddalarga aylanishi o'simliklarning azot bilan oziqlanishi uchun muhim ahamiyatga ega. Oqsillarning chirishi jarayonida NH₃ hosil bo'lgani uchun ammonifikasiya jarayoni deyiladi. Chirish jarayoni aerob va anaerob sharoitda boraveradi, lekin aerob sharoitda tezlashadi. Chirituvchi mikroorganizmlar gruppasiga xilma-xil bakteriyalar misol bo'ladi. Anaeroblardan eng keng tarqalgani tayoqcha shaklida, uzunligi 5-6 nm, diametri 0,6-0,8 nm, peritrixa tipda xivchinlangan, spora hosil qiladigan,

hujayrasi baraban tayoqchasi shaklidan bakteriyalardir. Bunday bakteriyalar asosan oqsillarni parchalaydilar. Patogen chirituvchi bakteriyalarga qoqshol kasalligini keltirib chikaruvchilar misol bo'la oladilar.

Fakultativ anaeroblarga ichak tayoqchasi - *Eschirichia coli* va protey tayoqchasi - *Bac. proteus* misol bo'ladi. Peretrix tipda xivchinlangan harakatchan, uzunligi 1-3 nm, diametri, 0,5-1 nm ga teng. *Bac. mesentericus*, *Bac. subtilis*, *Bac. mysoides*, *Bac. megatherium* oqsillarni aerob sharoitda parchalaydigan bakteriyalardir. Bularning hammasi spora hosil qiladi. Kichik tayoqchasimon *Pseudomonas fluioresnes* spora hosil qilmaydi.



54-rasm. Oqsil parchalovchi mikroorganizmlar

Oqsillar parchalanganda suv, karbonat anhidrid, ammiak, vodorod sulfid, metilmerkaptan (CH_3SH) hosil bo'ladi. Yoqimsiz hidli indol, skataol kabi moddalar ham hosil bo'ladilar. Bunda oqsillarga eng avval proteolitik fermentlar ta'sir etib, peptonlar, polipeptidlar va aminokislotalar hosil kiladi. V.N. Shaposhnikov ko'rsatganidek, oqsillarning parchalanishi ikki yo'l bilan boradi:

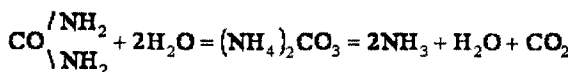
Birinchidan, aminokislotalar bakteriyalar tanasining tuzilishi uchun sarflanadi; ikkinchidan, aminokislotalardan uglerod manbai sifatida fondalaniladi. Bu jarayonda hosil bo'lgan ortiqcha NH_2 gruppaga NH_3 ga aylanadi yoki NH_3 organik kislotalar bilan bog'lanadi. Reaksiya oxiriga yetmasdan ba'zi kislotalar yoki spirtlar hosil bo'lishi mumkin. Masalan, alanin aminokislotasidan pirouzum kislota va ammiak hosil bo'ladi.

Tuproqda organik moddalarning parchalanish jarayoni iklim sharoiti, tuproq namunasi va qo'llanilgan agrotexnika usullariga bog'liq holda turlicha borishi mumkin. Masalan, O'rta Osiyoning bo'z tuproqlarida ammonifikasiya juda tez boradi, chunki temperatura ancha yuqori va baxorda namlik yetarli bo'ladi. Aksincha, Shimoliy rayonlarda temperatura past bo'lganligi uchun bu jarayonlar juda sekin boradi. Qora

va kashtan tuproqli zonalarda ham organik moddalarning parchalanishi sekin boradi.

Oqsillarning parchalanishi uchun optimum temperatura 25-30°C bo'lishi, shuningdek, parchalanadigan mahsulotda yetarli darajada namlik bo'lishi kerak.

Mochevinaning parchalanishi. Mochevinani ammonifikatorlarning alohida gruppasi bo'lgan urobakteriyalar parchalaydi. Bu bakteriyalarni 1862 yili Lui Paster kashf etgan. Urobakteriyalar mochevinani parchalab, H₂O, NH₃ va CO₂ hosil qiladi:



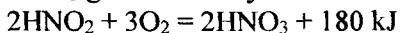
Urobakteriyalar aerob tipda nafas oluvchilar bo'lib, bularda ureaza fermenti bo'lganligi uchun mochevinani parchalaydi. Mochevinani parchalab, ammoniy tuzlari hosil qilish urobakteriyalar uchun muhim ahamiyatga ega, chunki ular mochevinadan na uglerod, na azot manbai sifatida foydalana olmaydi. Bu bakteriyalar ammoniyli tuzlarda, organik kislotalarning tuzlarida yaxshi rivojlanadilar. Urobakteriyalarning elektiv kulturasida, mochevina miqdori 3-10% bo'lishi kerak, natijada urobakteriyalar ko'p miqdorda (NH₄)₂CO₃ hosil qiladi va muhitning pH ko'rsatgichi ishqoriy tomonga o'zgaradi. Urobakteriyalar uchun pH 7,5-8,5 bo'lishi kerak. Bu bakteriyalar yumaloq va uzun tayoqcha shaklida bo'lishi mumkin. Ko'pchiligi spora hosil qiladi. Masalan, *Plonosarcina ureae* spora hosil qiladi. Yirik, harakatchan, peritrixa tipda xivchinlangan, spora hosil qiladi. Spora hosil kilmaydigan tayoqchasimon bakteriyalar ham tabiatda ko'plab uchraydi.

Nitrafikasiya va denitrafikasiya jarayonlari. *Nitrifikasiya jarayoni.* Ammonifikasiya jarayonida hosil bo'lgan ammiakning bir qismi o'simliklar tomonidan o'zlashtirilsa, qolgan qismi nitrifikasiya jarayonida azot kislotagacha oksidlanadi. Nitrifikasiya jarayonida ishtirok etadigan bakteriyalarni 1889 yilda Vinogradskiy kashf etgan. Bu jarayon ikki fazada boradi:

Birinchi fazada Nitrosomonas avlodiga kiruvchi bakteriyalar ishtirok etadi va NH₃ ni HNO₂ gacha oksidlaydi:



Ikkinchi fazada Nitrobacter avlodiga kiruvchi bakteriyalar ishtirok etadi. Ular HNO₂ va HNO₃ gacha oksidlaydi:

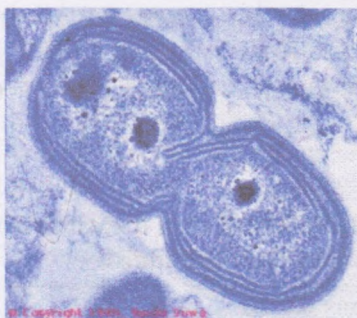


Nitrobacter tuxumsimon shakldagi kurtaklanuvchi bakteriya,

rivojlanish siklida harakatchan bosqichni ham o'tadi.

Nitrosomonas va Nitrobacter doim birga uchraydi, birining hosil qilgan mahsuloti, ikkinchisi tomonidan o'zlashtiriladi. Bunga *metabioz* deyiladi. Birining hosil qilgan mahsuloti ikkinchisi uchun oziqa manbai hisoblanadi. Nitrifikatorlar kimyoviy energiya hisobiga CO₂ va N₂O dan organik moddalar sintezlaydi, energiyani esa NH₃ ning HNO₂ gacha va HNO₂ ning HNO₃ gacha oksidlanishidan oladilar, ya'ni xemosintez jarayonini amalga oshiradilar.

Nitrifikasiya jarayonining birinchi bosqichi ikkinchisnga nisbatan jadal o'tadi, chunki birinchi bosqichda 658 kJ, ikkinchi bosqichda atigi 180 kJ energiya ajraladi.



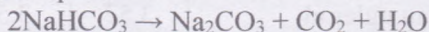
Nitrosomonas sp



Nitrobacter sp

55-rasm. Nitrifikatsiyada ishtirok etadigan mikroorganizmlar

Nitrifikatorlar organik modda sintezlash uchun yashil o'simliklar singari, CO₂ ni yoki NaHCO₃ ni o'zlashtiradi. Bikarbonatlar tez parchalanib, CO₂ hosil qiladi:



Vinogradskiy, nitrifikatorlar organik moddalarga nisbatan juda sezgir ekanligini aniqlaydi, juda sezgir, agar muhitda bir oz ko'proq organik modda yig'ilib qolsa, bakteriyalarning o'sishi sekinlashadi, agar yanada ko'proq to'plansa, bakteriyalar butunlay o'sishdan to'xtaydi. Bularni 17-jadval ma'lumotlaridan ko'rish mumkin.

Nitrosomonas bir qism uglerod o'zlashtirishi uchun, 35 qism azot, nitrobakter esa 135 qism azot oksidlashi kerak, buni 18-jadval ma'lumotlaridan ko'rish mumkin.

Albatta, fotosintezga nisbatan xemosintez jarayonida oz miqdorda organik modda sintezlanadi, lekin xemosintez jarayonining o'ziga xos

xususiyati bor, chunki shu yo'l bilan ham organik moddalar sintezlanishining o'zi muhim ahamiyatga ega va boshqa organizmlarning yashashi uchun zamin tayyorlaydi.

17-jadval

Nitrifikasiyalovchi bakteriyalarning o'sishiga organik moddalarning ta'siri

Moddalar	Nitrozomonas		Nitrobakter	
	o'sishni sekinlashtiradi (%)	o'sishni to'xtatadi (%)	o'sishni sekinlashtiradi (%)	o'sishni to'xtatadi (%)
Uzum shakari	0,025	0,05	0,05	0,2
Pepton	0,025	0,2	0,08	1,25
Asparagin	0,025	0,3	0,05	0,5

18-jadval

Nitrozomonas va nitrobakteriyalarning uglerod o'zlashtirishi bilan azotni oksidlashi orasidagi bog'lanish

Nitrozomonas birligi			
Oksidlangan azot	722,0	506,1	928,3
O'zlashtirilgan uglerod	19,7	17,2	26,4
Azotning uglerodga nisbati	36,6	33,3	35,2
Nitrobakter			
Oksidlangan azot	475	46	385
O'zlashtirilgan uglerod	3,52	3,55	2,63
Azotning uglerodga nisbati	135	131	146

Turli tuproqlarda boradigan nitrifikasiya jarayoni. Tuproqda boradigan nitrifikasiya jarayoni laboratoriya sharoitida olib boriladigan nitrifikasiyadan boshqacha bo'ladi. Laboratoriya sharoitida organik moddalarning ko'payishi, ya'ni ortishi bakteriyalarga salbiy ta'sir etsa, tuproqda bunday bo'lmaydi, chunki tuproqda organik moddalarning eruvchan formasi kam uchraydi. Ikkinchidan, tuproqda nitrifikatorlar bilan birga boshqa bakteriyalar ham uchraydiki, bu bakteriyalar organik moddalarni o'zlashtiradi va nitrifikatorlar uchun mikrozonalar vujudga

keltiradi.

Nitrifikatorlar muhitning kislotali reaksiyasiga sezgir va pH 6,0 dan past bo'lsa, jarayon to'xtaydi pH ko'rsatkichi 6,2 dan to 9,2 gacha bo'lsa, bakteriyalar yaxshi rivojlanadi. Nitrifikasiya jarayoni natijasida 1 ga yerda 1 yilda 300 kg nitrat kislotaga o'tiriladi. Butun yer yuziga hisoblaganda, bu nihoyatda katta ko'rsatkichni tashkil etadi. Shuning uchun agronomiyada, bu jarayonga katta ahamiyat beriladi. Nitrifikasiya jarayoni, ammonifikasiya jarayoni bilan chambarchas bog'liqdir, ammonifikasiya qancha tez borsa, nitrifikasiya ham shuncha intensivlashadi. Nitrifikatorlar botqoq tuproqlardan tashqari, hamma tuproqlarda uchraydi. Agar botqoq tuproqlar quritilsa va ularga ohak solinsa, pH ko'rsatkichi o'zgartirilsa, u yerlarda ham nitrifikatorlar rivojlana boshlaydi. Podzol tuproqlarda nitrifikasiya jarayoni asosan tuproqning haydalma qatlamida boradi. Qora tuproqlarning haydalma qatlamida ham bu jarayon intensiv boradi. Nitrifikasiya jarayonida qatnashadigan bakteriyalar xatto 50 sm chuqurlikda ham uchraydilar.

O'rta Osiyoning bo'z tuproqlarida nitrifikasiya jarayoni juda ham tez boradi va tuproqda ko'p miqdorda nitratlar to'planadi. Lekin sho'r tuproqlarda bu jarayon kuchsiz boradi va nitrit kislotaga o'tirilishi bilan tugaydi, chunki sho'r tuproqlarda nitrobakter uchramaydi. V. L. Isachenko bu bakteriyalarni sho'r suvlarda ham uchratmagan. Endigina o'zlashtirilayotgan sho'r tuproqlarda nitrifikasiya jarayoni asosan haydalma qatlamda boshlanadi, ayniqsa, sulfatli sho'rlanish bakteriyalarga salbiy ta'sir etadi. Shuningdek, nitrifikatorlar tuproqning namligiga ham sezgir, quruq tuproqda yoki namlik haddan tashqari ortib ketgan sharoitida ular yaxshi rivojlanmaydi.

Denitrifikasiya jarayoni. Denitrifikasiya jarayoni nitrifikasiya jarayonining aksi bo'lib, bunda bog'langan azot yana atmosferaga erkin holda qaytadi. Bu jarayon bevosita va bilvosita sodir bo'ladi, chunki nihoyatda xilma-xil jarayonlar natijasida nitratlardan molekulyar azot hosil bo'lishi mumkin.

Bevosita denitrifikasiyada nitratlar denitrifikasiyalovchi alohida bakteriyalar gruppasining hayot faoliyati tufayli qaytarilsa, bilvosita denitrifikasiya jarayonida faqat aminokislotalar bilan nitrit kislotaga o'zaro munosabatga kiradilar. Buning natijasida ham molekulyar azot hosil bo'ladi. Bevosita denitrifikasiya jarayoni tabiatda, ko'proq tuproqda, go'ngda va suv havzalarida keng tarqalgan denitrifikasiyalovchi bakteriyalarning hayot faoliyati tufayli sodir bo'ladi:



Bu bakteriyalarga quyidagilar misol bo'ladi:

1. *Bac. denitroficans* tayoqchasimon, peretrix tipda xivchinlangan, spora hosil qilmaydi.

2. *Achromobacter* - mayda tayoqchalar, ko'pincha zanjir shaklida uchraydi.

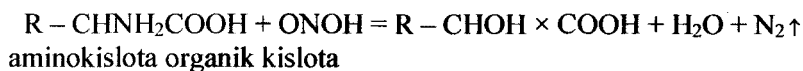
3. *Pseudomonas fluorescens* - harakatchan, tayoqchasimon bakteriya.

4. *Pseudomonas pyocyonea* - tayoqchasimon; ko'k tusli pigment hosil kiladi.

Denitrifikasiya ham oksidlanish, ham qaytarilish jarayonidir.

Bakteriyalar fakultativ anaerob bo'lib, kislorod ko'payib ketganda denitrifikasiya jarayoni to'xtaydi. Anaerob muhitda nitratlar va organik moddalar yetarli bo'lganda, darhol denitrifikasiya boshlanadi, muhitda kislorod yetishmasa, nitratlarni qaytarib o'ziga kerakli bo'lgan kislorod oladi. Muhitning pH ko'rsatgichi -3,2-8,7 oralig'ida bo'lsa, bu bakteriyalar yaxshi rivojlanadilar.

Bilvosita yoki bevosita denitrifikasiya nitratlar bilan aminlarning o'zaro kimyoviy yo'l bilan reaksiyaga kirishi tufayli boradi, bunda bevosita denitrifikasiyaga qaraganda ikki marta ko'p azot hosil bo'ladi:



Molekulyar holatdagi azotni o'zlashtiruvchi mikroorganizmlar. Havo tarkibida 78-80% azot bo'ladi, lekin uni yashil o'simliklar va hayvonlar o'zlashtira olmaydilar. Azot, moddalarning biologik o'zgarishida ikki yo'l bilan ishtirok etadi.

Birinchi yo'lda elektr zaryadsizlanish vaqtida (kuchli chaqmoq bo'lganda), fotokimyoviy oksidlanish ro'y beradi, bunda $\text{N}_2 \rightarrow \text{NO}_2$ ga aylanadi. Hosil bo'lgan NO_2 suvda va tuproqda yana oksidlanib, HNO_3 ga aylanadi. Bir yilda yana shu yo'l bilan 1 m² maydonda 30 mg NO_3 to'planadi.

Ikkinchi yo'lda molekulyar azotni, azot to'plovchi mikroorganizmlar o'zlashtiradilar. Bular ikki gruppaga bo'linadi:

1. Tuganak bakteriyalar, dukkaddosh o'simliklar bilan simbioz holda hayot kechirib, molekulyar xoldagi azotni o'zlashtiradilar.

2. Erkin xolda yashovchi azotfiksatorlar, molekulyar azotni o'zlashtiradilar.

Tuganak bakteriyalar. M.S. Voronin (1886) dukkaddosh o'simliklar

ildizida mikroorganizmlar borligini aniqlagan. Nemis olimlari G. Gelrnge va G. Vilfart (1886), qizdirilgan (ya'ni barcha bakteriyalari nobud qilingan) qumga dukkaddosh o'simlik ekib, uning ildizida tugunaklar hosil bo'lmaganligini kuzatganlar. O'z tajribalaridan ular shunday xulosa chiqaradilar:

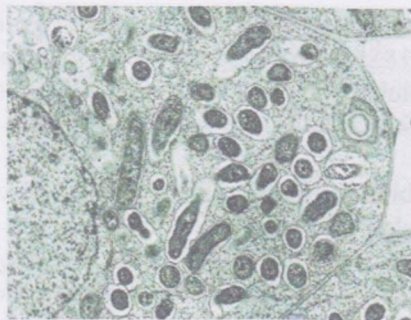
1. Azot bilan oziqlanish jihatidan dukkaddosh o'simliklar boshqa o'simliklardan keskin farq qiladilar.

2. Dukkaddosh o'simliklarning o'zlari, atmosfera azotini o'zlashtira olmasdan, shu maqsadda ularning ildizida simbioz holda yashaydigan bakteriyalarni faoliyatidan foydalanadilar.

Keyinchalik bu bakteriyalarni gollandiyalik olim M. Beyerink sof holda ajratib oladi va *Bact. radicola* deb nomlaydi. Hozir bu bakteriyalar *Rhizobium* avlodiga kiritilgan. Bu bakteriyalar sun'iy muhitda yaxshi o'sadi. Lekin erkin azotni o'zlashtirmaydi, faqat dukkaddosh o'simliklar bilan simbioz xolda yashaganda, azotni o'zlashtiradi. Tuganak bakteriyalarning rivojlanish sikli o'ziga xosdir. Yosh davrida harakatchan, xivchinlangan bo'ladi, keyinchalik harakatdan to'xtaydi va hujayralarida vakuola hosil bo'ladi. Vakuolalar go'yo belbog' hosil qilganday bo'ladi, shuning uchun bakteriyalar bu davrda "belbog'li" bo'ladi. Tayoqchalar shu vaqtda tarmoqlanadi va bakteroid deb nomlanadi. Bakteroidlar sharsimon kokklarga ajraladi, bulardan yana harakatchan tayoqchalar o'sib chiqadi.

Tuproqda uchraydigan tuganak bakteriyalar dukkaddosh o'simlik ildiz tukchalari atrofida to'planadi va ularning po'stini eritib, ildiz hujayrasiga o'tadi va ko'paya boshlaydi, hujayralarni to'ldirib yuboradi. O'simlik o'z navbatida ildiz hujayralarining bo'linish jarayonini tezlashtiradi va bakteriyalarni tugunak ichiga o'rab oladi. Bakteriyalar ishlab chiqaradigan fiziologik faol moddalar ildiz hujayralarining bo'linishini yanada tezlashtiradi va ildizga ko'p miqdorda shakar oqib kelishini ta'minlaydi. Bakteriyalar shakarlar bilan oziqlanadi va o'simlikni azot bilan ta'minlaydi.

Agar dukkaddosh o'simlikka bor (B) mikroelementi berilsa, simbioz ikkala organizm uchun foydali bo'ladi, agar bor yetishmasa, N. Torniton ko'rsatganidek, floema naylari yaxshi rivojlanmaydi, natijada shakarlar ildizga kam keladi va tuganak bakteriya parazit holda oziqlanishga o'tadi. Shunday qilib, tuganak bakteriya o'simlikka, o'simlik bakteriyaga moslashib boradi.



56-rasm. *Rhizobium sp.*

Tuganak bakteriyalar o'ziga xos xususiyatga ega. Hozir bularning 20 dan ortiq irqi ma'lum. Har bir irq ma'lum o'simlikda yashaydi. Masalan, sebarga ildizida rizobium trifolia, soya ildizida - rizobium yaponikum, loviya ildizida - rizobium fassoli, beda va qashqarbeda ildizida - rizobium meliloti, no'xat, xushbo'y no'xat, burchoq va nutda - rizobium legiminozarum, lyupin ildizida - rizobium lupini bakteriyalari tugunaklar hosil qiladilar. Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, tugunak bakteriyalarda har xil dukkakdosh o'simliklarga nisbatan moslanish xususiyati bor, lekin, har bir o'simlikni o'ziga mos bo'lgan bakteriya turlari mavjud. Shu xususiyatiga ko'ra, ularni quyidagi gruppalarga bo'lish mumkin:

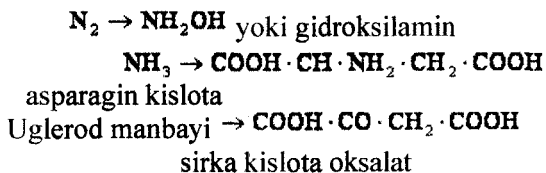
- 1) no'xat, nut yovvoyi no'xat, xina va burchoq bakteriyalari;
- 2) lyupin va seradella bakteriyalari;
- 3) beda va qashqarbeda bakteriyalari;
- 4) loviya bakteriyalari;
- 5) soya bakteriyalari;
- 6) sebarga bakteriyalari.

Bular, tugunaklar hosil qilish va azot to'plash faolliklari jihatidan ham bir grupp ichida bir-biridan keskin farq qiladilar.

Keyingi yillarda, nishonlangan azot bilan olib borilgan tajribalar shuni ko'rsatdiki, tugunak bakteriyalar o'zi azotni o'zlashtira olmasdan, faqat dukkakdosh o'simlik bilan birga bo'lgandagina o'zlashtirar ekan.

Tuproqdagi tugunak bakteriyalarni ajratib olish uchun Krasilnikov va Korenyanko (1940) metodi qo'llaniladi. Buning uchun dukkakdosh o'simliklar urug'i sulema ($HgCl_2$) eritmasi yordamida sterillanadi, keyin sterillangan suv bilan yuviladi. Keyin urug' mineral holdagi agar solingan katta probirkalarga solinadi. Bakteriya yuqtirish uchun tuproq eritmasidan 1 ml qo'shiladi. Agar, tuproqda tugunak bakteriyalar bo'lsa, ular o'simlikda tugunaklar hosil qiladi. Ular 2-3 haftadan so'ng aniq ko'rinadi.

Dukkakdosh o'simlik ildizidan qirqib olingan tugunakdan NH_3 ajraladi. Fin olimi Virtanenning fikricha, tugunak bakteriyalar azot o'zlashtirganda, eng avval asparagin kislota hosil bo'lar ekan:



Virtanen fikricha, bakteriyalar ko'p miqdorda azot o'zlashtirar ekan, uning bir qismi ildizlardan gidroksilamin va oksalat-sirka kislota shaklida ajralib chiqar ekan.

Molekulyar azotni simbioz yo'li bilan to'plashda ishtirok etadigan boshqa mikroorganizmlar. Dukkakdosh o'simliklardan tashqari, ildizi molekulyar azotni to'plovchi mikroorganizmlar bilan simbioz holda yashaydigan daraxt va butalarning 200 ga yaqin turi ma'lum. Bulardan qayrag'och (*Alnus*) yaxshi o'rganilgan. Bu daraxtning ildizlaridagi tugunaklarda aktinomisetlar ko'proq bo'lib, ular atmosfera azotini o'zlashtiradi. Rubiaceae oilasiga mansub *Pavefta indica* barglarida g'uddalar hosil bo'ladi, g'uddalarda tugunak bakteriyalarga yaqin bo'lgan va atmosfera azotini to'play oladigan *Mycobacterium* bakteriyasi topilgan. Mahalliy aholi bu o'simlikdan yashil o'g'it sifatida foydalanadi.

Tuproqda erkin holda yashaydigan bakteriyalar tomonidan molekulyar azot to'planishi. Tuproqda tugunak bakteriyalardan tashqari, atmosfera azotini to'playdigan boshqa bakteriyalar ham uchraydi. Vinogradskiy (1893) maxsus elektiv kultura tayyorlab, bu bakteriyalarni ajratib olgan. Elektiv kultura tayyorlash uchun u oziqa muhitiga glyukoza va boshqa tuzlar qo'shadi, lekin azotli tuzlar qo'shmaydi. Shuning uchun bunday muhitda faqat azotni o'zlashtira oladigan bakteriyalar yashashi mumkin bo'ladi. Tajribani anaerob sharoitda olib boradi va azot to'plovchi *Clostridium pasterianum* bakteriyasini kashf etadi. Bu bakteriya duksimon shaklda, 3 - 4 nm uzunlikda, eni 0,7 - 1,3 nm bo'lib, spora hosil qiladi, tanasi peritrixa tipda xivchinlangan, yosh vaqtida tez harakatlana oladi.

Klostridium oziqa sifatida asosan glyukozadan foydalanadi, lekin saxaroza va fruktozani ham o'zlashtira oladi, kraxmal va sellulozani mutlaqo o'zlashtira olmaydi. Hayot uchun zarur bo'lgan eiyergiyani yog' kislotali bijg'ish jarayonidan oladi:



Laboratoriya sharoitida klostridium, 1 g bijg'igan shakar hisobiga 1-5, ba'zan 5-10 mg azot to'playdi.

Olimlarning fikrlaricha, bijg'ish, jarayonida vodorod molekula holdida emas, balki atomar (2H) holda ajralib, atmosfera azotining ammiak holdida to'planishida ishtirok etar ekan.

Vilson Clostridium ning *Clost. butyrisum*, *Clost. byeijerinckia*, *Clost. pectinovorum*, *Clost. acetobutylicum* kabi 15 ga yaqin turi ham azot to'plash xususiyatiga ega ekanligini aniqlagan. Lekin, bulardan ko'ra, *Clost. pasterianum* atmosfera azotini eng ko'p to'playdi. Tuproqda *Clost. pasterianum* doim aerob usulda nafas oluvchi Vas. closteriodes bilan birga uchraydi, bu bakteriya *Clost. Pasterinaum* uchun anaerob sharoit yaratib bersa, uning hisobiga *Bac. closteriodes* vitaminlar bilan ta'minlanadi va *Clost. pasterianum* dan azot olib turadi.

Klostridium tabiatda juda keng tarqalgan, chunki u pH ko'rsatgichi 4,5-9,0 gacha teng bo'lgan tuproqlarda faol bo'lsa rivojlana oladi, shuning uchun ham kislotali, ishqoriy, sho'r va qora tuproqlarda ham uchraydi. Tuproqning namligi 60-80% (to'la nam sig'imiga nisbatan) bo'lsa, yaxshi rivojlanadi. Klostridiumdan tashqari, tuproqda erkin holda yashaydigan yana bir bakteriya - azotobakterni gollandiyalik mikrobiolog Beyerink 1901 yilda sof kultura holda ajratib olgan. Bu bakteriyaning bir qancha turi ma'lum:

1. *Azotobacter chroococcum* - yirik shar shaklida (1 -10 nm), bir oz ovalsimon, hujayralari ko'pincha juft-juft bo'lib joylashadi. Ko'pincha shilimshiq kapsula bilan o'ralgan bo'ladi. Aerob, ko'p miqdorda kislorod bo'lgan sharoit talab qiladi. Bu bakteriyaning hujayralari yoshlik davrida tayoqcha shaklida bo'lsa, rivojlangan sayin ellipssimonlashib, keyinroq esa yumaloq bo'lib boradi. Hujayralarida jigar rang pigment hosil qiladi, qari hujayralari yiriklashib, qalin po'st bilan o'raladi va kista hosil qiladi. Azotobakter har 1 g bijg'igan shakar hisobiga 10- 15 mg, ba'zan 20 mg gacha azot to'playdi.

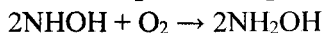
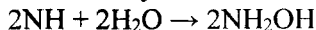
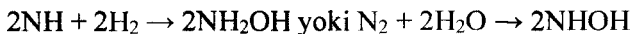
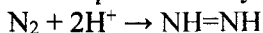
Muhitnin pH ko'rsatgichiga juda sezgir, pH ning optimum nuqtasi 7,0-7,2, maksimumi 9,0. Agar pH<5,6 bo'lsa, bu bakteriya uchramaydi, lekin bunday tuproqqa oxak solinsa, darhol azotobakter paydo bo'ladi. Namlikka juda talabchan. 25- 30°C da yaxshi rivojlanadi. Azotobakter bo'z, qora va podzol tuproqlarda, erta bahorda ko'p uchraydi.

1. *Azotobacter agile* – hujayralari birmuncha yirik, serharakat bo'lib, qo'ng'ir pigment hosil qilmaydi, lekin muhitning bir oz tovlanishiga sabab bo'ladi.

57-rasm. *Azotobacter chroococcum*

2. *Azotobacter galofilum* N. Sushkina shoʻr tuproqlarda borligini aniqlagan.

Azotobakter uchun eng yaxshi oziqa mannit - $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{CH}_2\text{OH}$, lekin dekstrin, gliserin, glyukozada ham yaxshi rivojlanadi. Azotobakter azotni oʻzlashtirganidan soʻng birinchi galda NH_3 hosil qilishi aniqlangan. Ammo, M. V. Fyodorov azotobakter tomonidan azot toʻplanishi boshqa yoʻl bilan borishini koʻrsatdi. U jarayonda, hujayra protoplazmasi bilan bogʻliq boʻlgan katalizator ishtirok etishini koʻrsatib beradi. Bunday fikrga kelish uchun u katalizator tarkibiga kiruvchi gruppalarni blokirovka qiladi va buning natijasida, azot toʻplanish jarayonida karboksil va aminogruppalar ishtirok etmasligini va bu jarayonda asosan karbonil gruppaga qatnashishini aniqlashga erishdi. Karbonil gruppaning kislorodi, gidrazin hosil qiladi va hosil boʻlgan gidrazin aktiv vodorod yordamida, qaytarilish reaksiyasiga kirishib, aminokislotalar hosil qilishini aniqladi. Reaksiya quyidagicha boradi:



gidroksilamin

Hosil boʻlgan gidroksilamin organik kislotalar bilan reaksiyaga kirishib, bir qator aminokislotalar hosil qiladi. Azotobakterni oʻrganish ustida juda koʻp ishlar qilingan va bunday tadqiqotlar hozirgacha davom ettirilib kelinmoqda.

Azot toʻplovchi boshqa mikroorganizmlar. Amerikalik olimlar Jest va Kamen azot toʻplash xususiyatiga ega boʻlgan yana 19 turga mansub bakteriyalarni topganlar. Koʻpchilik yogʻ kislotali biyogʻituvchi va *Clostridium* avlodiga mansub bakteriyalar azot toʻplash xususiyatiga ega ekanligi, bu xususiyat hatto aktinomisetlar, mogʻor zamburugʻlari, achitqi

zamburug'lar va ko'k-yashil suvo'tlarida ham bor ekanligi aniqlangan. Shunday xususiyatga ega tuproqda 30 ga yaqin azot o'zlashtiruvchi ko'k-yashil suvo'tlari topilgan.

R. Starki va P. De (1939) Hindistondagi sholipoyalardan *Az. indicum* ni topganlar, bu bakteriya hatto kislotali tuproqlarda ham uchraydi. Gollandiyalik mikrobiolog Beyerink nomi bilan atalgan *Az. Beijerinckiae* ham topilgan. Bu bakteriya ovalsimon, 2-3 nm uzunlikda, (shilimshiq kapsulali) bo'lib, burmali koloniyalar hosil qiladi. Qariganda qizg'ish yoki to'q jigarrangga kiradi, yosh vaqtida harakatchan. Azotobakterga o'xshash 16 - 20 mg azot to'playdi (1 g shakar hisobiga). Bu bakteriya tropik zona va gruziya tuproqlarida ko'proq uchraydi. Gollandiyalik olim Derksa nomi bilan atalgan yana bir bakteriya - *Deria* - tayoqchasimon, bir xivchinli bo'lib, koloniyasi shilimshiq, qariganda sariq-qo'ng'ir rangga bo'yaladi.

Azot to'plovchi mikobakteriyalar. Keyingi yillarda atmosfera azotini o'zlashtiruvchi mikobakteriyalarning yangi turlari topilgan. M.V. Fyodorov va T. A. Kalininskaya (1960) *Mus. flavum*, *Pseud. radiobacter* ni kashf etganlar. Kalininskaya (1963) azot to'plovchi mikobakteriyalarni turli moddalarga bo'lgan talabiga karab 3 gruppaga bo'ladi.

Bu gruppaga: 1) vitamin talab qiluvchilar, 2) aminokislota talab qiluvchilar, 3) o'z oziqa muhitida oz miqdorda bog'langan azot bo'lishini talab qiluvchilar kiradi.

N. P. Lvov (1964) podzol tuproqlardan yangi tur *Azotobasortum* ni topadi, bu bakteriya muhitda oz miqdorda bog'langan azot bo'lsagina atmosfera azotini o'zlashtira oladi. 1 g shakar hisobiga 9-11 mg azot to'playdi. Oziqa sifatida organik kislotalar va spirtlardan foydalanadi. Bu bakteriya yana ikkita yo'ldosh bakteriyalar bilan birga uchraydi. Bular glyukozani o'zlashtirib, organik kislotalar hosil qiladi. Molibden mikroelementi berilsa, azotobakterlarning ish faoliyati ortadi, chunki molibden gidrogeza fermentining tarkibiga kiradi.

Ba'zi bir bakteriyalarni vakillariga, masalan, *Azot. agile*, *Mycobacterium flavum* ga vanadiy mikroelementi ham yaxshi ta'sir etadi. *Mic (Si)* mikroelementi 1 l suvda 5 mg (SuSO_4) miqdorda, *Az. Beijerinckae* va *Mus. flavum* ning faolligini oshirsa, *Azot. chroococcum* ga salbiy ta'sir etadi.

Lishayniklar tomonidan atmosfera azotining o'zlashtirilishi. Lishayniklar suv o'ti bilan zamburug'lardan tashkil topgan simbioz organizmlardir. 1936 yili lishaynik tanasidan uchinchi vakil azot to'plovchi bakteriya ajratib olingan. Lekin, Krasilnikov bu fikrga qarshi chiqadi. U lishaynik tanasidan *Pseudomonas* va *Bacterium* ni ajratib oladi.

1973 yilda P. A. Genkel va. T. T. Plotnikova ba'zi lishayniklardan *Azotobacter Beijerinckii* ni ajratib oladilar, bu bakteriya ham 1 g mannit hisobiga 4,6-6-7 mg azotni o'zlashtirishini aniqladilar. Bu fikrni ko'pchilik olimlar tan olishgan.

Qishloq xo'jaligi uchun azot fiksasiyaning ahamiyati. Mikroorganizmlar tomonidan atmosfera azotining o'zlashtirilishi yer yuzida biologik yo'l bilan to'planadigan hosilning umumiy miqdoriga katta ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun atmosfera azotining biologik yo'l bilan o'zlashtirilishini o'rganish kishloq xo'jaligi va biologiya fani uchun muhim ahamiyatga ega bo'lgan muammolardan biridir.

Yer qobig'idagi azotning umumiy miqdori (massasi) 0,04%, havo tarkibida 78% molekulyar azot uchraydi yoki 4×10^{15} t ga teng. Lekin na odamlar, na hayvonlar va na o'simliklar molekulyar holatdagi azotni o'zlashtira olmaydilar.

Taxminiy hisoblarga ko'ra, bir yilda yer yuzi bo'yicha o'simliklar 100- 110 mln tonna azot talab qilar ekan. Mineral o'g'itlar bilan esa atigi 30 % azot tuproqqa tushar ekan.

Mishustinning hisobiga ko'ra, sobiq ittifoq mamlakatlarida barcha dukkaddosh o'simliklar bir yilda 2,3 million tonna, azot to'plovchi bakteriyalar 3,4 million tonna azot to'plar ekan. Shunday qilib, biologik yo'l bilan to'planadigan azot miqdori 5,7 million tonnani tashkil etar ekan. Demak, tabiatda azot doim aylanib turar ekan. Yashil o'simliklar bog'langan azotdan va uglevodlardan o'zining rivojlanishi uchun zarur bo'lgan oqsil moddalarni sintezlaydi. O'simliklarni hayvonlar iste'mol qiladi. Nobud bo'lgan o'simlik va hayvonlar qoldig'i bakteriyalar tomonidan chirish jarayoniga uchraydi va NH_3 hosil bo'ladi. NN_3 ning bir qismi o'simliklar tomonidan o'zlashtirilsa, bir qismi nitrifikasiyaga uchraydi.

Azot to'plovchilar atmosfera azotini o'zlashtirib, yana oqsillar sintezini ta'minlaydi, bu oqsillar chirituvchi bakteriyalar tomonidan parchalanadi. Denitrifikatorlar nitratlarni parchalab, atmosferaga azot qaytaradi. Shunday qilib, azot tabiatda aylanib yuradi.

Bakterial o'g'itlar. Tuproqdagi mikrobiologik jarayonlarga va mikroblarga bakteriologik o'g'itlar kuchli ta'sir ko'rsatadigan faktorlardan biri hisoblanadi. Bakterial o'g'itlar xilma-xil bo'ladi: nitragin, azotobakterin, fosfobakterin, AMB va boshqalar. Turli dukkaddosh o'simliklarning urug'iga ekishdan oldin nitragin bilan ishlov berilsa (1 ga yerga ekiladigan urug' uchun 5-10 g nitragin kerak), ularning hosili o'rtacha hisobda 10-15% yuqori bo'ladi.

Nitragin tarkibida aktiv tuganak bakteriyalari bo'ldi, ular ko'plab atmosfera azoti to'playdi va hosilni oshiradi. Shuningdek, hosilning sifati ham yaxshilanadi, ya'ni ko'p miqdorda oqsil, aminokislotalar va V gruppaga mansub vitaminlar sintezlanadi

Nitragin turli shaklda: torfli aralashma, tuproqli aralashma, agarli aralashma va suyuq holda ishlab chiqariladi. Shulardan eng ko'p ishlatiladigani torfli aralashma bo'lib, bu aralashmadan AQSh, Avstraliya, Yangi Zelandiya, Kanadada, Hindistonda va boshqa Yevropa mamlakatlarida keng ravishda foydalaniladi.

Azotobakterin tarkibida azotobakter bo'ldi, uni tayyorlash uchun azotobakter agarli muhitda o'stiriladi. 1 gramida 40 mln azotobakter hujayrasi bo'ldi, 1 ga yerga ekiladigan urug'lar uchun 10-15 g azotobakterin yetarli. Bu preparat tarkibida xar xil bakteriyalar: ammonifikatorlar, azotfiksatorlar, sellyulozani parchalovchilar ham uchraydi. Bu bakteriyalar tabiiy unumdor tuproqlarning asosiy mikroflorasini tashkil etadi. Shuning uchun avtohton mikroflora deb ataladi. Odatda, kech kuzda va qish oylarida nordon tuproqlarda nam ko'p bo'lishi va tuproq temperaturasining pasayib ketishi natijasida mikroorganizmlarning faolligi pasayib ketadi. Shuning uchun har gektar yerga 250 kg dan AMB preparati solinsa, yaxshi natija beradi. Quyidagi jadvalda AMB preparatini qo'llanishi natijasida hosildorlikning ortishi ko'rsatilgan. Hozirgi vaqtda AMB preparati ko'proq issiqxonalarda yetishtiriladigan o'simliklar uchun ko'proq ishlatiladi. Buning uchun issiqxonalardagi i go'ng ustiga 30-40 sm qalinlikda AMB preparati sochiladi va uch hafta shu holda saqlanadi. Keyin bu yerda ko'chat yetishtiriladi. Ko'chatlar olingandan keyin go'ng sabzavotlarni o'g'itlash uchun ishlatiladi.

1935-yili A. A. Menkina tuproqdan organik birikmalardagi fosforni parchalaydigan bakteriyalarni ajratib oladi. Bu bakteriyalar organik moddalardagi fosforni o'zlashtiradi va fosfat kislota hosil kiladi. Fosfat kislotalarni o'simliklar o'zlashtira oladi. Ko'pchilik tuproqlarda organik holatdagi fosfor 28-35% gacha bo'ldi, lekin undan yuksak o'simliklar foydalana olmaydi.

Organik holatdagi fosforni parchalovchi bakteriyalar 2 xil: spora hosil kiluvchi va spora hosil qilmaydigan bo'ldi. *Bac. megaterium* var *phosphaticum* bakteriyasi yirik, 5-6 nm uzunlikdagi, eni 1,8-2 nm, sporasining uzunligi 1,2 nm, eni 0,7 nm bo'lgan bakteriyadir. *B. seracia* 1,8-2 nm uzunlikdagi tayoqchasimon, eni 0,5 nm bo'lgan fakultativ anaerob bakteriya.

Mavzu yuzasidan savol va topshiriqlar

1. Oqsil tarkibiga kiradigan muhim kimyoviy elementlar qaysilar?
2. O'simliklar azot manbalari sifatida qaysi minerallardan foydalanadi?
3. Mikroorganizmlar ishtirokida sodir bo'ladigan parchalanish natijasida qanday anorganik moddalar hosil bo'ladi?
4. Ammonifikatsiya jarayoni qanday amalga oshadi?
5. Spora hosil qiladigan aerob bakteriyalarga misol keltiring.
6. Oqsillar parchalanganda qanday moddalar hosil bo'ladi?
7. Mochevinaning parchalanishi haqida nimalarni bilasiz?
8. Nitratifikatsiya va denitratifikatsiya jarayonlarining farqi nimada?
9. Nitratifikatsiya jarayonida qaysi mikroorganizm turlari ishtirok etadi?
10. Azot to'plovchi mikroorganizmlar qanday guruhlariga ajratiladi?
11. Hozirda tugunak bakteriyalarning nechta turi ma'lum?
12. Tugunak bakteriyalarning har xil dukkaddosh o'simliklarga nisbatan moslanish xususiyatiga ko'ra qanday guruhlariga ajratilgan?
13. Jest va Kamen tomonidan qancha azot to'plash xususiyatiga ega bo'lgan bakteriyalar topilgan?
14. Azot to'plovchi mikobakteriyalarni turli moddalarga bo'lgan talabiga qarab qanday guruhlariga ajratilgan?
15. Azotobacter chroococcum qanday tuzilgan va qanday xususiyatlarga ega?
16. Azotobakterni sof holatda birinchi bo'lib kim ajratib olgan va qachon?

17-§. Patogen mikroorganizmlar

Patogen bakteriyalar odamlarda, hayvonlarda turli-tuman kasalliklar vujudga keltiradi. Bularga stafilokokklar, streptokokklar, pnevmokokklar, meningokokklar, gonokokklar va boshqalar kiradi. Bular odamlarda turli-tuman yallig'lanishni vujudga keltiradi. Masalan, stafilokokklar odamda chipqon (furunkul)ni vujudga keltiradi. Patogen stafilokokklarga qoramollar, qo'y va echkilar, otlar, oq quyon va oq sichqonlar juda chidamsizdir. Patogen streptokokklar odamda va hayvonlarda turli-tuman yallig'lanishlarni, pnevmokokklar pnevmoniyani, meningokokklar meningitni, gonokokklar gonoreya kasalliklarining sababchilaridir. Vabo kasalligining sababchisi pasterela, brusellyoz kasalligini sababchisi brusello koka bakteriyasidir.

Patogen anaerob bakteriyalar qoqshol (stolbnyak), botulizm gazli gangrena (qorason), to'qimalarning yemirilishi va boshqa kasalliklarning sababchilaridir. Patogen korine bakteriyalar difteriya kasalligini, patogen mikobakteriyalar sil kasalligini, patogen rikketsiyalar qizilchali tif (sipnoy tif) kasalligini chaqiruvchilari hisoblanadi.

O'simliklarda har xil kasalliklarni vujudga keltiruvchi bakteriyalarni fitopatologiya fani o'rganadi. Fitopatologiya fani XIX asrning 30 yillarida tashkil topa boshlagan. Kasal o'simliklarni birinchi bo'lib D. Kandol tasvirlagan edi.

Berrilya (1882-1883) birinchi bo'lib bakterioz kasalliklarini o'rganadi. Hozirgi vaqtda 300 dan ortiq turga mansub bo'lgan o'simliklarda turli kasalliklarni qo'zg'atuvchi spora hosil qiluvchi va spora hosil qilmaydigan bakteriyalar, mikobakteriyalar, psevdomonadalar va boshqa mikroorganizmlar ma'lum. Kasal tug'diruvchilar orasida monofaglar (faqat bir turdagi o'simliklarni kasallantiruvchilar) va polifaglar (ko'p turdagi o'simliklarni kasallantiruvchilar) ma'lum. Bakterioz kasalliklari ma'lum areallar bo'yicha yoki keng maydonlarda uchrashi mumkin. Texnik o'simliklarning kasallanishi natijasida sanoatga katta zarar keltiradi. Masalan, danakli rezavor mevalarda uchraydigan kuyish - ojog, makkajo'xorida so'lish kasalliklari keng tarqalgan.

G'o'zada uchraydigan gommoz natijasida-60%, g'allalarda uchraydigan qorakuya natijasida 15-60% ga yaqin, pomidorida uchraydigan rak natijasida 70-96% ga yaqin hosil nobud bo'ladi. Yog'ochi qurilishda ishlatiladigan qayin, archa, buk kabi daraxtlar ham keng miqyosda zararlanadi.

Fitopatogen psevdomonadalar. Bularning turi juda ko'p bo'lib, har xil o'simliklarda turli kasalliklar qo'zg'atadi. Bug'doyda qorakuya kasalligini vujudga keltiradi. Bu kasallik zararlangan don orqali tarqaladi. U Kanada, AQSh, Meksika, Avstraliyada va Rossiyaning Yevropa qismida keng tarqalgan. Bug'doy o'simligining hamma organlarini zararlaydi, hatto arpa, javdar va sulini ham zararlaydi.

Ps. malvacearium g'o'zada gommoz kasalligini qo'zg'atadi. Kasallangan o'simlikning bargida to'q yashil, yumaloq yoki uchburchak shakldagi yog'li dog'lar paydo qiladi, o'simlikni poyasi ham zararlanadi. Keyin ko'saklarda oldiniga to'q yashil, keyinchalik qora rangli dog'lar hosil qiladi. Poyasi tez sinadigan bo'lib qoladi.

Kasallik hosilni kamaytirishi bilan birga, tolaning sifatiga ham salbiy ta'sir etadi. Bu kasallik zararlangan chigit orqali tarqaladi, barcha paxtakor rayonlarda uchraydi.

Ps. beticola, lavlagi o'simligida, sil kasalligini qo'zg'atadi. Asosan qand lavlagi va xashaki lavlagini zararlaydi. Bunday kasallangan lavlagining ildiz tugunaklarida turli o'smalar hosil bo'ladi. U asosan zararlangan urug', tuproq va o'simliklarning qoldig'i orqali tarqaladi.

Ps. fobacia, tamaki o'simligini kasallantiradi, uning barglari zararlanishi natijasida hosil 40-50% ga kamayadi, kasallik zararlangan urug' orqali tarqaladi.

Ps. angulata, ham tamaki bargida sariq-yashil rangli dog'lar hosil qiladi, shu dog'lar ichidagi to'qimalar yemiriladi.

Ps. gordoncevinum, choy o'simligida rak kasalligini qo'zg'atadi. Po'stlog'i ostida bo'rtmalar hosil bo'ladi. Kasallik Gruziyada ko'proq tarqalgan.

Ps. phaseoli, dukkakdosh o'simliklarni zararlaydi. Barglarda qo'ng'ir rangli dog'lar hosil qiladi, hosil 20-40% ga kamayib ketadi.

Bulardan tashqari, beda, kartoshka, sabzi, pomidor, bodring; qovun, qovoq, karam; gulkaram, danakli rezavor mevalardan nok, tut ilg'oq; sitrus o'simliklardan limon, apelsin, mandarin; xona gullaridan oleandra, giasintlarda ham turli-tuman bakterioz kasalliklari uchraydi.

Fitopatogen basillalar. Bular ham turli-tuman bo'lib, o'simliklarda kasallik qo'zg'atadi. *Bac. mesentericus*, makkajo'xori so'tasida bakterioz kasalligini qo'zg'atadi. Hatto o'rik va shaftoli mevalarini ham zararlaydi, barglari zararlansa, yemirilib ketadi. Bu kasallik birinchi marta Armanistonda aniqlangan.

Fitopatogen bakteriyalardan *Bac. phytophthora* kartoshkada qorason kasalligini qo'zg'atadi. Fitofthora poyasining pastki tomonidagi parenxima to'qimalaridan o'tkazuvchi naylar orqali boshqa joylarga o'tadi, poya mo'rt bo'lib qoladi.

Kasallik zararlangan tugunaklar yoki tuproq orqali tarqaladi, bunda 5% dan 50% gacha hosil nobud bo'ladi.

Bac. corotovorum sabzavotlarda chirish kasalligini keltirib chiqaradi.

Bac. tracheipilum, bodring, pomidor va shu oilaga mansub boshqa o'simliklarda so'lish kasalligini vujudga keltiradi. Bu kasallik dunyo bo'yicha keng tarqalgan.

Bac. amylovorum mevali daraxtlarda kuyish kasalligini vujudga keltiradi, atirguldoshlar oilasining 36 taga yaqin turini zararlaydi, ayniqsa nok va olma ko'p zararlanadi. Kasallangan gul novdalar va pishmagan mevalar qorayib qoladi. Kasallik juda katta zarar keltiradi. U ko'p mamlakatlarda tarqalgan.

Chromobacterium crevanense g'oz'a o'simligida ildiz chirish kasalligini vujudga keltiradi. *Chromobacterium vitivorum*- tok poyasini kasallantiradi.

Fitopatogen zamburug'lar. Turli mamlakatlarda 150 yil mobaynida 187 turga mansub *Verticillium* zamburug'i topilganligi to'g'risida ma'lumotlar to'plangan. Shulardan O'rta Osiyoda 23 ta turi, O'zbekistonda 14 ta turga mansub bo'lgan vakillari uchraydi. Bulardan *Verticillium dahliae* g'oz'a o'simligida vilt kasalligini qo'zgatadi.

O'rta Osiyoda bu kasallikni birinchi bo'lib 1928 yilda Zaprometov aniqlagan. 1929 yili esa Yachevskiy bu kasallikni vujudga keltiradigan zamburug' - *Verticillium dahliae* ni topadi. Bu kasallik Armaniston, Ozarbayjon, Tojikiston, Turkmaniston va O'zbekistonning barcha viloyatlarida uchrashini ko'pgina olimlar aniqlaganlar.

Kasallik keng tarqalishining asosiy sababi bir yerga uzoq muddat bir xil o'simlik ekilishidir. Kasallik asosan, kasallangan o'simliklar qoldig'i, begona o'tlar, to'proq, suv, zararlangan urug', hatto havo orqali tarqaladi.

Vert. dahliae sun'iy oziqa muhitida, ayniqsa, Chapek muhitida yaxshi o'sadi. Boshqa zamburug'lar singari avvaliga yumaloq, bir oz bo'rtib ko'tarilgan, oq rangli misella hosil qiladi, 10 kundan keyin kul rang va jigar rangga kiradi.

Koloniyasi g'ovak, eni 1,5-3,5 nm, 3-7 kun o'tgach, miseliydan har tomonga turli kattalikdagi pufakchalar tarqaladi. Bu pufakchalardan har tomonga qarab 2-3 tadan giflar chiqadi. Koloniyasi bir hujayrali, ovalsimon, rangsiz, 1,5-2,7 nm kattalikda giflar uchida konidiyalar hosil bo'ladi. Ulardan tashqari, oidiyalar, xlamidosporalar va mikrosklerosiylar ham hosil bo'ladi.

Bu parazit g'oz'a o'simligining o'tkazuvchi naychalar sistemasini zararlaydi, u yerda miseliy hosil qiladi. Miseliyda giflarning uchida ko'plab konidiyalar hosil bo'ladi, konidiyalar o'simlikning butun tanasi bo'ylab tarqaladi. O'simlikning bargida sariq dog'lar hosil bo'ladi, keyin o'simlik so'linqirab qoladi. U ayniqsa g'oz'aga rivojlanish davrining boshida kuchli ta'sir etadi, bunda urug'palla barglari 1-2 kun ichidayoq so'lib qoladi.

Fitopatogen bakteriyalarning tarqalishi va ularga qarshi kurash choralari. Turli-tuman bakterioz kasalliklarining tarqalishida asosiy vosita urug'dir, chunki urug'ning ichiga kirib olgan yoki yuzasiga yopishgan fitopatogen bakteriyalar qish sovug'idan himoyalangan bo'ladi. Urug'unganda bakteriyalar yosh nihollarni zararlaydi, so'ngra o'tkazuvchi sistema orqali ko'tarilib, butun o'simlikni zararlaydi. Bundan tashqari

zararlangan urug' orqali kasallik boshqa hududlarga ham tarqalishi mumkin. Urug'dan tashqari, bakterioz kasalliklari zararlangan qalamchalar, tugunaklar orqali ham boshqa joylarga tarqalishi mumkin.

Asosan bakterioz kasalliklari kasal o'simliklar qoldig'i (organlari) orqali tarqaladi. Ba'zan yomg'ir tomchilari orqali ham kasallik tarqalishi mumkin. Suv ham kasallik tarqatishda asosiy vositalardan biri hisoblanadi. Bakterioz kasalliklarining tarqalishida nematodalar, shilimshiqalar, qushlar ham vositachi bo'lishi mumkin.

Bakterioz kasalliklariga qarshi kurash olib borish uchun bakteriyalar biologiyasini, ular uchraydigan joylarni yaxshi bilish zarur. Bakteriozlarga qarshi asosan, kimyoviy, agrotexnikaviy va biologik usullarda kurash olib boriladi.

1. Kimyoviy usulda kurashishda urug'ni ekishdan oldin dorilash, kalamcha va tuganaklarni dezinfeksiyalash zarur.

2. Agrotexnikaviy usulda tuproqni dezinfeksiyalash, yerga yaxshi ishlov berish, zararlangan o'simliklarni darhol daladan olib chiqib ketib, kuydirish zarur.

3. Biologik usulda tuproqda antogonist bakteriyalarning rivojlanishi uchun qulay sharoit yaratib berish zarur.

Nixoyat bakterioz kasalliklariga chidamli o'simliklar navini yaratish ham muhim ahamiyatga ega bo'lgan choralardan biridir.

Immunitet to'g'risidagi ta'limot. Yuqumli kasalliklarning ba'zi xili bilan kasallanib, tuzalgan odam shu kasalliklarga berilmaydigan bo'lib qolishi allaqachon ma'lum bo'lgan edi. Masalan, bir marta qizamiq bilan og'rigan bola ikkinchi marta bu kasallik bilan kasallanmaydi. Odam organizmining kasallik tug'diruvchi mikroblarga berilmasligi *immunitet* deyiladi. Immunitet fiziologik himoya reaksiyalarining murakkab kompleksidan iborat.

Immunologiya fanni rivojlantirishda Lui Paster, I. I. Mechnikov, Ru, Bering, L. S. Senkovskiy, G. N. Gabrichevskiy, Borde, Erlix va boshqalar o'z xissalarini qo'shganlar. Immunitet turlari va shakllarining turli klassifikatsiyasi ma'lum. Shulardan eng oddiy klassifikatsiyaga muvofiq: tabiiy imunitet (buning tug'ma turga alokador turi va hayot davomida orttirilgan turi ma'lum) va sun'iy immunitet (buni vaktsinasiyadan keyin paydo bo'ladigan aktiv immunitet va organizmga shifobaxsh zardoblar yoki gamma globulinlar yuborilganidan keyin hosil bo'ladigan passiv immunitet) dir.

Tabiiy immunitet. Bu immunitetning tug'ma turi, kasallikka berilmaslikni vujudga keltiradi. U organizmning biologik xususatlaridan

kelib chiqadi. Masalan, odamlar qoramol o'lati, tovuq vabosi va boshqa kasalliklar bilan kasallanmaydi. Tug'ma immunitetda hujayralarda ro'y beradigan biokimyoviy jarayonlar katta ahamiyatga ega. Odam yuqumli kasallik bilan kasallanib bo'lganidan so'ng uning organizmida immunitet paydo bo'ladi, bu hayotda orttirilgan turidir.

Immunitetning bu turi nasldan naslga o'tmaydi. Masalan, odam bir marta ko'k-yo'tal, qizamiq, tulyaremiya bilan kasallanganidan keyin hosil bo'lgan immunitet umr bo'yi saqlanadi. Lekin ba'zi bir kasalliklardan keyin hosil bo'lgan immunitet uzoq muddatli bo'lmaydi va organizm bir necha marta og'riishi mumkin. Masalan, A tipdagi virusdan paydo bo'lgan grippdan so'ng immunitet 1-2 yil, B tipdagi virusdan paydo bo'lgan grippdan so'ng 3-6 yil davom etadi. Gripp virusining shtammlarining ko'pligi, ularni doimo o'zgarib turishi bir shtamga hosil bo'lgan immunitet boshqa shtamdan saqlay olmaydi. Gripp virusidagi neyraminidazani va gemaglyutinini 10 dan ortiq varinatlari bo'lib, biriga H_1N_1 varianti H_2N_2 variantidan saqlay olmaydi.

Chaqaloqlarning passiv immuniteti, ona organizmidagi yo'ldosh orqali qorindagi bolaga yoki ona suti orqali chaqaloqqa antitelalar o'tadi. Bunday immunitet qisqa muddatli bo'ladi, lekin uning ahamiyati nihoyatda katta, chunki, u 6 oy mobaynida organizmni mikrobyuqishidan himoya qilib turadi.

Sun'iy immunitet. Yuqumli kasallik paydo bo'lmasligi uchun bu immunitet organizmda sun'iy yo'l bilan yaratiladi. Sun'iy immunitetning aktiv va passiv formalari bor. Aktiv formasi odam organizmiga nobud qilingan yoki zaiflashtirilgan vaksina yuborish bilan hosil qilinadi.

Zaiflashtirilgan tirik mikroblardan iborat vaksinalar ishlatilganda immunitet 3-5 yil, nobud qilingan mikroblar vaksinasi ishlatilganda, bir yilgacha davom etadi.

Sun'iy immunitetning passiv formasi odam organizmiga immunoantitelalar yuborilganda hosil bo'ladi. Antitelalar kasallangan hayvonlarning qon zardobidan olinadi. Passiv sun'iy immunitet bir oy atrofida saqlanadi, so'ngra antitelalar yemiriladi va organizmdan chiqarib tashlanadi.

Mahalliy immunitet ham bo'lib, uni A. M. Bezredka aniqlagan. Bu, turli organ va to'qimalarda qo'zg'atuvchiga berilmaslikning mahalliy xili. Masalan, vaksina ichirilsa, kasallik boshlanmaydi, chunki ingichka ichakning shilliq pardasi vabo vibrioniga berilmaydigan bo'lib qoladi. Ichak devorida plazmatik hujayralar bo'lib, ular mikroblarga qarshi antitelalar ishlab chiqaradi va mikroblarga salbiy ta'sir etadi.

Immunitet faktorlari va mexanizmlari. Odamni kasalliklarga berilmaydigan qilib qo'yadigan himoya faktorlari spesifik, ya'ni ma'lum bir qo'zg'atuvchiga qaratilgan va nospesifik, ya'ni odam va ko'pgina hayvonlarga xos bo'lishi mumkin. Nospesifik faktorlar xilma-xil mikroorganizmlarga qarshi himoyani amalga oshiradi.

Odam va hayvon organizmida patogen mikroblar kirishiga to'sqinlik qiladigan yoki ularni nobud qiladigan tabiiy himoya vositalari bor. Bularga teri, shilliq pardalar, limfa, ichak va oshqozon shirasi, lizosim fermenti, o't, safro va boshqalar misol bo'ladi. Teri organizmga ko'pgina mikroblarning kirishiga yo'l qo'ymaydigan to'siq bo'lib xizmat qiladi. Undan ajralib turadigan ter va yog' bezlar tarkibida bo'lgan sut va yog' kislotalarning salbiy ta'siridir, teriga tushgan mikroblar 30 minutdan so'ng nobud bo'ladi. Agar teri iflos bo'lsa, uning bakterisidlik xossalari susayib ketadi, shuning uchun terini doim toza holda saqlash muhim ahamiyatga ega.

Burun, halqum, nafas yo'llari, ichak, siydik-tanosil yo'llari va ko'z konyunktivlarining shilliq pardasi yanada kuchli himoya xossalarniga ega. Bu shilimshiq, ko'z yoshi, so'lak, hazm bezlari ishlab chiqaradigan sekretlar tarkibida ko'pgina mikroblarga salbiy ta'sir etuvchi alohida moddalar bo'ladi. Ana shunday moddalardan biri lizosimdir, u ko'pgina saprofit mikroblarga, patogen mikroblarga ta'sir etadi va ularni eritib yuborish xususiyatiga ega.

Nafas yo'llari shilliq pardasining epiteliysi organizmga kirgan patogen bakteriyalarni ushlab qoladi va tashqariga chiqaradi. Eng mayda zarrachalar o'pka alveolalariga yetib boradi va bu yerda fagositlar tomonidan tutib qolinadi, undan limfa tugunlariga o'tkaziladi va zararsizlantiriladi.

I. I. Mechnikov fagositoz nazariyasining asoschisi hisoblanadi. Bu nazariyaning ma'nosi, quyidagilardan iborat: organizmga tashqi muhitdan kirgan mikroorganizmlarni myozoderma hujayralari hazm kilib yuboradi. Donador leykositlar, limfositlar, monositlar va plazmatik hujayralar fagositlarga misol bo'ladi.

Qo'pgina yukumli kasalliklar vaqtida, bemorning qon zardobida spesifik antitelalar hosil bo'ladi, ularni ma'lum antigen orqali bilish mumkin. Immunitet reaksiyalari spesifik va nihoyatda sezgir bo'lib, diagnostikada keng qo'llaniladi.

Immunitet reaksiyalari agglyutinasiya, presipitasiya, komplementni bog'lash reaksiyalaridir. Immunitet reaksiyalari antigen bilan antitelaning spesifik ravishda o'zaro ta'sir etishiga asoslangan.

Ma'lum antigenlar yordamida bemor yoki tekshirilayotgan odamning qon zardobida antitelalar bor-yo'qligini aniqlash mumkin.

Agglyutinasiya reaksiyasi. Agglyutinasiya reaksiyasi antitelalar (agglyutininlar)ning yaxlit mikroob hujayralari yoki boshqa hujayralar bilan spesifik ravishda o'zaro ta'sir etishiga asoslangan. Shunday o'zaro ta'sir natijasida cho'kmaga tushadigan aglomerat zarralar hosil bo'ladi (agglyutinat). Bu reaksiya ikki fazada o'tadi: birinchi fazasi - antigen bilan antitelaning spesifik tarzda birikishi, ikkinchisi - nospesifik faza, ya'ni ko'zga ko'rinadigan agglyutinat hosil bo'lishidir.

Agglyutinat natriy xlorid ishtirokida cho'kmaga tushadi. Agglyutinatdagi mikroorganizmlar uzoq vaqtgacha tirik koladi, lekin harakatchanligini yo'qotadi. Agglyutinasiya reaksiyasi yuqumli kasalliklarning serologik diagnostikasini hamda ajratib olingan mikroblarning antigen strukturasi aniqlash uchun keng qo'llaniladi.

Presipitasiya reaksiyasi. Bu reaksiyalarda ishtirok etadigan antitelalar presipitatlardir. Organizmda hosil bo'ladigan mayda dispersli antigen - antitela kompleksi oddiy metodlarda qo'yilgan presipitasiya reaksiyasida ma'lum bo'ladi. Masalan, kuydirgi, toun, tulyaremiya, meningit kasalliklarni diagnostikasida halqasimon presipitasiya reaksiyasidan foydalaniladi. Buning uchun ingichka probirkalarga maxsus immun zardob quyiladi va unga juda ehtiyotlik bilan qoplam qilib antigen tushiriladi. Ikki suyuqlik chegarasida xalqa, ya'ni presipitat paydo bo'lishi tegishli antigen borligini ko'rsatadi.

Komplementni biriktirish reaksiyasi. Bakteril, virus, protozoy infeksiyalarida, bemorlar qon zardobidagi antigenni topish uchun, shuningdek, kasal kishilardan ajratib olingan viruslarni aniqlash va tipini belgilash uchun shu reaksiyadan foydalaniladi. Bu reaksiyada antigen, antitela va komplementdan tashqari, reaksiya natijasini ifodalaydigan gemolitik sistema ham ishtirok etadi. Komplementni biriktirish reaksiyasi ikki fazada o'tadi. Birinchi fazada - komplement ishtirokida antigen bilan antitelaning o'zaro ta'sirini, ikkinchisida komplementning birikish darajasini gemolitik sistema yordamida bilib olish mumkin.

Komplementni biriktirish reaksiyasi zaxm (Vasserman reaksiyasi), so'zak (Borjangu reaksiyasi), toksoplazmoz, rikketsioz va virus kasalliklari diagnostikasida qo'llaniladi.

Antibiotiklar va fitonsidlar. Mikroorganizmlar orasida antagonezm keng tarqalgan. Evolyusion tarqiyot natijasida bir tur, ikkinchi turning rivojlanishiga to'sqinlik qiluvchi usullarni yaratishga intilgan. Shunday faktorlardan biri antibiotiklardir. Antibiotiklar odam va hayvon

organizmda kasallik tug‘diruvchi ayrim mikroorganizmlarni nobud qiladi. Masalan, streptomisin turli mikroblarga qarshi, penisillin esa, stafilokokk, gazli gangrena, qoqshol, botulizm kasalliklarini ko‘zg‘atuvchilarga qarshi ishlatiladi.

Penisillin mikroblar hujayrasida oqsil va nukleoproteidlar almashinishi jarayonini buzilishiga ta‘sir etadi. Penisillin ($C_{16}H_{18}O_4N_2S$) *Penicillium chrysogenum* va *Pen. notatum* dan olinadi. U gram musbat bakteriyalarga ta‘sir etadi. Penisillinning chala sintetik turlari: metisillin, oksasillin, kloksasilin, dikloksasillin, ampicillin, nafsillin, karbonsillin va boshqalar stafilokokklarga qarshi ishlatiladi.

Tuproqda yashovchi nurli zamburug‘lar - aktinomisetlardan ko‘pgina qimmatli antibiotiklar olinadi. Bu zamburug‘lar N. A. Krasilnikov, A. N. Koryanenko va S. A. Asqarovalar tomonidan atroflicha o‘rganilgan.

1951 yilda G. F. Gauze va M. G. Brajnikovlar nurli zamburug‘lardan albomisin ajratib olganlar, bu preparat stafilokokk, pnevmokokk va dizenteriya tayoqchasiga qarshi ishlatilgan. 1952 yilda eritromisin olinadi, bu preparat mikroblarga, rikketsiyalarga va ba‘zi viruslarga qarshi ta‘sirga egadir.

Fitonsidlar. B. P. Tokin yuksak o‘simliklardan ajratib olingan va mikroblarga qarshi ishlatiladigan moddalarga fitonsid nomini bergan. Fitonsidlar juda ko‘p o‘simliklarda hosil bo‘ladi, jumladan, aloeda, dukkakdoshlar dukkagida, turli g‘alladoshlarda, gorchisa, pomidor, xren, evkalipt, cheryomuxa, qayin shirasida uchraydi. Ayniqsa, piyoz va chesnokda fitonsidlar ko‘p bo‘ladi. Ular bakteriyalar, aktinomisetlar, zamburug‘lar, sodd hayvonlar, hasharotlar va bakteriofaglarga salbiy ta‘sir etadi. Osiyotr balig‘idan ekmolin deb nomlangan modda ajratib olingan va grippga qarshi ishlatilgan. Tuxum oqida, so‘lakda, ko‘z yoshida, balg‘amda lizosim bo‘lib, saprofit bakteriyalarni eritish xususiyatiga ega.

Mavzu yuzasidan savol va topshiriqlar

1. Patogen bakteriyalarga misol keltiring va ular qanday kasalliklar keltirib chiqaradi?
2. Fitopatologiya fani tarixi, rivojlanishi va vazifalari haqida gapirib bering.
3. Fitopatogen psevdomonadalar qanday kasalliklarni keltirib chiqaradi va ular qanday iqtisodiy zarar keltiradi?

4. Fitopatogen basillalar vakillari qaysi o'simliklarda kasallik qo'zg'atadi?

5. G'o'za o'simligida vilt kasalligi qo'zg'atuvchisi tuzilishi, xususiyatlari, kasallik keltirib chiqarish mexanizmi, zararlari haqida ma'lumot bering.

6. Bakterioz kasalliklari qanday usullar yordamida tarqaladi?

7. Bakteriozlarga qarshi kurashda qanday usullar samarali hisoblanadi?

8. Tabiiy immunitetning hosil bo'lishi va xususiyatlari haqida ma'lumot bering.

9. Tabiiy va sun'iy immunitet xususiyatlari bir-biridan qanday farq qiladi?

10. Odam va hayvon organizmida patogen mikroblar kirishiga to'sqinlik qiladigan yoki ularni nobud qiladigan tabiiy himoya vositalariga misol keltiring.

11. Immunitet reaksiyalari deb qanday jarayonga aytiladi?

12. Agglyutinasiya reaksiyasi qanday mexanizmida amalga oshadi?

13. Qanday kasalliklarni diagnostika qilishda presipitasiya reaksiyasidan foydalaniladi?

14. Komplementni biriktirish reaksiyasi bosqichlari haqida gapirib bering.

15. Komplementni biriktirish reaksiyasidan qaysi kasalliklarni tashxis qo'yishda foydalanish mumkin?

16. Bugungi kunda antibiotiklar qanday manbalardan ajratib olinmoqda?

17. Penisillinning olinishi, ta'sir etish mexanizmi va sintetik turlari haqida ma'lumot bering.

18. Mikroblarga qarshi kurashda fitonsidlar qanday ahamiyatga ega?

IX bob. MIKROORGANIZMLAR AJRATISH, O‘STIRISH VA BAHOLASH USLUBIYATI

18-§. Mikroorganizmlarni o‘stirish usullari

Mikroorganizmlarni o‘stirishning ikki xil usuli ma’lum: yuzaki va suyuq ozuqa sharoitida o‘stirish.

Mikroorganizmlarni yuzaki o‘stirish texnologiyasi juda oddiy. Bu texnologiyaga asosan mikroorganizmlar qattiq yoki suyuq ozuqa muhitining sathida o‘stiriladi. Qattiq ozuqa muhiti sifatida agar-agardan tayyorlangan muhitlar, arpa yoki bug‘ doy kepagi kabilardan keng foydalaniladi. Aralashirilgan ozuqa muhiti steril holatda probirkalarga yoki Petri likobchalariga, shisha idishlarga quyib chiqiladi. Kerakli mikroob ekilib, termostatlarga qo‘yiladi va bu yerda mikroorganizmlarning o‘shishi va rivojlanishi boshlanadi. Arpa yoki bug‘ doy kabi maydalangan, quruq ozuqalar maxsus to‘rtburchak shakldagi idishlarga bir tekis sepib chiqiladi. Mo‘tadil haroratda mikroorganizmlarning o‘shishi bir necha kun davom etadi. Shundan keyin kerakli mahsulot ajratib olinadi. Mikroorganizmlarning yuzaki o‘shish jarayoni ma’lum bir vaqtda to‘xtaganligi sababli davriy hisoblanadi.

Mikroorganizmlarni suyuqlikda o‘stirish jarayoni fermentyor deb ataladigan maxsus ustqurmalarda olib boriladi va ushbu jarayonda mikroorganizmlar ozuqa muhitda suzib yuradi. Ushbu usul davriy va doimiy bo‘lishi mumkin.

Mikroorganizmlarni suyuqlikda davriy o‘stirilganda, fermentyorga birdaniga hamma ozuqa muhitini solib, sterilizasiya qilinadi va sovitilib, ko‘paytirilishi lozim bo‘lgan mikroorganizmning achiqisi solinadi (ekiladi).

Mikroorganizmni o‘stirish, mo‘tadil bo‘lgan sharoitda ma’lum bir vaqtgacha davom etadi va shundan so‘ng fermentyorlarning ishi to‘xtatilib, hosil bo‘lgan aralashmadan kerakli modda ajratib olinadi.

Mikroorganizmlarni suyuqlikda doimiy o‘stirish jarayonida fermentyorga bir tekisda, doimiy ravishda ozuqa muhiti quyib turiladi va shunga mos ravishda tayyor mahsulot saqlovchi suyuqlik (mikroorganizm bilan birga) quyib olinadi va undan kerakli modda ajratib olinadi. Albatta, mikroorganizmlarni davriy yoki doimiy o‘stirish sharoiti bir-biridan farq qiladi. Davriy o‘stirishda ozuqa muhitidagi moddalar miqdori bir tekisda kamayib, hosil bo‘ladigan modda miqdori esa ko‘tarilib boradi, bu esa

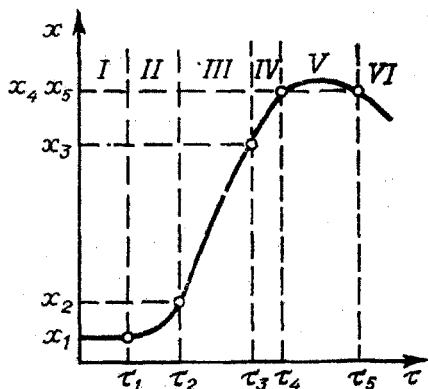
mikroorganizmning o'sib rivojlanishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Doimiy o'stirishda esa, bu ikki ko'rsatkich bir tekisda turadi, shuning uchun ham mikroorganizmning o'sishiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Mikroorganizmlarni davriy o'stirish. Ekiladigan materiallar olishda, ko'pincha davriy o'stirish usulidan foydalaniladi. Buning mohiyati shundan iboratki, mikroorganizmlarning o'sish davrida tashqaridan qo'shimcha ozuqa moddalari qo'shib berilmaydi (agar maxsus ko'rsatilgan bo'lmasa), shuningdek, olib tashlanmaydi ham. Bunday sharoitda mikroorganizmlar ma'lum rivojlanish siklini bosib o'tgan holda o'sadi va ko'payadi. Rivojlanish sikli fazalar va davrlar almashinuvi bilan belgilanadi. Fazalarning birin-ketin almashinish jarayonlari chizmalarda ifodalanishi mumkin. Agar, ekilgan vaqtda idishdagi hujayralar soni aniqlansa, ma'lum bir vaqtda ma'lum miqdordagi hujayralar soni paydo bo'ladi. Hujayra sonini (yoki ularning umumiy og'irligini) absissaga, o'tgan vaqtni esa ordinataga qo'yib chizma chizilsa, mikroorganizmlarning qanday ko'payganligi to'g'risidagi axborot olinadi (58-rasm).

Ushbu egri chiziqni mikroorganizmlarning o'sish egrisi deyiladi va u bir necha faza va davrlarga bo'linadi.

I. Dastlabki yoki birinchi faza lag-faza yoki moslashuv fazasi deb ataladi. Bu faza muhitga achitqi tashlangandan mikroorganizmlarni ko'payish davri boshlanguncha davom etadi. Bu davr ichida mikroorganizm yangi muhitga, ya'ni sharoitga moslashadi (adaptasiya). Ushbu fazaning tuzilishi mikroorganizmning fiziologik o'sish xossalariga, ekuv va ozuqa muhitining tarkibi va sifatiga, hamda o'stirish sharoitiga bog'liq bo'ladi. Bu sharoitlar qanchalik farq qilsa (mikrob oldin o'sib turgan sharoitdan), hamda qanchalik ekuv materiallarini miqdori ko'p bo'lsa, bu fazaning o'sish davri shunchalik qisqa bo'ladi. Hujayra tashqarisida unchalik o'zgarish kuzatilmasa ham, hujayra ichidagi biokimyoviy jarayonlarda o'zgarish bo'lib o'tadi. Hujayrada ribosomalar soni va oqsil miqdori ko'payadi, fermentlar tizimi faollashadi. Dastlabki davrda mikrob populyasiyalari ko'paymagan holda hujayra hajmi kengayadi.

II- faza o'sishning tezlanish yoki o'tish davri deb ataladi. Bu fazada hujayraning bo'linishi boshlanadi, hujayrada nuklein kislotalari (DNK, RNK), oqsil miqdori oshadi va hujayra hajmi kengayadi. Hujayra sathining uning hajmiga nisbati ma'lum darajaga yetganda, hujayra bo'linishi boshlanadi, oqibatda mikroorganizmlar soni va uning o'sishi ortib boradi. Bu faza unchalik uzoq davom etmaydi.



58-rasm. Mikroorganizmlarni davriy o'sishining chizmasi:

x - biomassa miqdori (1 ml dagi mikroob hujayrasi miqdori); t - vaqt, soat; I - lag-faza; II - tez rivojlanish fazasi; III - eksponensial faza; IV - sekin rivojlanish fazasi; V - stasionar faza; VI - nobud bo'lish fazasi.

III- faza - hujayra sonining o'ta faol ko'payish fazasi. Bu faza eksponensial yoki logarifmik faza ham deb ataladi. Bu faza mikroorganizm butunlay moslashib olgandan keyin, uning rivojlanishi va ko'payishi ozuqa muhitidagi moddalarni kamayishiga hamda hosil bo'ladigan moddalar miqdorini oshib borishiga e'tiborsiz vaqtda sodir bo'ladi. Mikroorganizmlarning o'sish jarayonlarini o'rganilganda o'sishning absolyut va solishtirma tezligininng farqiga yetish kerak. O'sishning absolyut tezligi:

$$v = \frac{dx}{dt}$$

X - biomassa miqdori yoki hujayralar soni, g/l;

τ - vaqt, soat.

Solishtirma o'sish tezligi, bir biomassaning o'sish tezligi bilan xarakterlanadi va quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\mu = \frac{dx}{d\tau} = \frac{1}{x}$$

bunda: μ - biomassaning vaqt birligida o'sishi, biomassaga nisbatan, soat⁻¹.

Mikroorganizmlarning solishtirma o'sish tezligi, organizmning o'zi

va uni o‘stirish sharoitlari uchun eng muhim tavsiflaridan hisoblanadi.

Solishtirma o‘shish tezligi va mikroorganizmlarning o‘shishini cheklab turuvchi substrat miqdori orasida ma’lum bog‘ liqlik bo‘lib, fransuz olimi Mono quyidagi tenglama tarzida ko‘rsatgan edi:

$$\mu = \mu_{\max} \frac{S}{S + K_S}$$

bunda, μ_{\max} - eng baland solishtirma o‘shish tezligi; S - substrat miqdori;

K_S - to‘yinish konstantasi, solishtirma o‘shish tezligi eng baland nuqtasining yarmiga teng bo‘lgandagi substrat miqdoriga teng.

Solishtirma o‘shish tezligi, shuningdek, modda almashinuvi jarayonida hujayradan ajralib chiqadigan mahsulot miqdoriga ham bog‘ liq.

O‘shishni sekinlashtiruvchi moddalar ta’sirini hisobga olgan holda ifodalanuvchi tenglama, Mono - Iyerusalimskiy nomlari bilan atalib, u quyidagi tarzga ega:

$$\mu = \mu_{\max} \frac{S}{S + K_S} \frac{K_p}{p + K_p}$$

bunda, p - hujayraning o‘shishini sekinlashtiruvchi modda miqdori; K_p - sekinlashish konstantasi, o‘shishni solishtirma tezligini ikki marta kamaytirish uchun zarur bo‘lgan modda miqdoriga teng.

Mikroorganizmlarni eksponensial fazada o‘shishi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$X = X_0 e^{\mu_{\max} \tau}$$

bu yerda, X_0 - boshlanish davridagi biomassa miqdori yoki hujayra soni; e - natural logarifm asosi.

Ushbu tenglamani logarifmga solsak, quyidagi ko‘rinish hosil bo‘ladi:

$$\ln x = \ln x_0 + \mu_{\max} \tau$$

demak, biomassa miqdori yoki hujayra sonining logarifmi bir xil tezlikda ko‘payib boradi. Shuning uchun ham, ushbu fazani **logarifmik faza ham deb ataladi**.

Mikroorganizmlarning jadallik bilan o‘shish davrida, ozuqa tarkibidagi moddalarning sarf bo‘lishi va yangi hosil bo‘ladigan modda yoki moddalarning miqdori ham jadallik bilan o‘zgarib boradi. Oqibatda,

joy talashish paydo bo'lib, hujayralar bir - birlariga xalaqit beradigan bo'lib qoladilar, ozuqa moddalarning hujayraga kirishi va metabolitlarning hujayradan chiqishi susayadi. O'sish tezligi pasayadi, hujayraning bo'linish soni qisqaradi, oqibatda o'sishning keyingi fazasiga o'tiladi.

IV - faza - o'sishning sekinlashuv fazasi yoki o'sish tezligining susayishi. Bu fazada eksponensial fazadan farqli o'laroq, hujayralar har xil bo'lib qoladilar. Bunga asosiy sabab turli xil noxush omillar ta'siri (ozuqa moddalar miqdorining kamayishi, metabolitlar miqdorining ko'payishi va h.k.) ortib boradi. Bularning barchasi nafaqat o'sish tezligining pasayishiga, balki hujayralarning barbod bo'lishiga, hatto lizisga (erib ketish) olib keladi.

V - faza - stasionar faza. Bu fazada mikroorganizmlarning biomassa hosil qilish qobiliyati deyarli to'xtaydi, va:

$$\frac{dX}{dt} = 0$$

Shuni ham aytib o'tish lozimki, ba'zi bir (ko'p bo'lmagan) mikroorganizmlarning ko'payishi sekin davom etganligi sababli, bu fazada ham o'ta sekinlik bilan biomassaning to'planishi kuzatilishi mumkin.

Ammo ko'payish bilan o'lish jarayonlari tobora bir birlariga yaqinlashib borganligi sababli yuqoridagi tenglama o'z o'rnini topadi. O'sishning stasionar fazasiga yetgan mikroorganizmlar eng ko'p miqdorda biomassa yoki hujayra to'plagan bo'ladi. Bu ko'rsatkichlar hosildorlik deb ataladi.

Amaliyot nuqtai nazaridan, iqtisodiy koeffitsiyent degan ibora katta ahamiyat kasb etadi. Bu ko'rsatkich hosil bo'lgan mikroorganizmlar og'irligi bilan ishlatilgan substratlar miqdorini solishtirish imkonini beradi:

$$y=x/S$$

Stasionar fazaga hujayralarning xilma-xilligi xarakterlidir. Bu davrda bir necha ko'payishga imkoniyat bor hujayralar qatori, ko'payish xususiyatini yo'qotgan, ammo hozircha tirik, shuningdek o'lik va lizisga uchragan hujayralar mavjud bo'ladi.

VI - faza - o'lish yoki qirilish fazasi ham deb ataladi. Bu faza, o'layotgan hujayralar soni, ko'payishga qodir hujayralar sonidan ortgan davrdan boshlanadi. Hujayra yashashi uchun sharoit yo'q, barcha zaxiradagi moddalar ishlatilib bo'lingan bo'ladi.

Mikroorganizmlarni davriy ko'paytirish usuli, keyingi asosiy fermentasiya qaysi usulda olib borilishidan qat'iy nazar ekuv materiallari

tayyorlash uchun keng qo'llaniladi. Doimiy ko'paytirishning afzalliklaridan qat'iy nazar, ko'pgina sanoat jarayonlari hanuzgacha davriy ko'paytirish usulida olib boriladi. Bunga asosiy sabab mikroorganizmlar xususiyatlarining o'ta murakkab va tez o'zgaruvchanligidir. Shuning uchun ham, mikroorganizmlarning ko'payishi va rivojlanish fazalarini yaxshi tahlil qilish, ular ishtirokidagi texnologik jarayonlarni muvaffaqiyatli olib borishga asos bo'lib xizmat qiladi.

Mikroorganizmlarni doimiy (uzluksiz) ko'paytirish. Davriy o'stirish jarayonida, mikroorganizmlarni eng ko'p ko'payish imkoniyatlari to'lig'icha ishlatilmaydi. Ularning eng faol davri - logarifmik faza davri, ishlab chiqarish siklining juda kam qismini egallaydi, siklning asosiy qismi o'sishning lag- va sekinlanish fazalariga sarflanadi.

Davriy o'stirish jarayonida hujayra har doim o'zgarib turadi. Dastlab ozuqa muhitidagi moddalar miqdori kerakligidan ko'p, keyinroq esa asta sekin yetishmovchilik boshlanadi va metabolitlar to'plana boradi. Bu metabolitlarning ko'pchiligi mikroorganizmlarning o'sib, ko'payishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Agar ozuqa muhitiga birdaniga ko'p miqdorda ozuqa moddalari solinsa, o'sish sekinlashadi va bu hodisa katabolitli repressiya deb ataladi. Moddalarni asta sekin doimiy ravishda berib turish orqali, mikroorganizmlar o'sishining pasayishini oldini olish mumkin. Bunday usul mikroorganizmlarga siqilib substrat (ozuqa) berish deb nom olgan.

O'stirish jarayonida qo'shimcha ozuqa moddalarini berib borish ozuqa muhit hajmini oshirib yuboradi. Hajmni doimiy ravishda ushlab turish maqsadida vaqti - vaqti bilan kultural suyuqlik (mikroorganizm o'stirilgan ozuqa muhiti) dan olib turishni taqozo etadi. O'stirishning bunday davriy jarayoni "**quyib olish - quyish**" deb ataladi. Qancha miqdorda suyuqlik quyib olinsa, shuncha miqdorda ozuqa muhiti o'stirish qurilmasiga quyiladi. Bu usulning oldingisidan farqi shundaki, o'stirilayotgan mikroorganizmning bir qismi doimiy ravishda olib turiladi va uning o'rniga yuqorida ko'rsatib o'tilganidek, ozuqa moddasi quyiladi. Bu usulda hajm, suyultirish tezligi, suyultirma o'sish tezligi kabi asosiy ko'rsatkichlar doimiy bo'lmaydi va mikroorganizm kvazistasionar (mnimostasionar) holatda bo'ladi.

Qism-qism qo'shib o'stirishning yana bir yo'li substratni dializ membranasi orqali yuborib turish. Agar o'stirish apparatiga faqatgina ma'lum molekulyar og'irlikka ega bo'lgan moddalarni o'tkazishga mo'ljallangan membranalar o'rnatilsa, eritma erigan moddaning diffuziyasi tufayli bu moddaning miqdori doimiy ravishda bir xil ushlab

turiladi.

Bu usuldan biomassani ko'paytirish yoki ozuqa modda miqdori cheklangan mikroorganizmlarni o'stirish uchun keng qo'llaniladi. Bu usul, shuningdek, mikroorganizm o'sishini yuqorida ko'rsatib o'tilgan fazalardan birida uzoqroq ushlab turish imkoniyatini beradi. Ammo bu usul hujayraning fiziologik holatini vaqtdan tashqari mo'tadillab turish imkoniyatini bera olmaydi.

Doimiy o'stirish mikroorganizmlarning o'sishini eksponensial fazada ushlab turish uchun zarur bo'lgan barcha sharoitlarni yaratish, jumladan, kerakli moddalarni o'z vaqtida va zarur miqdorda yetkazib berishga asoslangan. Bunday sharoitda shunday holat yuzaga keladiki, bunda hujayralar kirib kelayotgan ozuqa moddalariga muvofiq ravishda bir tekisda va doimiy ko'payishda bo'ladilar. Bir vaqtning o'zida kultural suyuqlikning bir qismi tarkibidagi mikroorganizm bilan birgalikda fermentyordan ajratib turiladi. Ammo fermentyorda qolgan mikroorganizmlarning miqdori doimiy jarayonni uzluksiz olib borish uchun yetarli bo'ladi. Mukammal sharoitda o'stiriladigan hujayralar doimiy ravishda ozuqa moddalari bilan ta'minlanib turishlariga qaramasdan, ular kultural suyuqlikda, demak-ki, ajratib olinayotgan suyuqlik tarkibida ham deyarli uchramaydi.

Doimiy o'stirishning eng muhim xususiyatlaridan biri - suyulish tezligi yoki fermentyorda ozuqa muhitining almashtirilish tezligidir. Agar fermentyor hajmini V (l), muhit kirish tezligini $-F$ (l/soat) bilan belgilasak, suyulish tezligi D (soat⁻¹) quyidagiga teng bo'ladi:

$$D = F/V.$$

Mikroorganizmni solishtirma o'sish tezligi:

$$\mu = \frac{1}{x} \frac{dx}{dt}$$

teng bo'lganda, mikroorganizmni o'stirish davridagi lahzadagi o'sishi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\frac{dx}{dt} = \mu x$$

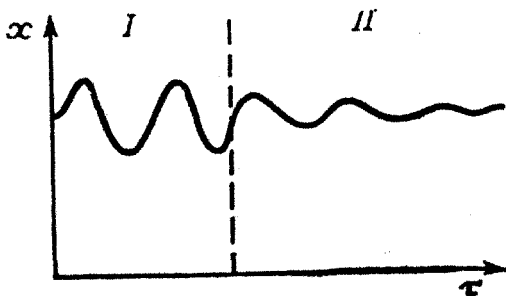
Doimiy o'sishda, lahzadagi biomassa μx muhitdan chiqib ketayotgan Dx orqali muvozanat saqlab turadi, yoki

$$\mu x - Dx = 0 \quad \text{yoki} \quad (\mu - D) x = 0$$

Demak: $\mu = D$.

Ushbu tenglik mikroorganizmlarni doimiy ravishda o‘stirish vaqtida yaratilgan tenglikning asosiy sharti bo‘lib xizmat qiladi. Shunday sharoitda barcha texnologik va fiziologik ko‘rsatkichlar doimo saqlanib qoladi. Texnologik ko‘rsatkichlarga kultural suyuqlikdagi komponentlar miqdori, fiziologik ko‘rsatkichlarga esa hujayraning o‘sinh tezligi va ularning tuzilishi hamda biokimyoviy o‘ziga xosligi kiradi. Shuni ham aytib o‘tish lozimki, doimiy o‘stirishda barqarorlik birdaniga paydo bo‘lmaydi. Ko‘pincha o‘zgarishlar jarayoni boshlarida, ya’ni chiziq asta- sekin to‘g‘ri chiziqqa o‘tib borishi namoyon bo‘ladi (59-rasm). Ba’zida ushbu davr ikkiga bo‘linadi:

I-faollanish davri; II-barqarorlik davri.



59-rasm. Davriy o‘shidan doimiy o‘shga o‘tish jarayonida hujayra miqdorining o‘zgarishini ko‘rsatuvchi chizma

I-faollanish davri; II-barqarorlik davri.

Uzluksiz o‘stirish jarayonida yaratilgan rejim, ya’ni suyuqlanish tezligi bilan solishtirma o‘sinh tezligi teng kelgan vaqtda, bu holatni kirib kelayotgan yangi ozuqa muhiti bilan bir tekisda saqlab turish va nazorat qilish zarur. Ammo mikroorganizmlarni doimiy o‘stirish tizimi o‘z-o‘zini boshqarish imkoniyatiga egadir.

Bordi-yu, yaratilgan barqarorlik holati suyultirish tezligi orqali buzilganda qanday o‘zgarishlar ruy berishi mumkin? degan savol tug‘iladi. Ozuqa muhitining tarkibi yoki uni fermentyorga uzatish tezligi o‘zgarganda, tizimning barqarorligi buziladi, hamda, shunga aloqador holda barqaror muammolar vujudga keladi (bir qator biokimyoviy jarayonlarning ko‘rsatkichlari o‘zgarib ketadi).

Aytaylik, suyulish tezligi, mikroorganizmlarning solishtirma o‘sinh tezligidan kam bo‘lib qoladi, ya’ni $D < \mu$. Bunday holatda $\mu - D$ farqi musbat kattalikka ega bo‘ladi. Shuning uchun, ozuqa muhitining fermentyorda saqlanib qolishi oshadi, bu esa o‘z navbatida biomassa

miqdorining (X) sekin oshib borishiga olib keladi, natijada, ozuqa muhitidagi moddalar miqdori kamayadi va hosil bo'ladigan mahsulot miqdori oshadi. Bularning esa hammasi o'z navbatida o'sish tezligiga salbiy ta'sir ko'rsatib, ushbu ko'rsatkich pasayib boradi. Oqibatda, μ - D nolga qarab intila boradi, avvalgi ko'rsatkichlardan yuqoriroq (ko'proq) miqdorda barqarorlashadi.

Agar suyulish tezligi mikroorganizmlarning solishtirma o'sish tezligidan baland bo'lsa ($D > \mu$), μ -D manfiy kattalikka ega bo'ladi va oqibatda tizimdagi biomassa miqdori pasaya boshlaydi. Ozuqa muhitidagi moddalar kamroq sarf bo'lib, ularning miqdori oshib boradi. Natijada fermentyor tizimida yangi, ya'ni ozuqa moddalarning miqdori balandroq, biomassa miqdori kamroq bo'lgan barqaror rejim hosil bo'ladi.

Shunday qilib, fermentyorga kiradigan ozuqa muhiti ko'rsatkichlarini o'zgartirish orqali (ozuqa muhiti tarkibini o'zgartirish, fermentyorga quyish miqdorini o'zgartirish va h.k) orqali hujayra - muhit tizimida o'rnatilgan barqarorlikni bir holatdan ikkinchi holatga o'zgartirishi mumkin. Yuqorida keltirilgan fikr va mulohazalar asosida shuni ta'kidlash lozimki, doimiy o'stirish jarayonlari eng yuqori solishtirma o'sish tezligi doirasida o'z-o'zini boshqarish xususiyatiga ega ekan. Suyulish tezligi eng yuqori solishtirma o'sish tezligidan baland bo'lganda ($D > \mu_{maks}$), ma'lum vaqtdan so'ng fermentyorda mavjud bo'lgan mikroorganizmlarning hammasi yuvilib, chiqib ketadi.

Uzluksiz o'stirishning eng ahamiyatli ko'rsatkichlaridan biri **hosildorlik** bo'lib, suyulish tezligi va biomassa miqdori hosilasi sifatida aniqlanadi:

$$P = Dx$$

Eng ko'p hosildorlik, suyulish tezligi eng baland bo'lgan nuqtada namoyon bo'ladi. Yuqorida ko'rsatib o'tilganidek, bu ko'rsatkich yuvilishga yaqin nuqtadagi sharoitda kuzatiladi.

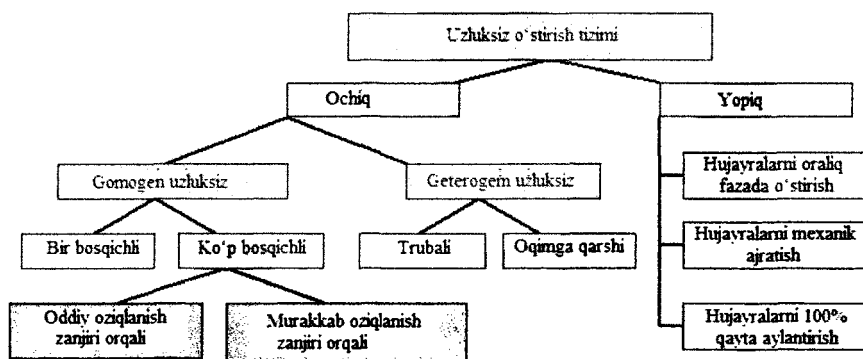
Mikroorganizmlarni uzluksiz ko'paytirish (o'stirish) usuli bugungi kunga kelib nafaqat ilmiy asoslab berildi, balki ishlab chiqarish sharoitida keng qo'llanilib kelinmoqda. Bu usuldan foydalanish misollari shunchalik ko'payib ketganki, ularni bir tizimga solib, klassifikasiya qilish mumkin.

Eng maqsadga muvofiq bo'lgan tizim - uzluksiz ko'paytirishni ishlatishga qarab klassifikasiya qilishdir (60-rasm).

Uzluksiz o'stirish tizimi ochiq yoki berk bo'lishi mumkin. Ochiq tizimda, hujayralar yangi hujayralar paydo bo'lish tezligiga barobar

ravishda ozuqa muhiti bilan yuvilib turiladi. Bunday sharoitda ularning doimiy miqdoriga osongina erishish mumkin.

Berk tizimda hujayralar saqlanib qoladi va ularning miqdorini oshib ketadi. Bunday sharoitda bir chegaralovchi (limit) omil ikkinchisi bilan almashinib turadi, natijada, hujayralarning ko'p qismi o'ladi va bunday tizim dinamik barqarorlik holatiga kela olmaydi. Bu jarayon cho'zilgan davriy tizimdek o'tadi. Shu sababli ham yopiq tizimdagi ko'paytirishni ko'p vaqt faoliyat ko'rsatuvchi uzluksiz oqimga qarshi tizim sifatida qaramaslik kerak. Ochiq tizimni yopiq tizimga o'tkazish unchalik muammoli ish bo'lmasdan, balki tizimga texnik o'zgarishlar kiritish orqali amalga oshirish mumkindir.



60-rasm. Uzluksiz o'stirish tizimining klassifikatsiyasi

Ochiq va berk tizimlarning farqi shundaki, ochiq tizim o'rnatilgan dinamik rejimda faoliyat ko'rsatadi. Bundan farqli o'laroq, yopiq tizim hych qachon dinamik rejimda bo'la olmaydi. Uzluksiz jarayon gomogen va geterogen uzluksiz holatlarda bo'lishi mumkin. Gomogen uzluksiz holatda tez aralashtirilib turilgan fermentyor ichidagi barcha ko'rsatkichlar (ozuqa moddalar miqdori, mikroorganizmlarning o'sish tezligi) doimiy bo'ladi.

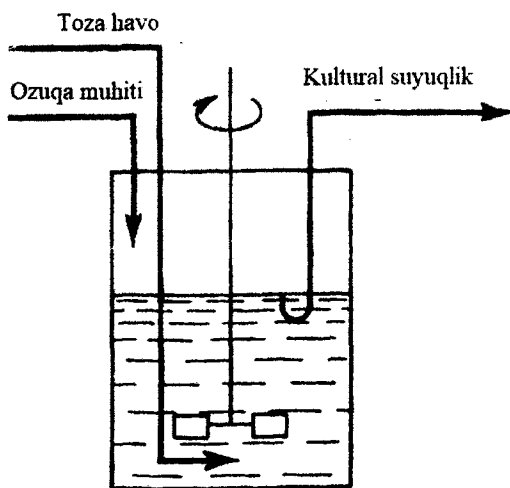
Geterogen uzluksiz holatda esa bir necha fermentyorlar bamisoli batareyalar singari bir-biri bilan ulangan bo'ladi va ularning har birida doimiy o'stirish sharoiti ushlab turiladi, ammo bu sharoitlar biri ikkinchi fermentyornikidan farq qiladi. Bu usulda hujayralarning ko'payishi uchun doimiy sharoit yaratilmaydi.

Ochiq bir bosqichli gomogen - uzluksiz tizim deb, doimiy ravishda ozuqa muhitiga kirib, kultural suyuqlik chiqib turadigan bir fermentyordan iborat tizimga aytiladi. Tez va doimiy aralashtirib turish hisobiga

fermentyorning hamma qismidagi ozuqa muhiti gomogen (bir xilda) holatda bo'radi va shu tufayli mikroob hujayralari bir xil fiziologik holatda bo'ladilar.

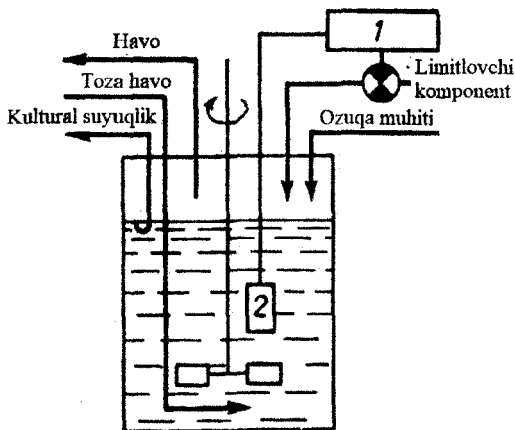
Asosiy jihoz bo'lib fermentyor xizmat qiladi va unda ozuqa muhiti tez aralashtirilib turiladi (61-rasm).

Yangi ozuqa muhiti fermentyorga bir xil tezlikda va doimiy ravishda kirib turadi. Mikroob hujayralari saqlagan kultural suyuqlik xuddi shu tezlikda fermentyordan chiqib turadi. Fermentyorning hamma joyida (pastida, o'rtasida, tepa qismida) hujayralarning suyuq ozuqa moddalarning hosil bo'ladigan metabolitlarning miqdori doimo bir xil bo'radi.



61-rasm. Ochiq bosqichli gomogen uzluksiz tizim

Bu usulda fermentyorda mikroorganizmlar davriy o'sishidagi qiyshiq chiziqning istagan nuqtasini tashkil qilishi mumkin. Bunday sharoitda, mo'tadil rejimda keng diapazondagi suyuqlashtirish tezligi va hatto substratlar miqdori nolga yaqin bo'lgan holatda ham mikroorganizmlarni ko'paytirish mumkin.



62-rasm. Xemostat ishlashining umumiy ko‘rinishi (1 - chegaralovchi moddani uzatishning boshqaruvchisi; 2 - chegaralovchi modda miqdorining o‘lchovchisi)

Bu oraliq ikki muhim va chegaradagi suyultirish tezligi bilan aniqlanadi.

Birinchisi - eng yuqori solishtirma o‘shish tezligidan ko‘p bo‘lgan xavfli suyultirish tezligi

$$(D_{KP}): D_{KP} > \mu_{maks.}$$

Bunday sharoitda mikroblar o‘shishdan ko‘ra tezroq yuviladi va ularning miqdori asta - sekin nolga yaqinlashib boradi, substrat miqdori esa (chegaralash omili) eng yuqori nuqtaga ko‘tariladi.

Ikkinchisi - eng oxirgi suyultirish tezligi - bu juda past ko‘rsatkich. Fermentyorga kiradigan ozuqa muhitining tezligi bu ko‘rsatkichga yaqinlashganda hujayraning rivojlanishi stasionar bosqichga o‘tadi.

Xemostat. Mikroorganizmlarni gomogen - uzluksiz o‘stirish jarayonida ularning rivojlanishini, ozuqa muhitiga kiruvchi moddalarning bittasi hisobida chegaralab qo‘yish mumkin. Bu holda boshqa barcha moddalar miqdori o‘zgarmaydi. Bu kabi uzluksiz o‘stirish xemostat deb ataladi, chunki mikroorganizmlarning o‘shishini kimyoviy modda boshqaradi (1.4-rasm).

Xemostat- mikroorganizmlar doimiy tezlikda o‘sib, rivojlanishini ta‘minlovchi ozuqa moddasi kirib, tayyor kultural suyuqlik shu tezlikda chiqib turuvchi yaxshi aralashtirilgan biomassa suspenziyasidir.

Ozuqa muhitining tarkibiga o'sishni chegaralab qo'yish xususiyatiga ega bo'lgan birorta modda qo'shilmaydi. Bunday sharoitda mikroorganizmlarning rivojlanishi, ularning ko'payishi va biomassa hosil qilishi shu moddaning miqdoriga bog'liq bo'ladi. Boshqa ozuqa moddalari ko'proq miqdorda beriladi, o'sish sharoiti esa (harorat, pH, aerasiya) mo'tadil sharoitda saqlab turiladi.

19-jadval

Produsentlarni xemostat rejimda uzluksiz o'stirishning asosiy qonuniyatlari

Ko'rsatkichlar	Hisoblash formulasi	Izoh
Tizimlar holati bardoshlilikini tiklash uchun D quyish tezligi (aralashma koeffitsiyenti)	$0 < D < D_{KP}$	D_{KP} - biomassa to'planishidagi quyilishni kritik tezligi
Tizimda X biomassa hosil bo'lishi va to'planish tezligi	$dX/dt = X - DX = 0$	
Biomassa uchun tenglik holatida S substratga bo'lgan talab va sarf tezligi	$\mu X \frac{dS}{dt} = D(S_0 - S_c) - Y_{X/S} = 0$	S_0 - boshlang'ich miqdor; S_c - ozuqadagi miqdor; $Y_{X/S}$ - foydalanilgan substratning iqtisodiy koeffitsiyenti
Tizimdan P mahsulot hosil bo'lishi va to'planish tezligi	$dP/dt = q_p X - DP = 0$	q_p - mahsulot hosil bo'lishining o'rtacha tezligi;

Suyuqlantirish tezligi xemostatda oldindan belgilab olinadi va o'sishni chegaralovchi modda miqdori orqali nazorat qilib turiladi. Suyuqlanish tezligini (D) keng masshtabda o'zgartirib turish mumkin, ammo u (μ_{maks}) solishtirma o'sish tezligidan oshib ketmasligi kerak. Uzluksiz o'stirish jarayonining asosiy qonuniyatlari keyingi jadvalda aks ettirilgan (19-jadval).

Mavzu yuzasidan savol va topshiriqlar

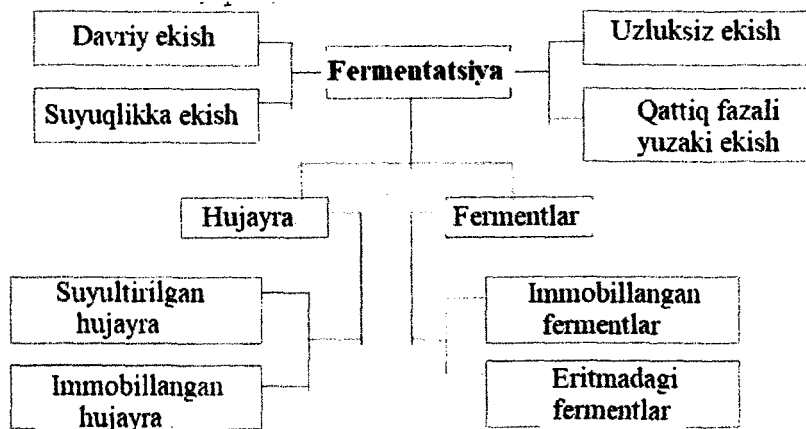
1. Mikroorganizmlarni yuzaki o'stirish texnologiyasi haqida gapirib bering.
2. Mikroorganizmlarni suyuqlikda davriy va doimiy o'stirish jarayoni mexanizmi qanday farq qiladi
3. Mikroorganizmlarni davriy o'stirishda lag-faza bosqichidagi jarayonlar haqida ma'lumot bering.
4. Mikroorganizmlarning o'sish jarayonida o'sishning absolyut va solishtirma tezligi qanday farq qiladi?
5. Solishtirma o'sish tezligi qanday omillargga bog'liq?
6. Mono tenglamasini tushuntirib bering.
7. O'sishning sekinlashuv fazasi jarayoniga qanday omillar ta'sir ko'rsatadi?
8. Nima uchun bugungi kunda ko'pgina sanoat jarayonlari asosan, mikroorganizmlarni davriy ko'paytirish usulidan foydalanadi?
9. Katabolitli repressiya hodisasiga ta'rif bering.
10. Mikroorganizmlarni doimiy ko'paytirish usulining qanday yutuq va kamchiliklari bor?
11. Mikroorganizmni solishtirma o'sish tezligini hisoblash formulasini tahlil qilib bering.
12. Uzlüksiz o'stirish davomida hosildorlik qanday aniqlanadi?
13. Ochiq yoki berk uzluksiz o'stirish tizimi bir-biridan qanday farq qiladi?
14. Ochiq bir bosqichli gomogen - uzluksiz tizim deb qanday tizimga aytiladi?
15. Xemostat deb nimaga aytiladi?
16. Produsentlarni xemostat rejimda uzluksiz o'stirishda tizimda X biomassa hosil bo'lishi va to'planish tezligi qanday hisoblanadi?
17. Xemostatda suyuqlantirish tezligi qanday nazorat qilinadi?

19-§. Mikroorganizmlarni ekish va fermentasion jarayonlarni baholash

Produsentlarni ekish va ularni o'stirish odatda **fermentasiya** deb ataladi. Aerob va anaerob fermentasiya quyidagi turlarga bo'linadi:

suyuqlikka ekish, qattiq ozuqa muhitini yuza qismiga ekish, davriy ekish, immobillangan produsentlarni uzluksiz ekish va hokazo (63-rasm).

Kulturalar o'sishi hujayra miqdorining ko'payishi yoki biomassaning oshishi bilan xarakterlanadi. Biroq, biomassaning ko'payishi hujayraning bo'linishsiz kuzatilishi ham mumkin.



63-rasm. Fermentasiya usullari

Hujayra sonining oshishi, biomassadagi biopolimerlarning miqdori, xususan DNK va RNK miqdorining o'zgarishi bilan birgalikda kuzatiladi. Agarda ma'lum sharoitda o'stirilganda biomassa oshishi va hujayralar soni farq qilmasa, demak, kulturalar o'sishi eksponensial bog'liqlik bilan amalga oshadi:

$$dx/dt = \mu x \text{ yoki } dN/dt = \mu N$$




Bunda, N - 1 l ozuqa muhitdagi hujayralar soni.

Mikroorganizmlar hujayralari o'sishi turli xilligi bilan bir biridan farq qiladi (20-jadval).

Biomassa ko'payishi vaqti uchun:

$$td = \ln 2 / \mu = 0,693 / \mu$$

Mikroorganizmlarning o'sish va rivojlanishi

Nomlanishi	Bo'linish tipi	Bo'linish chizmasi	Izoh
Bakteriya	Bo'linish		Har ikkala qiz hujayra bir xilda
Achitqilar	Tayoqchasi mon		Ona hujayralardan qiz hujayralar chandiq bilan chiqadi
Miselliyl zamburug'lar	Miseliyning cho'zilishi va shoxlanishi		Cho'zilish va shoxlanish

Xo'jayin hujayrasi hisobiga kechadigan replikasiyadek, viruslar va faglarning rivojlanishi hujayraning o'sishiga nisbatan yuqori darajada tez bo'ladi. Mikroorganizmlar o'sishi harorat, pH, redoks potensial va boshqa turli xil ta'sirlarga bog'liqdir (21-jadval).

Salbiy faktorlar o'sishni sekinlashtirib, zarur mahsulotning sintez bo'lishiga xalaqit beradi va hatto hujayralarning bir qismi nobud bo'lishigacha olib keladi. Bunday hollarda α - hujayralarning nobud bo'lish tezligi va hujayralarning o'sishi quyidagicha xarakterlanadi:

$$dX/dt = \mu X - \alpha X$$

Mikroorganizmlarning o'sishi va mahsulot hosil qilishiga muhit reaksiyasi katta ta'sir ko'rsatadi. Ko'p hollarda ishlab chiqarish jarayonlarida mikroorganizmlar 4-8 pH da o'stiriladi. Ba'zi bir achitqi va mog'or zamburug' lari 3-4 pH da o'stiriladi, ularning bu xususiyatlaridan bakterial infeksiyalarga qarshi kurashishda foydalaniladi.

Mikroorganizmlarni o'stirish uchun har taraflama qulay ozuqa muhiti tanlash zarur. Laboratoriya sharoitida ko'pincha agar, go'shtli sho'rva, sut, no'xat qaynatmasi va boshqa xil universal va qimmatli substratlar qo'llaniladi.

**Produsentlarning biosintetik faolligi va o'sishini belgilovchi
asosiy ozuqa manbalari**

Manba	O'stirishdagi roli	Manbani boshqarish usullari
Ozuqa mahsuloti miqdori va tarkibi	Metabolizmni ta'minlaydi	Mo'tadil kompozisiya tuzish; Fermentasiya vaqtida solish; Uzluksiz jarayon bo'lishi; Produsentning fazalar bo'yicha rivojlanishini hisoblagan holda ko'p bosqichlilik.
Ingibitorlar va mahsulot miqdori	Biokimyoviy reaksiyalarni sekinlashtiradi	Mahsulotni cho'ktirish; Dializli fermentasiya qilish; Fermentasiya ostida uchuvchi mahsulotlarni bug'lantirish orqali kamaytirish.
pH	Biokimyoviy reaksiyalar tezligini mo'tadillashtiradi (3,5 dan - 9,0 gacha)	Kislotalar va ishqorlar qo'shish yo'li bilan boshqarish.
Harorat	Biokimyoviy reaksiyalar tezligini mo'tadillashtiradi (20-70 ⁰ S teng)	Substratlarni bioreaktorda harorat ko'taruvchi yoki harorat almashtiruvchi moslamalar yordamida kultural suyuqlikni isitish yoki sovitish.
Suv faolligi yoki osmatik bosim	Hayotchanlik chegarasini aniqlaydi (0,6-0,998 tashkil etadi)	Qattiq oziqa namligini va oziqa mahsulotini mo'tadil tarkibini tuzish; Fermentasiya davrida doimiy bir xil darajani suv yoki alohida komponentlar qo'shish yo'li bilan ta'minlash.
Erigan kislorod saqlanishi	Aeroblar uchun aerob metabolizmni ta'minlaydi; H ⁺ akseptor hisoblanadi; anaeroblar	Aerob jarayonlar uchun aerasiya intensivligini kislorodning gazli aralashmasini qo'shish yo'li bilan boshqarish; Atmosfera bosimi, 20°C da 1 l oziqada 0,28 mM O ₂ eritish. Anaerob jarayonlar realizatsiyasini kislorodsiz muhitda

	rivojlanishini pasaytiradi.	H ₂ va CO ₂ yoki qaytaruvchi qo'shimchalardan (sistein, askorbin kislota) tozalash
Karbonat angdirid saqlanishi	Avtotroflar uchun uglerod manbaidir; Getero-troflarning ba'zilar uchun zarur, ayrimlarida esa SO ₂ bo'lishi metabolizmni sekinlashtiradi.	Gazli oziqada fermentasiyani fotosintezlovchi jarayonlarda CO ₂ dan suyuq fazani tozalash oziqaning aralashishini yaxshilaydi.
Ozuqaning aralash-tirilishi	Ozuqa mahsuloti va biomassaning ozuqa muhitida bir xil tarqalishini ta'minlaydi.	Bioreaktorda mexanik aralash-tirgich yordamida barbotajli yoki sirkulyasion makro- va mikroaralash-tirish tizimlarini tashkil etish. Produsentning ko'piklanishini aralash-tirib hosil qilish, ko'piklanish biomassaning cho'kishini ta'minlaydi.
Oziqaning yopishqoqligi	Produsent hujayralarning aralash-tirilishi va ozuqa mahsulotining diffuziyasini belgilaydi.	Ozuqa tarkibini va biomassa miqdorini, shuningdek ba'zi bir polimer ekstrasellyulyar mahsulotlar mavjudligini boshqarish. Yopishqoqlik aralash-tirishda va aerasiyada maxsus texnik mahsulotlarni talab etadi.

Yordamchi moslamalar, bioreaktorlarni, barcha ozuqa muhiti komponentlarini, shuningdek, aerob jarayonlarda aerasiya havosini qunt bilan sterilizatsiya qilish talab etiladi.

Mikroorganizmlarni o'stirish uchun fazali - suyuq, gazli va qattiq mahsulotli ozuqalarda olib boriladi. Ularning nisbati doimo o'stirish jarayonida o'zgarib turadi. Ko'p komponentli ozuqa muhitining ko'piklanishga bardoshlilikiga e'tibor berish lozim, chunki, ko'pik hosil qilish jarayonini boshqarishda bu muhim rol o'ynaydi.

Bundan tashqari, mikroorganizmlarda intensiv moddalar almashinuvida kimyoviy energiya bilan bog'liq holda fermentasiya davrida issiqlik ajraladi. Mikroorganizmlar 1 kg shakar assimilyasiyasida 4-6 ming kJ issiqlik ajratadi. Biokimyoviy zavodlarda o'nlab fermentorlarda hosil bo'ladigan katta miqdordagi ortiqcha energiyani yig'ish mumkin.

Haqiqiy fermentasion jarayonlarni baholashda foydalaniladigan qator kinetik va iqtisodiy ko'rsatkichlar yuqorida keltirilgan. Amaliy fermentasion ozuqa tarkibidagi asosiy substratlar S (odatda, uglerod manbai), biomassa (X) va maqsaddagi mahsulot (P) ni nazorat qilinadi. Mana shu ko'rsatkichlar o'sish tezligi, mahsulot va biomassa bo'yicha mahsuldorlik tizimini, shuningdek, iqtisodiy koeffitsiyentlarni o'zida aks ettiradi.

Mikroorganizmlarni o'stirish uchun ozuqa muhitlari. Ozuqa muhiti tarkibini tuzishda asosan mikroorganizmlar fiziologiyasi e'tiborga olinadi. Kulturalar katologini tuzishda ushbu qobiliyatdan tashqari uning pH ko'rsatkichi va harorati ham asosiy rol o'ynaydi.

Mutaxassislar oldida turgan vazifalar: aniq shtamm -produsentning maqsaddagi mahsuloti uchun uglerod, azot, fosfor va boshqa manbalarning iqtisodiy va ekologik jihatlarini e'tiborga olgan holda, komponentlarni tanlab mo'tadil ozuqa muhiti tarkibini tuzishdan iboratdir.

Ushbu maqsadni amalga oshirishda, matematik rejalashtirishni eksperiment usullaridan foydalanilgan holda laboratoriya tajribalari olib boriladi. Asosiy mahsulot miqdori uning konversiya koeffitsiyentini ($Y_{P/S}$ va $Y_{X/S}$) hisoblash bilan aniqlanadi. Mo'tadil o'stirish jarayonida metanol va glyukozaning konversiya va biomassa koeffitsiyenti (Y_X) taxminan 0,5 ga, etanol uchun - 0,70-0,75; geksadekan uchun - 1,0-1,1; suyuq parafinlar uchun esa -1,2-1,3 ni tashkil etadi.

Bu esa shuni ko'rsatadiki, davriy o'stirish jarayonida, 1 l ozuqa muhitida 30 g biomassali substrat uchun metanol 60 g, etanol 40 g, geksadekan 30 g yoki suyuq parafin 24 g bo'lishi kerak.

Metanolning 1,0% yoki etanolning 1,5-2,0% miqdorgacha ko'tarilishi mikroorganizmlar uchun zararli ta'sir etadi. Glyukoza, saxaroza, fruktoza va boshqa kichik molekulyar shakarlarni miqdori 7-8% dan ko'proq bo'lishi ham ko'pchilik mikroorganizmlarning o'sishini to'xtatadi.

Konstruktiv metabolizmida azot saqlovchi mahsulotlar miqdori, biomassa va uning mahsuldorligi hisoblanganda 5% gacha azot foydalanilmay qolishi aniqlangan. Mineral azotdan tashqari qator

mikroorganizmlar ozuqa muhitiga qo'shilgan oqsil azoti, peptidlar va aminokislotalarni ham o'zlashtirish qobiliyatlariga egadirlar.

Mikroorganizmlarning ozuqadagi minerallarga bo'lgan aniq ehtiyojini solinadigan qat'iy tartibdagi toza holdagi komponentlar (kristall holdagi tuzlar) va distillangan suvdan tashkil topgan sintetik ozuqa muhiti belgilab beradi. 30 g/l biomassani o'stirish uchun mineral elementlarga bo'lgan talab 22- jadvalda keltirilgan.

22-jadval

Biomassani o'stirishda (30 g/l) zarur bo'ladigan mineral elementlar

Komponentlar	Miqdori, g/l
Azot manbai - $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	12
Fosfor manbai - KH_2PO_4	1,3
Magniy manbai - MgSO_4	1,5
Makroelementlar - Fe, Ca, Mg	10^{-3}
Mikroelementlar - Cu, Co, Zn, Mo, Mn	10^{-4}

Shunday qilib, ozuqa muhiti tarkibini tuzishda quyidagi formuladan foydalanish mumkin:

$$\frac{C_i}{A_i} = \frac{C_1}{A_1} = \frac{C_2}{A_2} = S_0$$

Bunda: S_i - ozuqa muhitining balanslashtirilgan ($i = 1, 2, \dots, n$) komponent miqdori; A_i - tanlangan kultura uchun i komponent konversiya koeffitsiyenti; S_0 - ozuqadagi zahira komponentning biomassadagi miqdor birligi.

Prototrof kulturalar uchun o'sish intensivatorlarining eksperimental tajribalar orqali o'stirishdagi aniq tizimlari aniqlangan (23-jadval).

Mikroorganizmlarni saqlash. Mikroorganizmlarni saqlashdan asosiy maqsad - ularning hayotiy faoliyatini ushlab turish, toksonomik belgilarini turg'un saqlash, fan va amaliyot uchun zarur bo'lgan ma'lum xossalarni o'zgartirmasdan turishdir.

Ozuqa muhitini o'stiruvchi omil tarkibi va ularning hujayra metabolizmidagi funksiyasi

O'stirish manbai	Funksiyasi	Miqdori, mkg/l	
		minimal	maksimal
K vitamini	Dastlabki anionlardan elektronlar tashish (masalan, fumaratreduktazada)	0,001-0,01	0,01-0,5
Biotin	Karboksillanish reaksiyasini katalizlovchi prostetik fermentlar tarkibiga kiradi	0,002-0,01	0,01-1,00
Folin kislota	Xuddi kofermentlar singari bir uglerodli guruh tashuvchilarda ishtirok etadi	0,02	0,03-05
n-aminobenzoy kislota	Xuddi kofermentlar singari bir uglerodli guruh tashuvchilarda ishtirok etadi	0,01	0,2
Tiamin (B ₁ - vitamini)	Tiamintrifosfat dekarboksilaza, transaldodaza va transketolaza prostetik guruhlarida qatnashadi	0,01-0,03	1-100
Piridoksin (B ₆ -vitamini)	Piridoksalfosfattransamilaza va dekarboksilaza aminokislotalari kofermentidir	0,1	10-1000
Siankobalamin (B ₁₂ vitamini)	Koferment singari guruhlanish reaksiyalarida qatnashadi (masalan, glutamatmutaza)	0,1	5-1000
Pantoten kislota	A kofermentni old moddasi va asil tashuvchi oqsillarni prostetik guruhi	4	20-1000
Riboflavin (B ₂ -vitamini)	Flavonukleotidlar: flavinmononukleotid va flavinadenindinukleotidlarning old moddasi	5	10-1000
Nikotin kislota	Qator degidrogenazalarning kofermentlari NAD va NADP ni old moddasi. Lesitin va asetilxolin tarkibiga kiradi	5-10	100-1000

	hamda lipidlar sintezida ishtirok etadi		
Xolin	Lipidlar sintezida ishtirok etadi, lisitin va asetilxolin tarkibiga kiradi	20	1000-2000
Inozit	Inozin kislotalar holda purin asoslari sintezida ishtirok etadi	1000	2000-6000
Purin va pirimidin asoslari	Ribonukleotidlar tarkibiga kiradi	1000	5000-10000

Mikroorganizmlarni uzoq muddatga saqlash muammosi ularga anabioz sharoitini yaratish, ya'ni modda almashinish jarayonini sekinlashtirishdir. Mikroorganizmlarni saqlash maxsus kulturalar to'plamida (kolleksiya) amalga oshiriladi. Katta kolleksiyalarda bakteriya, misellial zamburug'lar, achitqi zamburug'lari, suv o'tlari, tuban hayvonlar, viruslar, o'simlik va hayvon to'qimasi kulturasi banklari mavjud. Umuman dunyo miqyosida hisoblaganda turli xil mamlakatlarda 500 dan ortiq kolleksiya faoliyat ko'rsatmoqda.

Kolleksiyalarda mikroorganizmlarning hayotiy faoliyati ko'pincha quyidagi usullarda ushlab turiladi:

- ✓ doimiy ravishda qayta ekish;
- ✓ past va o'ta past haroratli sharoitda saqlash;
- ✓ liofilizasiya;
- ✓ quritish;
- ✓ mineral yog' ostida saqlash.

Doimiy ravishda qayta ekish. Qayta ekib turish eng ko'p qo'llaniladigan tarixiy, sinalgan, mikroorganizmlar kulturasi saqlashning qulay usulidir. Paster va Kox zamonidan hozirgi vaqtgacha bu usul turli xil laboratoriyalarda keng qo'llanilib kelinmoqda va muzlatish yoki quritish mumkin bo'lmagan mikroorganizmlar uchun qulaydir.

Mikroorganizmlar kulturasi qayta ekish (asosan sporasizlarni) yangi tayyorlangan ozuqa muhitida oyiga bir-ikki marta (ayrim vaqtlarda haftada) olib boriladi; sporal bakteriyalar, aktinomisetlar, achitqi zamburug'lari va misellial zamburug'lar ikki-uch oyda bir marta qaytadan ekiladi. Mikroorganizmlarni saqlashni boshlashgacha ularni o'stirish vaqti kultura o'sishining eksponensial davridan o'tmasligi kerak.

Odatda mikroorganizmlar o'sish davrining stasionar fazasi boshida saqlash sharoitiga yaxshi bardosh beradi. Tez-tez qayta ekish, ayniqsa

suyuq muhitga, uning xususiyati o'zgarishiga olib keladi, spontan mutant hosil bo'lishiga sababchi bo'ladi, biologik faol modda ishlab chiqarish qobiliyatini pasaytirishi mumkin.

Saqlash uchun genetik bir xil populyasiyalardan va qattiq muhitdan foydalanish kerak. Mikroorganizmlarni qayta ekish oralig'ida, ularni qorong' i joyda 5–20°C da saqlash maqsadga muvofiqdir.

Doimiy qayta ekib turish usulining afzalligi:

- ✓ uning oddiy va qulay ekanligi, kultura tozaligini kuzatib turish mumkinligi;
- ✓ koloniyasidagi morfologik o'zgarishining R- va S-variantligini aniqlash imkoniyati;
- ✓ pigment hosil bo'lishini kuzatib turish mumkinligi va h.k. lar bilan belgilanadi.

Usulning kamchiliklari:

- ✓ kultura ifloslanishi mumkin,
- ✓ saqlashning qisqa muddatligi;
- ✓ ishning ko'p mehnat talab qilishi;
- ✓ ozuqa muhiti tarkibiga kiruvchi katta miqdordagi va xilma-xil reaktivlarning sarflanishini talab qilishi va h.k.

Misol tariqasida sut achituvchi bakteriyalarni keltirish mumkin, bular o'zining o'sish sharoitiga ancha katta talab qo'yilishi bilan xarakterlidir.

Ma'lumki, aktinomisetlar va misellial zamburug' larni tez-tez boy tarkibli ozuqa muhitiga qayta ekib turilsa, ular o'zining diagnostik belgilarini o'zgartirib yuboradi, antibiotik moddasi hosil qilish xususiyatini pasaytiradi yoki butunlay yo'qotib yuboradi.

Mikroorganizmlarni past va o'ta past haroratlarda saqlash. O'tgan asrning 60-yillaridan boshlab, mikroorganizmlarni uzoq saqlash uchun past va o'ta past haroratdan foydalanib kelinmoqda. Past haroratning biologik tizimga ta'siri masalasi bilan yaqinda paydo bo'lgan fan "Kriobiologiya" shug'ullanadi.

Umumiy qabul qilingan qoidaga binoan past haroratda saqlash uchun mikroorganizmlarni quyuq suspenziyasini (aralashmasini) (0,5–1,0 ml) kriohimoyalovchi muhitga shisha yoki plastik ampulalarga yoki probirkalarga (flakonlarga) quyiladi va buraladigan probka bilan yopiladi. Katta bo'lmagan laboratoriyalarda krioagent sifatida ko'pincha muz aralashmasi yoki qor (3g), NaCl (12g) bilan harorati -21°C ga ega muz aralashmasi (2g), CaCl₂ (12g) bilan harorati -156 °C, qattiq uglekislota (-

78⁰S) dan foydalaniladi. Hujayrani muzlatish Dyuar (termosga o‘xshash) idishlarda olib boriladi.

Mikroorganizmlar refrijeratorlarda -12 °C dan -80 °C gacha haroratda muzlatiladi. Keyingi yillarda mikroorganizmlarni katta kolleksiyalarda saqlash uchun azotli refrijeratorlardan foydalanilmoqda: azotni gazli - fazasida (-130–170°C) va suyuq fazasida (-196 °C), refrijeratorlarning hajmi 10 dan 35 litrgacha bo‘lishi mumkin. Suyuq azotda liofilizatsiyaga chiday olmaydigan mikroorganizmlar saqlanadi, misol tariqasida, ayrim avtotrof bakteriyalar, spiroxetalar, mikoplazmalar, suv fikomisetlari, turli xil viruslarni keltirish mumkin. Suyuq azotda sut achituvchi bakteriyalar (dastlabki belgilari) eng yaxshi, turg‘ un saqlanadi.

Shunga o‘xshash vitamin va antibiotik moddalarning faolligini aniqlash uchun foydalaniladigan bakteriyalarning test-kulturalari va achitqi zamburug‘ lari xossalari o‘zgarmay saqlanadi.

Muzlatish va eritish jarayonida mikroorganizmlarni hayot faoliyatini saqlanib qolishi, shu organizm tabiatiga, o‘sinh fazasiga, populyasiyaning quyuqligiga, o‘stirish sharoitiga, krioprotektorlarga (himoya muhitiga), muzlatish - eritishning tozaligiga va boshqa omillarga bog‘ liq bo‘ladi.

Mikroorganizmlarni saqlashda ularning o‘ziga xosligi. Hatto bir turning shtamlari past haroratga chidamliligi bilan farq qilishi mumkin. Grammusbat bakteriyalar odatda grammanfiy bakteriyalarga nisbatan muzlatishga ancha chidamliroqdir. Saqlashning har qanday turi uchun mikroorganizmlarni mo‘tadil sharoitda stasionar faza boshlanguncha bo‘lgan davrda o‘stiriladi.

Mikroorganizm sporalari vegetativ hujayralarga nisbatan muzlatishga ancha chidamlidir. Saqlash uchun qoida bo‘yicha mikroorganizmlarni quyuq suspenziyasi (10^9 – 10^{12} hujayra/ml) tayyorlanadi. Ma‘lumki, turli xil noqulay sharoitlarda quyuq suspenziya kam darajada ta‘sir lanadi. Bu sharoitda “populyasion samaradorlik” deb nomlangan holat ta‘sir ko‘rsatadi.

O‘stirish sharoiti. Sintetik muhitda o‘stirilgan mikroorganizmlar, tarkibi boy ozuqa muhitida o‘stirib olingan hujayralarga nisbatan noqulay sharoitlarga chidamsiz bo‘ladi. Ozuqa muhitining tarkibiy qismini o‘zgartirib, glikogenga o‘xshash zahiradagi moddalar lipidlar, peptidlar va boshqa moddalarni hujayrada sintez qilinishiga erishish mumkin.

Bu moddalar hujayrani muzlatganda, eritganda ularni buzilishidan saqlaydi. Masalan: *Lactobacillus bulgaricus* o‘stiriladigan ozuqa muhitiga 0,1% tvin qo‘shilsa hujayra yog‘ kislotasi fosfolipid fraksiyasi tarkibidagi S₁₉-siklopropan kislotasi miqdori ko‘payadi va hujayra suyuq azotda

muzlatilganda uning nobud bo'lishi (48% gacha) kamayadi.

Liofilizasiya. Ushbu usul keyingi o'n yillikda muhim ahamiyatga ega bo'lib qoldi, bu usulning afzalligi hujayrani muzlagan holatidan vakuum ostida suyuq fazaga o'tkazmay quritishdir.

Birinchi marta bu usul gistologik tadqiqotlar uchun Altman (Altman, 1890) tomonidan qo'llanilgan. Bakteriyalarni liofilizasiya qilishda birinchi tajribani Xammer (Hammer, 1909–1914) olib borgan. Hozirgi vaqtda liofilizasiya katta kolleksiyalarda turli xil bakteriyalarni, aktinomisetlarni, mikoplazmalarni, miselial zamburug' larni, achitqi zamburug' larni, suv o'tlarni, viruslarni, vakcina va qon plazmalarini uzoq saqlash (30 yildan ortiq) uchun keng qo'llanilib kelinmoqda.

Liofilizasiya jarayonida mikroorganizmlar turli xil noqulay (stress) sharoitlarning ta'siriga uchraydi: muzlatish, quritish va boshqalar. Liofilizasiya jarayonida hujayraning buzilishiga sababchi omillarni aniqlash va hayot faoliyatining, belgilarining turg' unligini ta'minlovchi sharoitni tanlash muhim yutuqdir.

Liofilizasiya jarayoni oldin mikroorganizmlarning patogen va shartli patogen, keyin saprofit shakllari bilan olib borilgan; ko'p miqdordagi tadqiqotlar natijasi asosida aniqlanishicha liofilizasiyalangan mikroorganizmlarning hayot faoliyatini saqlashi, tur va shtammning maxsus sezgiriligiga, kulturaning o'sish bosqichiga, hujayra miqdoriga, himoya muhitining tarkibiga, liofilizasiya rejimiga, saqlash sharoitiga (haroratga, atmosfera muhitiga, yorug' likka) bog' liq bo'ladi.

Himoya muhiti. Hujayra liofilizasiyasida himoya yoki suspenziya muhitining tarkibi ayniqsa muhim ahamiyatga egadir.

Daslabki ishlarda bakteriyani sho'rvada (bulonda) yoki sutda liofilizasiya qilishgan, ulardan himoya muhiti sifatida foydalanilgan. Distillangan suvda yoki fiziologik eritmada liofilizasiya qilingan mikroorganizmlar hayot faoliyati past bo'lgan va yomon saqlangan. Aniqlanishicha protektorlik (himoya muhiti) xossasiga murakkab moddalar: qon zardobi, oqsil zardobi, jelatin, sut, sho'rva, dekstrin, kraxmal, polietilenglikol, polivinilpirrolidon va peptonlar egadirlar.

Mikroorganizmlarni saqlash muhitida himoya vositasi sifatida oddiy moddalar: glyukoza, saxaroza, galaktoza, natriy glutamat, natriy aspartat va boshqalar ham qo'llanilishi mumkin.

Ko'pincha quyidagi murakkab muhit qo'llaniladi:

- ✓ 1% jelatin + 10% saxaroza;
- ✓ yog' sizlantirilgan sut + 7,5% glyukoza;
- ✓ 75% ot qoni zardobi + 25% sho'rva + 7,5% glyukoza;

✓ 2% dekstrin+0,5% ammoniy xlorid+0,5 timochevina+0,5% askorbin kislotasi;

✓ buzoq zardobi + 5% mezoinozit;

✓ 10% quruq sut kukuni + 1% natriy glutamatlardir.

Yaxshisi bir vaqtda ikkita-uchta himoya muhitidan foydalanish kerak. Himoya muhitining ta'sir mexanizmi aniq emas, ular haqida turli xil gipotezalar mavjuddir.

Liofilizasiya qilish uchun himoya muhitidagi (sut + 5% laktoza + 5% saxaroza) mikroorganizmlar konsentrlangan suspenziyasi (10^9 – 10^{10} hujayra/ml) 0,2 ml li shisha ampulaga quyiladi. Ampula -20– -24°C gacha sovutiladi, bir vaqtning o'zida 20,- 26°C sublimator haroratida, -45°C, -60°S refrijeratorda, vakuumda $1 \cdot 10^{-3}$ (0,11–0,07 mm simob ustunida) muzlatish, quritish muddati 5–6 soat, oxirigacha quritish yana 2 soat kerak bo'ladi. Ampula vakuum ostida kavsharlanadi va 4°C da qorong'ida saqlanadi.

Liofillangan hujayra vakuum ostida yoki havoga nisbatan inert gazlar (argon, neon, geliy, kripton) atmosferasida yaxshi saqlanadi. Kislorodning zaharli ta'siri natijasida bo'sh radikallarning hosil bo'lishi hujayra membranasining buzilishi bilan korrelyasiya hosil qiladi. Liofillangan kulturani yaxshisi 4–6°C haroratda saqlash tavsiya etiladi. Ko'pgina tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, saqlash haroratini 18°S dan 37°S gacha ko'targanda hayot faoliyatini saqlab qolgan hujayra soni kamayadi.

Quritilgandan keyin qolgan suv miqdori birdaniga liofilizasiyadan keyin hujayrani faqat hayot faoliyatigagina ta'sir qilib qolmasdan, saqlash vaqtidagi nobud bo'lish tezligiga ham sababchi bo'ladi. Qolgan suvni mo'tadilli (2–6%) mikroorganizm quritilgan muhit tarkibiga qarab, saqlash atmosferasiga, mikroorganizmlar fiziologik holatiga va turiga qarab o'zgarishi mumkin. Haddan tashqari quritilganda (0,5–1,5% dan past namlikkacha) hujayraning hayot faoliyati yo'qoladi.

Reaktivizasiya sharoiti. Reaktivizasiya (*liofillangan hujayrani anabioz holatidan chiqarish*) jarayoniga katta ahamiyat beriladi. Quruq hujayraga (0,2–1,0 ml) distillangan yoki vodoprovod suvini sekinlik bilan quyilganda yaxshi natija beradi. Regidratant hujayra faolligini qayta tiklovchi moddalar sifatida go'sht sho'rvasi, pepton, organik kislotalar eritmasi va turli xil ozuqa muhitlari qo'llaniladi. Ayrim kolleksiyalarda liofillangan bakteriya ozuqa sho'rvasida 10 minutda regidratasiya bo'ladi, zamburug'lar - vodoprovod suvida 15–20 minutda tiklanadi.

Muzlatish-quritish, saqlash va regidratasiya jarayonida ta'sirlangan mikroorganizmlar reaktivasiya muhitiga yuqori sezgirliги bilan farqlanadi va o'z xususiyatlarini boy tabiiy ozuqada bir necha marta qayta ekilgandan keyin tiklaydi.

Ko'pincha liofilizatsiyada hujayra devori, hujayra membranasi va DNK tarkibi buziladi. *E.coli* ning buzilgan hujayrasi tiklangandan keyin oldin o'zining o'zgargan shimdirish qobiliyatini tiklaydi, keyin esa RNK va oqsil sintez qila boshlaydi. Liofillangan hujayrada o'sishni lag-faza davri uzunroq bo'ladi, lekin o'sish muhitiga peptid va aminokislota eritmasi qo'shilgandan keyin u qisqaradi.

Liofilizatsiyaning mikroorganizmlar hayot faoliyati va xossalariga ta'siri. Ko'p miqdordagi tadqiqotlarning natijasi isbotlaydiki, liofilizatsiya mikroorganizmlarning ko'p miqdordagi turlari hayot faoliyatini saqlashda ishonchli usuldir va bu jarayonga chidamli turlarning muhim belgilarini bir necha yil saqlaganda turg' un ushlab turadi. Masalan: Moskva Davlat Universitetining mikrobiologiya kafedrasida ko'p tur bakteriyalarining vakillari 20–25 yil saqlangandan keyin ham o'z hayot faoliyatini va xossasini turg' un saqlab qolganligi haqida xabar berilgan. Olimlar grammusbat turkumlardan *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Propionbacterium*; grammanfiylardan: *Azotobacter*, *Acetobacter*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, shunga o'xshash *Torula* turkumiga mansub bo'lgan achitqi zamburug' larining saqlanishini o'rganib chiqqanlaridan keyin shunday fikrga kelganlar.

Lekin, muzlatish-quritish natijasida mikroorganizmlarning strukturasi va fizik-biokimyoviy xossasining o'zgarganligi haqida ma'lumotlar mavjud. Elektron mikroskopik usul yordamida qilingan tadqiqotlar natijasi shuni ko'rsatadiki, *Saccharomyces cerevisiae* va *E.coli* hujayrasi liofilizatsiya holatidan tiklangandan keyin uning o'lchami birmuncha kichiklashadi.

Tuganak bakteriyalarni *Azotobacter*, *Beijerinckia* va *Spirulina* turkumiga kiruvchi sianobakteriyalar liofillangan hujayrasi morfologiyasining o'zgarganligi haqida yozilgan.

Mikroorganizmlarning ayrim shtammlarida o'sish tezligining susayganligi va pigment hosil bo'lishining to'xtaganligi, antibiotik va bijg' ish faolligining pasayganligi yoki hatto ayrim belgilarning yo'qolganligi kuzatilgan. Lekin ayrim mikroorganizmlar regidratatsiyadan keyin biokimyoviy faolligining oshganligi bilan farqlanadi. Masalan: azotobakterda va tuganak bakteriyalarda N_2 ni o'zlashtirish faolligining

pasayganligi, *E.coli* da esa kislorod o'zlashtirish tezligining oshganligi aniqlangan.

Ko'pincha liofillangan holatda biologik faol moddalar ishlab chiqaruvchilar saqlanadi. Masalan: liofillangan aktinomisetlar streptomisin, xlortetrasiklin va oksitetrasiklin ishlab chiqaruvchilar antibiotik faollik darajasini uch-to'rt yil saqlaganda ham pasaymaydi.

Organik kislotalar, antibiotik va ferment ishlab chiqaruvchi zamburug'lar turkumidan *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Penicillium* ikki yil liofillangan holda saqlanganda o'z faolligini yo'qotmaydi. Sut achituvchi bakteriyalar morfologik va biokimyoviy xususiyatlarini 10 yil saqlaganda ham o'zgartirmaydi.

Liofillangan holatda bakteriya preparatlari (entomopatogenlar, nitragin va boshqalar) vaksinalar, zardoblar yaxshi saqlanadi. Liofillangan ampulalardagi mahsulotlarning transportirovkasi (bir yerdan ikkinchi joyga ko'chirib o'tkazish) qulay bo'ladi.

Mikroorganizmlarni quritilgan holda saqlash. Quritish mikroorganizmlarni saqlashning eng oddiy usulidir. Ko'plab mikroorganizmlar tabiiy sharoitda (tuproqda, qumda, loyda) havoda qurigan holda va turli xil oziq ovqat mahsulotlarida uzoq vaqt yaxshi saqlanadi. Qurish jarayonida mikroorganizmlar hujayralari suvsizlanadi. Tirik hujayrada suvning miqdori massaning 80-90% ini tashkil etadi. Quritish vaqtida hujayra o'z tarkibidagi erkin suvni yo'qotadi va qolgan 10-12% suvda mikroorganizmlarning o'sishi to'xtaydi. Qolgan suvning 2-5% gacha kamayganida hujayra strukturasi bilan mahkam bog'langan suv saqlanadi.

Shunday qilib, quritilgan hujayrada biokimyoviy reaksiyalar to'xtatiladi yoki ayrim reaksiyalar juda ham sekin ketadi. Mikroorganizmlarning quritishga chidamliligi ko'p omillarga: mikroorganizmlarning xossalriga, muhitga va o'stirish sharoitiga, quritish usuliga, qolgan suvga, saqlash sharoitiga va reaktivasiyaga bog'liq bo'ladi.

Mineral yog' ostida saqlash. Ushbu usul laboratoriya sharoitida katta kolleksiyalarni saqlash uchun qo'llaniladi. U oddiyligi bilan boshqa usullardan farqlanadi, alohida asbob-uskunalar talab qilmaydi va turli xil mikroorganizmlar hayot faoliyatining va belgilarining turg'unligi nisbatan uzoq vaqtgacha saqlanishini ta'minlaydi.

Birinchi marta Lyumyer va Shevrotiyelar (*Lumiere, Chevrotier*, 1914) gonokoklarni saqlash uchun vazelin yog'i qo'llashgan. Usulning mohiyati quyidagilardan iborat: mikroorganizmlar kulturasi qulay ozuqa muhitida o'stiriladi va ustiga sterilizatsiya qilingan vazelin yog'i quyiladi. Yog'ning qalinligi (0,5-1,0 sm) modda almashish jarayonining tezligini

sekinlashtiradi va ozuqa muhiti ustki qismini qurishdan saqlaydi.

Aerob mikroorganizmlar probirkada agar-agar solingan ozuqa muhitida (5–6 ml, 45⁰ burchak hosil qilib) yotqizilgan holatda o‘stiriladi. Anaerob sharoitda o‘sadigan bakteriyalarni, masalan, propion kislotali bakteriyalarni agar-agar solingan muhit qalinligiga shpris bilan ekiladi. Sut achituvchi bakteriya va ayrim sho‘lali bakteriyalar yarim suyuq muhitda 0,25–0,40% li agar-agarda o‘stiriladi.

Asparogen-mikroorganizmlarga ular o‘shining stasionar fazasi boshlanishida yog‘ qo‘shish eng yaxshi natija beradi. Spora hosil qiluvchilarga - spora paydo bo‘lish bosqichida, aktinomisetlarga va miselyar zamburug‘ larga 7–14 kundan keyin, achitqi zamburug‘ lariga esa 12–14 kun o‘stirgandan keyin yog‘ quyish maqsadga muvofiqdir.

Saqlash uchun o‘ta tozalangan tibbiyotda ishlatiladigan vazelin yog‘ i qo‘llaniladi. Yog‘ 60 minut avtoklavda (1×10^4 Pa bosimda) sterilizasiya qilinadi, keyin suvini chiqarib yuborish uchun quritish shkafida 150°C haroratda qizdiriladi yoki xona haroratida 2–3 kun ushlab turiladi. Yog‘ muhitni ustki chekkasidan 1 sm dan oshirib yubormasdan quyiladi. Mikroorganizmlar 5°C haroratda yoki xona haroratida qorong‘ ida saqlanadi.

Saqlash muddati. Mikroorganizmlarni yog‘ ostida uzoq muddatga saqlash vaqtida hujayralarning nobud bo‘lish jarayoni kuzatiladi. Shuning uchun ham mikroorganizmlar yiliga 1–2 marta yog‘ ostidan qaytadan ekilib turiladi. Achitqi zamburug‘ lari yiliga bir marta qayta ekiladi. Miselial zamburug‘ lar saqlashning boshida yiliga bir marta qayta ekiladi, keyin ikki-uch yilda ekish takrorlanadi

Ko‘pchilik sinalgan saprofit bakteriyalar vazelin yog‘ i ostida qaytadan ekilmasdan 8–14 yil o‘z hayot faoliyatini saqlab turishi mumkin. Rossiya Fanlar Akademiyasi Mikroorganizmlar biokimyosi va fiziologiyasi instituti “Mikroorganizmlar to‘plami” laboratoriyasida *Bacillus* turkumiga kiruvchi 155 shtammi yog‘ ostida saqlanganda 6 yil muddatda o‘z hayot faoliyatini o‘zgartirmasdan saqlaganligi kuzatilgan.

Yog‘ ostida 4–5 yil muddatga *Rhizobium*, *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Propionibacterium*, *Arthrobacter*, *Micrococcus* turkumi vakillari muvaffaqiyatli saqlangan. Aerob grammusbat bakteriyalar yog‘ ostida saqlashga grammanfiy bakteriyalarga nisbatan birmuncha chidamliroqdir.

Mavzu yuzasidan savol va topshiriqlar

1. Aerob va anaerob fermentasiya qanday turlarga bo'linadi?
2. Mikroorganizmlar o'sishiga qanday omillar ta'sir ko'rsatadi?
3. Produsentlarning biosintetik faolligi va o'sishini belgilovchi ingibitorlarni qanday usullarda boshqarish mumkin?
4. Produsentlarning biosintetik faolligi va o'sishida oziqaning yopishqoqligi qanday ahamiyatga ega?
5. Mikroorganizmlarning ozuqadagi minerallarga bo'lgan aniq ehtiyoji qanday aniqlanadi?
6. Ozuqa muhitini o'stiruvchi omil sifatida siankobolamin ishlatilganda qanday funktsiya bajaradi?
7. Mikroorganizmlarni uzoq muddat saqlashda qanday usullardan foydalaniladi?
8. Mikroorganizmlar kulturasini qayta ekish usulida saqlashda qanday omillarga e'tibor qaratish lozim?
9. Mikroorganizmlarni suyuq muhitga tez-tez qayta ekish ularning qaysi xususiyatlariga ta'sir etadi?
10. Doimiy qayta ekib turish usulining afzalliklari va kamchiliklari haqida gapirib bering.
11. Mikroorganizmlarni past va o'ta past haroratlarda saqlash usulida kriogent sifatida qanday moddalardan foydalanish mumkin?
12. Liofilizatsiyaga chiday olmaydigan mikroorganizmlarni qanday usulda saqlash mumkin?
13. Liofilizatsiya jarayoni qanday afzalliklarga ega?
14. Liofilizatsiya jarayoni muvaffaqiyatli kechishi qanday omillarga bog'liq?
15. Liofilizatsiya usulida mikroorganizmlarni saqlash uchun muhitda himoya vositasi sifatida qanday moddalardan foydalanish mumkin?
16. Reaktivizatsiya qanday amalga oshiriladi?
17. Mikroorganizmlarning quritishga chidamliligi qanday omillarga bog'liq?
18. Mikroorganizmlarni mineral yog' ostida saqlash usulining boshqa usullardan ustunligi va kamchiliklari haqida gapirib bering.

XOTIMA

O'tgan asrning oxirlarigacha deyarli bir-biridan ajralgan holda, mustaqil rivojlanib kelgan mikrobiologiya va umumiy biologiya fanlari ko'plab yaqinlik nuqtalarini topishga erishdilar va hayotning fundamental xossa va xususiyatlari haqida fikrlashning yangi bosqichi boshlandi. Bu holat, biologiyadagi ko'plab paradigm (andoza) larning almashinuviga sabab bo'ldi. Molekulyar biologiyaning rivojlanishi organizmlarning xarakteristikasi va filogeniyasini o'rganishdagi yangi yondashuvlarni ochib berdi. Bu esa, o'z navbatida evolyusion holat haqidagi tasavvurlarga katta ta'sir ko'rsatdi. Shu davrda erishilgan yutuqlardan biri miqdoriy o'rganish asosida organizmlarni uch birlamchi olam: - bakteriyalar, arxeylar va eukariyalarni tavsiflash bo'ldi. Shundan keyin, ko'plab umumbiologik muammolarni mikroblar dunyosi haqidagi ma'lumotlarga ega bo'lmasdan turib yechib bo'lmasligi aniq bo'lib qoldi. Biz yashab turgan davrga kelib, biologiya bilimning eng ustuvor yo'nalishlaridan biriga aylandi.

Biz yashab turgan davrdagi ko'plab ilmiy nashrlarda ilm sohaslarining erishgan yutuqlari va kelgusidagi vazifalar haqida ma'lumotlar kashf etildi.

Mikrobiologiya – insoniyat hayotiga kuchli ta'sir ko'rsatgan fanlardan biri. A.Kirxer va A. van Levenguklar tomonidan mikroorganizmlar ochilgan kundan hozirgacha bu fan juda uzoq, ammo ajoyib yo'lni bosib o'tdi.

XX asrning oxirlarigacha kelib, bir-biridan mustaqil rivojlanayotgan mikrobiologiya, umumiy biologiya va boshqa biologiya tarmoqlari ko'plab umumiy, hych bo'lmaganda bir-biriga tegib ketadigan nuqtalar borligini topgan va shundan keyin bioorganik dunyoning fundamental hususiyatlarini fikrlashning yangi bosqichi boshlangan. Albatta, bunday ishlarni mikroblar dunyosi haqidagi ma'lumotlarsiz amalga oshirish imkoni bo'lmaydi. Mikrobiologiyaning bunday holatini hozirga kelib, "yangi mikrobiologiya" deb ataladi va uning asosiy vazifasi biosferani va uni uning o'zgarishini amalga oshiruvchilarni har tomonlama o'rganishdan iborat.

"Mikrobiologiyaning mana shu va hisobsiz ilovalari, keng ma'noda insoniyatning hayotiga o'z ta'sirini o'tkazib turadi, shuning uchun ham mikrobiologiyaning asosini bilish nafaqat tabiatshunos, shifokor, agronom va qishloq xo'jaligi xodimlari uchun, balki har bir o'qimishli insonlar uchun ham zarur". Bundan 100 yillardan ko'proq vaqt ilgari I.L. Serbinov

tomonidan yozib qoldirilgan bu soʻzlar hozirgacha ham oʻzining dolzarbligini yoʻqotmaydi.

Biz yashab turgan zamonda insoniyat oldida yechimini topish kerak boʻlgan koʻplab muammolar hamda tabiat va jamiyat orasidagi oʻzaro munosabatni yechishdek global muammolar turibdi.

Sayyoramizda sodir boʻladigan ekologik krizis muammosi, taʼlimni biologizasiya qilish zaruriyatini paydo qilmoqda. Nega aynan “biologizasiya”, “ekologizasiya” emas!? Chunki ekologiya, organizmlarning fundamental xossalarini, oʻzini emas balki bu xossalarining namoyon boʻlishini oʻrganadi. Biosiyosat, bioetika, biosentrizm – yangi falsafiy doktina, biologik xilma-xillikni asrash haqida deklarasiyaning imzolanishi va barqaror rivojlanish jamiyatining paydo boʻlishi, bunday ishlarni amalga oshirish zarur ekanligini koʻrsatadi.

Taʼlimning yangi, ustuvor yoʻnalishlari insonlar, shu jumladan siyosatshunoslar ongida shundan oʻzgarishlar paydo qilishi kerakki, davlatlar bilan tabiat oʻrtasidagi munosabatga rioya qilish eng zarur burchi boʻlib qolishi kerak.

Hozirgi vaqtda biologiya ilmining eng ustuvor sohasiga aylangan. Bu sohada yaratilgan yangiliklar, hayot sharoitlarini emas, hayotiy jarayonlarning oʻzini boshqarish imkoniyatini beradi. Ammo, har bir jarayonda biologiya, kimyo va fizika fanlari orasidagi ajralmas birlik borligini esdan chiqarmaslik kerak.

Mikrobiologiya biologiyaning yirik bir tarmogʻi boʻlishiga qaramasdan, nafaqat biologiya fan tarmoqlariga qarindosh boʻlgan, balki fizik-kimyo fanlariga qarindosh boʻlgan mustaqil fan hisoblanadi. Uni oʻqitishni kengaytirish va chuqurlashtirish, shubhasiz universal bilim olish uchun zarurdir.

Bu borada, mazkur darslikda bayon qilingan tushunchalar va maʼlumotlar saboq oluvchilarda mikrobiologiyani keng qamrovda anglashiga xizmat qiladi, degan umiddaman.

Shu oʻrinda, mazkur darslikni tayyorlashda uslubiy va texnik jihatdan oʻzlarining hissalarini qoʻshganligi uchun Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti dotsenti, PhD. **Begali Alikulovga**, yosh tadqiqotchilar **Jahongir Alimov** va **Alimardon Umurzakovlarga** minnatdorchilik bildiraman.

Muallif

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR VA MANBALAR RO'YXATI

1. Алешукина, А. В. Медицинская микробиология: учебное пособие для вузов / А. В. Алешукина. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. - 437 с.
2. Богданова, О.Ю. Систематика и классификация микроорганизмов: метод. указания к практическим работам по дисциплине «Микробиология» / О.Ю. Богданова. - Мурманск: Изд-во МГТУ, 2000. - 80 с.
3. Богданова, О.Ю. Микробиология: учебное пособие / О.Ю. Богданова. - Мурманск: ООО РОСТСЕРВИС, 2005. - 250 с.
4. Борисов, Л.Б. Медицинская микробиология, вирусология, иммунология / Л.Б. Борисов - М.: Медицинское информационное агентство, 2002. - 736 с.
5. Букринская, А.Г. Вирусология / А.Г. Букринская - М.: Медицина, 1986. - 336 с.
6. Воробьев, А.А. Основы микробиологии, вирусологии и иммунологии: Учеб. / А.А. Воробьев, Ю.С. Кривошеин, А.С. Быков - М.: Высш. шк., 2001. - 224 с.
7. Гусев, М.В. Микробиология: Учебник для студ. биол.специальностей. / М.В. Гусев, Л.А. Минеева. - 4-е изд., стре. - М.: Изд. центр «Академия», 2003. - 464 с.
8. Емцев, В.Т. Микробиология: учебник для вузов / В.Т. Емцев, Е.Н. Мишустин. - 6-е изд., испр. - М.: Дрофа, 2006. - 444 с.
9. Калинин, В.Л. Введение в молекулярную вирусологию / В.Л. Калинин - СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2002. - 302 с.
10. Медицинская микробиология / Под ред. В.И. Покровский, О.К. Поздеев - М.: Гэотар Медицина, 1999. - 1200 с.
11. Нетрусов, А.И. Общая микробиология: учебник для студ. Вузов / А.И. Нетрусов, И.Б. Котова. - М.: Издательский центр «Академия», 2007. - 288 с.
12. Определитель бактерий Берджи / Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Смита и др.; Пер. с англ. В 2 т. - М.: Мир, 1997.
13. Практикум по общей вирусологии / Под. ред. И.Г. Атабекова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во МГУ, 2002. - 184 с.
14. Практикум по микробиологии: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.И. Нетрусов, М.А. Егорова, Л.М. Захарчук // Под ред. А.И. Нетрусова. - М.: ИЦ «Академия», 2005. - 608 с.
15. Пяткин, К.Д. Микробиология / К.Д. Пяткин, Ю.С. Кривошеин. - М.: Медицина, 1981. - 511 с.
16. Тимаков, В. Д. Микробиология / В.Д. Тимаков. - М.: Медицина, 1973. - 430 с.
17. Троценко, Н.И. Практикум по ветеринарной вирусологии / Н.И. Троценко, Р.В. Белоусова, Э.А. Преображенская - 2-е изд., перераб и доп. - М.: Колос, 2000. - 272 с.

Q.D.DAVRANOV

MIKROBIOLOG

Darslik

*Muharrir: M.Talipova
Musahhih: I.Tursunova
Sahifalovchi: G.Abbosov*

Bosishga ruhsat etildi 25.04.2024-yil. Bichimi 6t
Ofset qog‘ozi. Ofset usulida. Times garnitu
Elektrografik bosma usulida chop etild
Shartli b.t. 15.0, Nashr.h.t. 9.1
Adadi 100 nusxada. Buyurtma № 21-19

«DIMAL» OK matbaa bo‘limida chop eti
Manzil: Toshkent sh., Huvaydo ko‘chasi, 2A-



Davranov Qaxramon Davranovich

(1945.03.03, Qashqadaryo viloyati Qamashi tumani) – mikrobiolog olim, O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasining haqiqiy a‘zosi - akademigi (2023).

Akademik Q.Davranovning “Mikroblar dunyosi” (2002, 2023 yilda 2-nashri), “Biotexnologiya: ilmiy, amaliy va uslubiy

asoslari” (2008), “Bacillus thuringiensis bakteriyasining qishloq xo‘jaligidagi ahamiyati” (2017), “Теоретические и практические основы выщелачивания благородных металлов” (2021), “Экология микроорганизмов” (2022), “Экологическая биотехнология”(2019) nomli monografiyalari hamda O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim Vazirligi buyurtmalari asosida tayyorlangan “Oziq-ovqat va ozuqa mahsulotlari biotexnologiyasi” (2017), “Mikrobiologiya va biotexnologiya asoslari” (2013), “Biologik faol va dorivor moddalar biotexnologiyasi” (2018), “Sanoat mikrobiologiyasi” (2013), “Umumiy va texnik mikrobiologiya” (2005), “Nanobiotexnologiya asoslari” (2021), “Педагогические технологии в преподавании клеточной и генной инженерии” (2021), “Biotexnologiya asoslari” (2017), “Клеточная и генная инженерия” (2022), “Biotexnologiya” (2022) va “Virusologiya” (2023) nomli darslik hamda o‘quv qo‘llanmalari nashr etilgan.

ISBN 978-9910-723-13-1



9 789910 723131