

X. B. Yunusov, N. J. Xodjayeva, A. A. Nurniyozov,
Sh. U. Azamatov, Yu. U. Abdullayeva, N. J. Xo'jayeva

MIKROB BIOTEXNOLOGIYASI

o'quv qo'llanma



**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**SAMARQAND DAVLAT VETERINARIYA MEDITSINASI,
CHORVACHILIK VA BIOTEXNOLOGIYALAR UNIVERSITETI**

**X.B.Yunusov, N.J.Xodjayeva, A.A.Nurniyozov,
Sh.U.Azamatov, Yu.U.Abdullayeva, N.J.Xo‘jayeva**

MIKROB BIOTEXNOLOGIYASI

o‘quv qo‘llanma

**O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar
vazirligi tomonidan Oliy ta’lim tashkilotlarining
60710200-biotexnologiya yo‘nalishi talabalari uchun
o‘quv qo‘llanma sifatida tavsiya etilgan**

**Samarqand davlat veterinariya meditsinasi,
chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti
Nashr matbaa markazi, 2026**

UO'K: 60:602.4
BBK: 28.087.1

X.B.Yunusov, N.J.Xodjayeva, A.A.Nurniyozov, Sh.U.Azamatov,
Yu.U.Abdullayeva, N.J.Xo'jayeva. Mikrob biotexnologiyasi:
O'quv qo'llanma. Samarqand davlat veterinariya meditsinasi,
chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti nashr matbaa
markazi, 2026. 196 bet.

O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligining Oliy
ta'lim tashkilotlari talabalari uchun tayyorlangan o'quv adabiyotini
ekspertizadan o'tkazganlik natijasi bo'yicha ma'lumotnomasi
(№ 6337-9669-4b7d-84ed-91f9-6653-5699, 24.12.2025)
asosida nashr qilishga tavsiya etilgan

0943



Samarqand Davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va
biotexnologiyalar universiteti 60710200 - Biotexnologiya (tarmoqlar
bo'yicha) ta'lim yo'nalishi talabalari uchun "Mikrob biotexnologiyasi"
fanidan ma'ruza mashg'ulotlarini o'tkazish uchun mo'ljallangan.

Taqrizchilar:

F.J. Kabulova

SamDU "O'simliklar fiziologiyasi va
mikrobiologiya" kafedrasi professori., b.f.f.d.

X.T.Boymurodov

SamDVMChBU "Biologiya, ekologiya va
dorivor o'simliklar" kafedrasi professori., b.f.d.

ISBN: 978-9910-640-79-7

KIRISH

Mikrobiai biotexnologiya fanining rivojlanish tarixi

Mikrobiai biotexnologiya insoniyat sivilizatsiyasi shakllanishining ilk bosqichlaridan boshlab, ko'pchilik sezmagan holda amalda bo'lgan. Dastlabki bosqichlarda odamlar mikroorganizmlar mavjudligini tushunmagan holda, ularning faoliyatidan oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash, fermentatsiyalash va o'zgartirishda foydalanganlar. Fanning shakllanishi va rivojlanishi esa asosan mikrobiologiya, biokimyo va genetik muhandislikning rivojlanishi bilan bevosita bog'liq bo'ldi.

1. Qadimiy va an'anaviy davr (miloddan avvalgi va milodiy I ming yilliklar). Biotexnologiya eng qadimiy shakllari — achitilgan mahsulotlar, xususan non, pivo, vino, sirka kabi mahsulotlar tayyorlash bilan bog'liq. Mesopotamiya, Misr, Hindiston va Xitoyda miloddan avvalgi davrlardayoq achitqi va mikroblarga asoslangan texnologiyalar amalda qo'llanilgan. Bu davrda mikroorganizmlarning tabiati noma'lum bo'lsada, ularning foydali ta'siri tajriba asosida aniqlangan.

2. Mikrobiologiya fanining shakllanishi (XVII–XIX asrlar). Mikroorganizmlar haqidagi ilk ilmiy tushunchalar Anton Van Levenguk (1670-yillar) tomonidan mikroskop yordamida suv tomchilaridan "kichik jonivorlar"ni kuzatish orqali boshlangan. XIX asr esa mikrobiologiya uchun tub burilish davri bo'ldi:

Lui Paster (Fransiya): fermentatsiya jarayonlarini ilmiy asosda tushuntirdi, mikroblarning o'sishi uchun maxsus muhit zarurligini ko'rsatdi, "hayot o'z-o'zidan vujudga kelmaydi" degan nazariyani isbotladi.

Robert Kox (Germaniya): mikroblarni toza holda o'stirish va identifikatsiya qilish usullarini ishlab chiqdi, yuqumli kasalliklar sababchisi bo'lgan bakteriyalarni aniqladi.

Elie Metchnikoff va Sergey Vinogradsky: mikroorganizmlarning immunitet va ekologik jarayonlardagi rolini aniqladilar.

Bu davrda fermentatsiya, pasterizatsiya va sterilizatsiya kabi asosiy tushunchalar shakllandi.

3. Mikrobiai biotexnologiya boshlanishi (XX asr boshlaridan 1950-yillargacha). Biotexnologiya amaliy shakli aynan mikroblardan sanoatda foydalanish bilan boshlandi:

1928-yil: Aleksandr Fleming tomonidan penitsillin antibiotigining kashf qilinishi — mikroorganizmlar yordamida dori vositalari olishning boshlanishi.

1930–1950 yillar: antibiotiklar, vitaminlar va fermentlar sanoat miqyosida ishlab chiqarila boshlandi. Bu mikroorganizmlarni nazoratli ravishda oʻstirish va ularni seleksiya qilish usullarining rivojlanishiga olib keldi.

4. Genetik muhandislikning paydo boʻlishi va zamonaviy biotexnologiya (1970-yillardan boshlab). 1970-yillar mikrobial biotexnologiyada inqilobiy oʻzgarishlarni boshlab berdi:

1973-yil: Paul Berg, Herbert Boyer va Stanley Cohen tomonidan rekombinant DNK texnologiyasi yaratilishi bilan mikroorganizmlarning genetik tuzilmasiga bevosita taʼsir qilish imkoniyati paydo boʻldi.

1978-yil: rekombinant insulin sintezi uchun genetik modifikatsiyalangan *E. coli* bakteriyasi yaratilgan.

1980–1990-yillar: fermentlar, oʻsish gormonlari, interferon, monoklonal antitanachalar kabi biologik faol moddalar mikrobial tizimlarda ishlab chiqarila boshlandi.

Bu davrda biosintez, bioreaktorlar, ommaviy fermentatsiya, xavfsizlik protokollari kabi texnologiyalar rivoj topdi.

5. XXI asr: sintetik biologiya, bioinformatika va ekologik biotexnologiyalar. Zamonaviy mikrobial biotexnologiya quyidagi yoʻnalishlar asosida jadal rivojlanmoqda:

Sintetik biologiya – mikroorganizmlarning butun genetik tizimini qayta loyihalash va sunʼiy hujayralar yaratish.

CRISPR–Cas9 texnologiyasi orqali mikroblarni aniq genetik tahrirlash.

Bioremediatsiya – ifloslangan muhitni tozalovchi mikroblarni ishlab chiqish.

Bioyoqilgʻi (biogaz, bioetanol), biopolimerlar, bioinsektitsidlar ishlab chiqarishda yangi mikroblarning qoʻllanishi.

Biosavodxonlik va bioxavfsizlik tamoyillari asosida GMMlardan xavfsiz foydalanish texnologiyalari shakllanmoqda.

Mikrobial biotexnologiya oʻz tarixiy yoʻlida qadimiy tajribalardan tortib, molekulyar genetik manipulyatsiyalargacha boʻlgan keng yoʻlni bosib oʻtdi. Har bir davrda mikroorganizmlar inson ehtiyojlariga moslashtirilib, iqtisodiy, ekologik va tibbiy sohalarda inqilobiy oʻzgarishlar keltirib chiqardi. Bugungi kunda mikrobial biotexnologiya innovatsiyalar, ekologik barqarorlik va sogʻliqni saqlashda eng istiqbolli yoʻnalishlardan biri sifatida qaralmoqda.

MIKROB BIOTEXNOLOGIYASINING PREDMETI VA VAZIFALARI

Biotexnologiya va uning mikrobiologiya bilan aloqasi

Biotexnologiya – bu tirik organizmlar, ularning hujayralari yoki biologik tizimlaridan foydalanib foydali mahsulotlar ishlab chiqarishga yo'naltirilgan fan va texnologiyalar majmuasidir. U ko'plab tabiiy fanlar, jumladan, biologiya, kimyo, genetika, mikrobiologiya va muhandislik sohalarining kesishgan nuqtasida joylashgan. Mikroorganizmlar – biotexnologiya asosiy obyekti sanaladi. Chunki ular tez ko'payadi, oson modifikatsiyalanadi, har xil substratlardan turli xil mahsulotlar ishlab chiqarishga qodir. Shu sababli, mikrobiologiya biotexnologiya asosiy poydevori bo'lib xizmat qiladi.

Biotexnologiya tushunchasi ilk bor 20-asr boshlarida vengriyalik olim Karl Ereki tomonidan ishlatilgan. U biotexnologiyani "tirik organizmlar yordamida xomashyodan foydali mahsulotlar olish san'ati" deb ta'riflagan. Dastlab, bu tushuncha oziq-ovqat, spirtli ichimliklar, achitqi mahsulotlarini ishlab chiqarish bilan bog'liq bo'lsa, keyinchalik genetik muhandislik, hujayra texnologiyalari, fermentatsiya va bioinformatika sohalarining rivojlanishi bilan biotexnologiya keng ko'lamli ilmiy-amaliy yo'nalishga aylangan.

Mikrobiologiya biotexnologiyadagi o'rni

Mikrobiologiya mikroorganizmlarni o'rganish bilan shug'ullanadi. Ularning biologik xossalarini, ekologiyasini, genetikasi va fiziologiyasini chuqur o'rganish yangi biotexnologik mahsulotlar ishlab chiqishda asosiy rol o'ynaydi. Mikroorganizmlarning yordamida antibiotiklar, enzimlar, vitaminlar, organik kislotalar, pestitsidlar, biopolimerlar va boshqa sanoat uchun muhim moddalarning ishlab chiqarilishi yo'lga qo'yilgan. Mikroorganizmlar, shuningdek, atrof-muhitni tozalash, chiqindilarni biotransformatsiya qilish va energiya manbalarini tiklashda ham muhim ahamiyatga ega.

Mikrob biotexnologiyasi fanining predmeti. Mikrob biotexnologiyasi – bu mikroorganizmlarning biologik xossalaridan foydalangan holda biotexnologik mahsulotlar yaratish va ularni ishlab chiqarish texnologiyasini ishlab chiqish bilan shug'ullanuvchi fandır. U mikroorganizmlarning kulturalarini, genetik modifikatsiyasini, o'sish muhitini, fermentatsiya jarayonlarini va sanoat miqyosidagi ishlab chiqarish tizimlarini chuqur o'rganadi.

Mikroorganizmlardan biotexnologik mahsulotlar olish.
Mikroorganizmlar orqali quyidagi mahsulotlar olinadi:

- Antibiotiklar (masalan, penitsillin, streptomitsin)
- Enzimlar (amilaza, proteaza, lipaza)
- Organik kislotalar (sirka, sut, limon kislotalari)
- Vitaminlar (B guruhi vitaminlari)
- Biogaz va bioplastikalar
- Pestitsid va bioo'g'itlar

Bunday mahsulotlar sog'liqni saqlash, oziq-ovqat sanoati, qishloq xo'jaligi, kimyo va energetika sohalarida keng qo'llaniladi.

Mikrobial jarayonlarning turlari

Mikrobial jarayonlar turlicha tasniflanadi:

1. Aerob jarayonlar – kislorod ishtirokida kechadi (masalan, sirka kislotasining sintezi).
2. Anaerob jarayonlar – kislorodsiz muhitda amalga oshadi (masalan, etanol yoki biogaz ishlab chiqarish).
3. Aralash jarayonlar – ba'zi mikroorganizmlar bir davrda aerob, boshqa davrda anaerob faoliyat ko'rsatadi.
4. Ko'p bosqichli jarayonlar – murakkab moddalarni oddiy moddalarga parchalanish va biotransformatsiyasi (masalan, oqsillarni aminokislotalarga aylantirish).

Mikrob biotexnologiyasining asosiy maqsadi – mikroorganizmlarning biologik potensialidan foydalanib, inson uchun foydali mahsulotlar yaratish va ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirishdan iborat.

Asosiy vazifalari quyidagilardan iborat:

- Mikrobiologik jarayonlarni o'rganish va boshqarish
- Yuqori mahsuldor mikroorganizmlarni tanlab olish yoki yaratish
- Bioreaktorlar va texnologik uskunalarni loyihalash
- Ekologik xavfsiz biotexnologiyalarni ishlab chiqish
- Mikrobial mahsulotlarni sanoatga joriy etish

Mikrob biotexnologiyasining asosiy yo'nalishlari

Mikrob biotexnologiyasi — bu mikroorganizmlarning biologik xususiyatlaridan foydalanib, sanoat, qishloq xo'jaligi, tibbiyot, atrof-muhitni muhofaza qilish va energetika sohalarida amaliy foyda keltiruvchi texnologiyalar majmuasidir. U biologiya, mikrobiologiya,

genetika, biokimyo, muhandislik va ekologiya kabi fanlarning integratsiyasi asosida shakllangan bo'lib, insoniyat ehtiyojlari uchun yuqori samarali, ekologik xavfsiz va tejamkor texnologiyalarni yaratishga xizmat qiladi.

1. Sanoat mikrob biotexnologiyasi. Sanoat mikrob biotexnologiyasi mikroorganizmlar yordamida turli moddalar ishlab chiqarishga yo'naltirilgan. Bu yo'nalishda ishlatiladigan mikroblar maxsus fermentatsiya uskunalarida ko'paytiriladi va ularning metabolik faoliyati natijasida foydali mahsulotlar olinadi.

Asosiy mahsulotlari quyidagilar:

Fermentlar (enzimlar). Proteaza, amilaza, lipaza kabi fermentlar oziq-ovqat sanoati, to'qimachilik, charm, farmatsevtika va bioyoqilg'i ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

Organik kislotalar. Limon, sut, sirka, fumar va shunga o'xshash kislotalar *Aspergillus*, *Lactobacillus* kabi mikroorganizmlar yordamida ishlab chiqariladi.

Alkogollar. Etanol, butanol kabi spirtlar achitqilar (*Saccharomyces cerevisiae*) tomonidan glyukozani fermentatsiya qilish orqali olinadi.

Bioplastiklar. PHA (poligidroksialkanoatlar), PLA (polilaktid) kabi biologik parchalanadigan plastmassalar bakteriyalar tomonidan hosil qilinadi.

Sanoat biotexnologiyasi kimyoviy jarayonlarni mikrobiologik alternativalar bilan almashtirish orqali ishlab chiqarishni ekologik xavfsiz va energiya tejamkor holga keltiradi.

2. Qishloq xo'jalik biotexnologiyasi. Ushbu yo'nalish o'simliklar va tuproq mahsuldorligini oshirish, zararli hasharotlar, kasalliklar va tuproq degradatsiyasiga qarshi kurashishda mikroorganizmlarning tabiiy potentsialidan foydalanadi.

Asosiy mahsulotlari quyidagilar:

Bioo'g'itlar. *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus* kabi mikroorganizmlar atmosferadagi azotni fiksatsiyalaydi yoki fosforni erkinlashtirib, o'simliklar tomonidan oson so'riladigan shaklga keltiradi.

Biologik himoya vositalari. *Trichoderma*, *Bacillus subtilis* kabi mikroorganizmlar o'simlik kasalliklarini keltirib chiqaruvchi patogenlarga qarshi antagonistik faoliyat ko'rsatadi.

Fitogormon ishlab chiqaruvchilar. Ayrim bakteriyalar auksin, gibberellin, sitokinin kabi o'sish gormonlarini sintez qilib, ildiz o'sishini tezlashtiradi va o'simlik hosildorligini oshiradi.

Ushbu texnologiyalar kimyoviy o'g'itlar va pestitsidlarning miqdorini kamaytirishga, ekologik xavfsizlikni oshirishga va qishloq xo'jaligi mahsulotlarini sog'lomlashtirishga xizmat qiladi.

3. Tibbiyot mikrob biotexnologiyasi. Tibbiyot biotexnologiyasi mikroorganizmlar orqali dori vositalari, vaksinalar, probiotiklar, diagnostik testlar ishlab chiqishga yo'naltirilgan.

Asosiy mahsulotlari:

Antibiotiklar: Penitsillin (*Penicillium notatum*), streptomitsin (*Streptomyces* spp.), eritromitsin kabi antibiotiklar bakterial infeksiyalarga qarshi samarali kurash vositalaridir.

Probiotiklar: *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* kabi foydali bakteriyalar ichak mikroflorasini tiklashda va immunitetni kuchaytirishda muhim ahamiyatga ega.

Vaksinalar: Mikroorganizmlar asosida tayyorlangan attenuatsiyalangan yoki rekombinant vaksinalar kasalliklarning oldini olishda qo'llaniladi.

Biologik diagnostika: Mikroblar asosida ishlab chiqilgan biosensorlar va molekulyar testlar orqali yuqumli kasalliklar tez va aniq aniqlanadi.

Tibbiy biotexnologiya sog'liqni saqlash tizimida tezkor tashxis, samarali davolash va kasalliklarning oldini olish imkoniyatlarini kengaytiradi.

4. Atrof-muhitni muhofaza qilish biotexnologiyasi. Ushbu yo'nalish mikroorganizmlarni ekologik muammolarni hal qilishda foydalanishni ko'zda tutadi. Mikroorganizmlar ifloslantiruvchi moddalarni parchalab, atrof-muhitni tabiiy holatiga qaytaradi.

Asosiy yo'nalishlari:

Biofiltrlash: Mikroorganizmlar havodagi zararli gazlar (masalan, NH_3 , H_2S)ni parchalab, toza havoga aylantiradi.

Bioremediatsiya: Neft, pestitsidlar, og'ir metallar kabi zararli moddalar bilan ifloslangan tuproq va suvlarni tozalashda mikroorganizmlar faol ishtirok etadi.

Chiqindilarni qayta ishlash: Organik chiqindilar (kompost, go'ng) mikroblar yordamida parchalanadi va o'g'it sifatida qayta ishlanadi.

Atrof-muhitni muhofaza qilish biotexnologiyasi chiqindilarni kamaytiradi, ifloslanishni oldini oladi va yashil texnologiyalarni ilgari suradi.

5. Energiya ishlab chiqarishdagi mikrob biotexnologiyasi. Energiya tanqisligi va ekologik muammolar fonida mikroblar yordamida qayta

tiklanuvchi energiya manbalarini ishlab chiqarish dolzarb masalaga aylandi.

Asosiy yo'nalishlari:

Biogaz. Anaerob bakteriyalar organik chiqindilarni (go'ng, oziq-ovqat qoldiqlari) parchalaydi va metan gazini ajratadi. Bu gaz energiya manbai sifatida ishlatiladi.

Bioyoqilg'i. Achitqi va bakteriyalar yordamida etanol, butanol kabi yoqilg'ilar ishlab chiqariladi. Ular transport va issiqlik energetikasi uchun muqobil hisoblanadi.

Mikroalgal biotexnologiya. Mikroalga (masalan, Chlorella, Spirulina)lar fotosintez orqali lipidlarga boy biomassa hosil qiladi, undan biodizel olinadi.

Mikroblar asosidagi energiya texnologiyalari qayta tiklanuvchan, karbon chiqindilari past, ekologik xavfsiz va barqaror rivojlanishga mos hisoblanadi.

Mikrob biotexnologiyasi turli sohalarda yuksak ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Uning asosiy yo'nalishlari sanoat ishlab chiqarish, oziq-ovqat xavfsizligi, tibbiyot, ekologiya va energetikani yangi bosqichga olib chiqmoqda. Zamonaviy ilm-fan va texnologiyalar rivoji bilan bu yo'nalishlar yanada kengayib, insoniyatning ekologik barqaror va sog'lom kelajagini ta'minlashga xizmat qiladi.

Mikrob biotexnologiyasining rivojlanish istiqbollari

Kelgusida mikrob biotexnologiyasi quyidagi yo'nalishlarda rivojlanishi kutilmoqda:

Gen muhandisligi orqali yangi, yuqori samarali shtammlarni yaratish.

Sun'iy intellekt va bioinformatika yordamida mikroorganizmlar faoliyatini modellashtirish va optimallashtirish.

Bioreaktorlar va avtomatlashtirilgan tizimlarni ishlab chiqish.

Global oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda biotexnologik usullarni keng qo'llash.

Ekologik toza energiya manbalarini yaratish va iqlim o'zgarishlariga qarshi kurashda mikroorganizmlar imkoniyatlaridan foydalanish.

NAZORAT UCHUN SAVOLLAR

1. Mikrob biotexnologiyasi fanining predmeti haqida tushuncha bering.

2. Ushbu fan qanday sohalarda qo'llaniladi va nima uchun muhim?

3. Mikrobiai biotexnologiyada mikroorganizmlar tanlanishining asosiy mezonlarini yozing.

4. Qanday mahsulotlar mikrobiai biotexnologiya asosida olinadi?

5. Mikrobiai biotexnologiyaning boshqa biologik fanlar bilan bog'liqligini tushuntiring.

6. Nima uchun mikroorganizmlardan foydalanish sanoat uchun foydali hisoblanadi?

7. Sizningcha, mikrobiai biotexnologiyaning ekologik muhitni saqlashdagi o'rni qanday?

8. GMM (genetik modifikatsiyalangan mikroorganizmlar) mikrobiai biotexnologiyada qanday vazifani bajaradi?

9. Kelajakda mikrobiai biotexnologiyaning qaysi yo'nalishi eng muhim bo'ladi deb o'ylaysiz?

MOLEKULAR USULLAR YORDAMIDA MIKROORGANIZMLARNI ANIQLASH VA ULARNING TABIIY MUHITDAGI TURLARINI O'RGANISH

Mikroorganizmlarni an'anaviy identifikatsiya qilish usullari – ularning morfologiyasi, madaniy xossalari va fiziologiyasiga asoslangan. Biroq bu yondashuvlar har doim ham aniq natija bermaydi, ayniqsa, ekologik namunalar ichidagi kam uchraydigan yoki o'sishi sekin mikroorganizmlarni aniqlashda. Shu sababli molekulyar biologiya usullari zamonaviy mikrobiologiyada katta ahamiyat kasb etmoqda. Molekulyar usullar orasida sekvenirlash (DNK ketma-ketligini aniqlash) va polimeraza zanjir reaksiyasi (PZR yoki PCR) asosiy o'rinni egallaydi. Bu texnologiyalar yordamida tabiiy muhitdagi mikroorganizmlar turlarining genetik xilma-xilligi va ularning evolyutsion o'xshashliklari aniqlanadi.

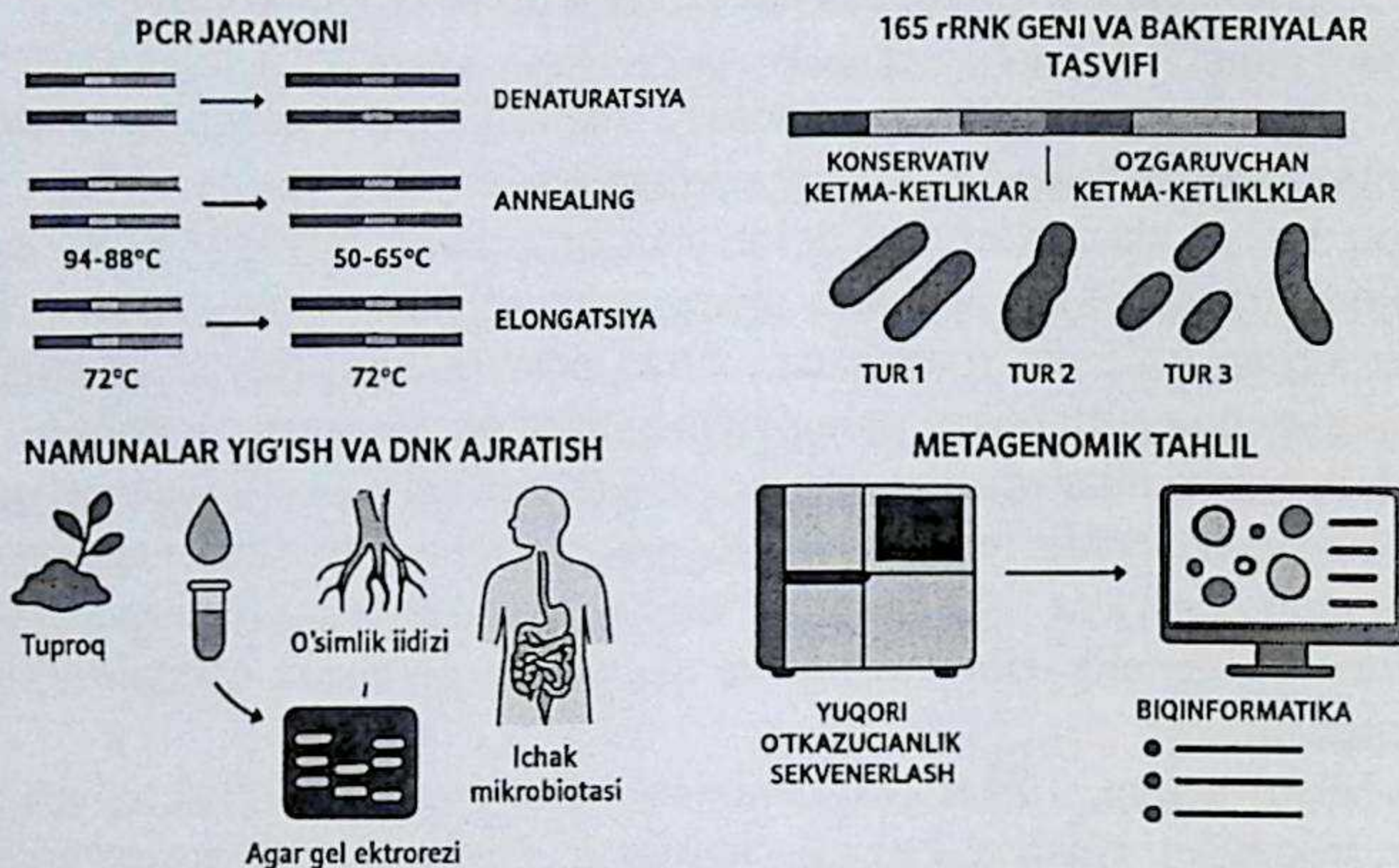
Misol uchun, 16S rRNK genining sekvenirlash usuli bakteriyalarni identifikatsiya qilishda keng qo'llaniladi. Tabiiy muhit namunalaridan olingan DNK namunasi PZR orqali ko'paytiriladi, so'ngra ketma-ketligi aniqlanadi va mavjud bazalar bilan solishtiriladi. Bu orqali ekologik hamjamiyatlarda yashovchi mikroorganizmlar turlari, ularning nisbiy soni va funktsional roli haqida aniq tasavvur hosil qilinadi. Sekvenirlash va Polimeraza zanjir reaksiyasi (PCR).

Sekvenirlash – bu DNK yoki RNK molekulalaridagi nukleotidlar ketma-ketligini aniqlash jarayonidir. Zamonaviy sekvenirlash texnologiyalari (masalan, Next-Generation Sequencing, NGS) minglab mikroorganizmlar haqida ma'lumot olish imkonini beradi. Natijada, mikrobiologik hamjamiyatlarning murakkab tarkibi, turli turlarning mavjudligi va ularning ekologik funksiyasi aniqlanadi.

Polimeraza zanjir reaksiyasi (PCR) esa muayyan DNK fragmentini ko'paytirish usulidir. PCR yordamida mikroorganizmlarning alohida genlari aniqlanadi, ulardagi mutatsiyalar kuzatiladi va ular orasidagi filogenetik yaqinliklar o'rganiladi. Bu usul bakteriyalar, viruslar va zamburug'larning tez, aniq va sezgir aniqlanishiga yordam beradi.

Sanoat mikroorganizmlari tushunchasi va amaliy biotexnologiyadagi o'rni.

MOLEKULAR USULLAR YORDAMIDA MIKROORGANIZMLARNI ANIQLASH VA ULARNING TABIIY MUHITDAGI TURLARINI ÖRG



Rasm 1. Molekulyar usullar yordamida mikroorganizmlarni aniqlash va ularning tabiiy muhitdagi turlarini o'rganish.

Sanoat mikroorganizmlari – bu insoniyatga foydali bo'lgan mahsulotlarni sintez qilish, biologik jarayonlarni amalga oshirish yoki ekologik vazifalarni bajarish uchun ishlatiladigan mikroorganizmlar guruhidir. Ular farmatsevtika, oziq-ovqat, kimyo, bioenergetika, qishloq xo'jaligi kabi ko'plab sohalarda qo'llaniladi.

Sanoat mikroorganizmlari biotexnologiyaning markaziy ob'ekti hisoblanadi. Ular orqali antibiotiklar, enzimlar, organik kislotalar, vitaminlar, bioyoqilg'ilar, polimerlar va boshqa ko'plab mahsulotlar ishlab chiqariladi. Amaliy biotexnologiyada yuqori hosildorlikka, genetik barqarorlikka va iqtisodiy samaradorlikka ega shtammlar tanlab olinadi yoki yaratiladi.

Sanoat mikroorganizmlarining asosiy turlari

Bakteriyalar:

Bacillus spp. – proteolitik enzimlar, antibiotiklar (batsitratsin), insektitsidlar ishlab chiqaradi.

Streptomyces spp. – ko'plab antibiotiklar (streptomitsin, tetratsiklin) manbai hisoblanadi.

Clostridium spp. – anaerob muhitda ishlaydi, butanol, asetonda fermentatsiyada qo‘llaniladi.

Lactobacillus spp. – sut mahsulotlari fermentatsiyasi, probiotiklar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Zamburug‘lar:

Aspergillus niger – sitrat kislotasi, glukoamilaza enzimi ishlab chiqaradi.

Penicillium chrysogenum – penitsillin antibiotigi ishlab chiqaruvchi.

Saccharomyces cerevisiae – etanol, non achitqii, vitaminlar ishlab chiqarishda qo‘llaniladi.

Pichia pastoris – rekombinant oqsillar ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi.

Sanoat mikroorganizmlarining muhim xossalari

Sanoatda ishlatiladigan mikroorganizmlar quyidagi xossalarga ega bo‘lishi kerak:

Yuqori biosintez qobiliyati

Genetik barqarorlik

Oson ko‘paytirish imkoniyati

Murakkab muhitda ishlash qobiliyati

Patogen bo‘lmasligi

Shtamlarni tanlash prinsiplari. Shtammlar quyidagi asosiy mezonlar bo‘yicha tanlab olinadi:

1. Yuqori mahsuldorlik
2. Kuchli o‘sinh sur‘ati
3. Ekstremal sharoitlarga moslashuv
4. Fermentatsiya mahsulotlarining tozaligi
5. Qayta ishlash texnologiyasiga mosligi

Yuqori mahsuldorlik. Bu mezon shtammdan olinadigan foydali mahsulot (masalan, antibiotik, enzim, aminokislota, organik kislota va boshqalar) miqdori bilan bog‘liq. Yuqori mahsuldor shtammlar sanoat miqyosida ishlatilganda ko‘proq mahsulot hosil qilish imkonini beradi. Bu esa ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi va iqtisodiy jihatdan foydali bo‘ladi.

Kuchli o‘sinh sur‘ati. Shtammlar tez o‘sadigan bo‘lishi kerak, chunki bu ishlab chiqarish vaqtini qisqartiradi. Tez o‘sadigan mikroorganizmlar oziqlanish muhitida tez ko‘payadi va kerakli

mahsulotni kam vaqt ichida ishlab chiqaradi. Bu jarayon tezligi va samaradorlikni oshirishda muhim ahamiyatga ega.

Ekstremal sharoitlarga moslashuv. Shtamm har xil muhit sharoitlarida (masalan, yuqori harorat, past pH, yuqori tuz miqdori va boshqalar) faol bo'lib qolishi kerak. Bunday moslashuvchanlik ishlab chiqarish jarayonida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan noqulay sharoitlarda ham mahsulot chiqarishni davom ettirish imkonini beradi. Bu esa shtammning barqarorligini ta'minlaydi.

Fermentatsiya mahsulotlarining tozaligi. Shtamm ishlab chiqargan mahsulot tarkibida keraksiz yoki zararli aralashmalar bo'lmasligi muhim. Yuqori darajada toza mahsulot olish qimmatli biotexnologik jarayonlarda (masalan, farmatsevtika sanoatida) zarur bo'ladi. Bu mahsulotni keyingi bosqichlarda ajratib olish va tozalashni yengillashtiradi.

Qayta ishlash texnologiyasiga mosligi. Shtamm ishlab chiqarish jarayonining texnologik sharoitlariga mos bo'lishi kerak. Masalan, u maxsus bioreaktor sharoitida, doimiy yoki davriy fermentatsiya usullarida samarali ishlashi lozim. Bunday moslik shtammdan amaliyotda foydalanishni osonlashtiradi va ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi.

Shtammlar biotexnologik va sanoat ehtiyojlariga qarab ehtiyotkorlik bilan tanlab olinadi. Yuqoridagi mezonlar, ayniqsa, tijorat maqsadlarida qo'llaniladigan mikroorganizmlar uchun juda muhim. Har bir mezon mikroorganizmlarning ishlab chiqarishdagi rolini oshirish va jarayonni barqaror yuritishda asosiy omillardan hisoblanadi.

Yangi shtammlar yaratish usullari

Sanoat mikrobiologiyasi va biotexnologiyasida yuqori samarali mikroorganizmlar shtammlarini yaratish muhim vazifalardan biridir. Buning uchun bir necha biologik va genetik usullar qo'llaniladi. Quyida ularning asosiy turlari izohlanadi:

1. **Mutagenез.** Mutagenез — bu mikroorganizmlar DNK strukturasini o'zgartirish orqali yangi mutatsiyalar hosil qilish usulidir. Bu usulda kimyoviy (masalan, nitrozometil-mochevina, etilenimin) yoki fizik (masalan, ultrabinafsha nurlanish, radiatsiya) ta'sir o'tkaziladi.

Mutatsiyalar natijasida genetik jihatdan yangi, ba'zan esa foydali xususiyatlarga ega shtammlar paydo bo'ladi. Ular orasidan yuqori mahsuldor yoki bardoshli variantlar tanlab olinadi. Bu usul nisbatan

sodda, ammo tasodifiy mutatsiyalar sababli doim ham oldindan kutilgan natijani bermasligi mumkin.

2. Rekombinant DNK texnologiyasi. Bu zamonaviy gen muhandisligi usuli bo'lib, u orqali ma'lum foydali genlar boshqa mikroorganizmlarga ko'chiriladi. Natijada hosil bo'lgan organizmlar transgen shtammlar deb ataladi.

Bunda gen klonlash, plazmidlardan foydalanish va restriksion enzimlar yordamida DNK parchalarini ajratib olish kabi usullar qo'llaniladi.

Rekombinant DNK texnologiyasi yordamida mikroorganizmlarga yangi xususiyatlar aniq maqsad bilan berilishi mumkin, bu esa aniq va samarali natijalarga olib keladi. Misol uchun, insulinni sintezlovchi bakteriyalar aynan shu usul orqali yaratilgan.

3. Adaptatsiya yo'li bilan seleksiya. Bu usulda mikroorganizmlar uzoq muddat davomida muayyan og'ir yoki o'zgacha sharoitlarda (masalan, yuqori tuz, kislorod tanqisligi, o'zgacha oziqa manbalari) saqlanadi va ularga moslashishiga imkon beriladi.

Mikroorganizmlar sharoitga moslashgan sari ularning metabolik yo'llarida o'zgarishlar sodir bo'ladi va foydali xususiyatlari (masalan, ma'lum substratni tezroq parchalay olish qobiliyati) kuchayadi.

Bu usul tabiiy tanlanish prinsipiga asoslanadi, sun'iy mutatsiyalarga nisbatan xavfsizroq va barqarorroq natijalar beradi.

4. Gibrizatsiya va protoplast fuziyasi. Turli mikroorganizmlar (odatda bakteriya yoki zamburug'lar) hujayra devori eritilib, protoplast holatiga keltiriladi. So'ng bu protoplastlar fuziya (birlashtirish) qilinadi va yangi gibriz hujayra hosil qilinadi.

Maxsus enzimlar yordamida hujayra devori yo'qotiladi, so'ng PEG (polietilenglikol) yoki elektr yordamida protoplastlar birlashtiriladi.

Bu usul orqali har ikki ota shtammning foydali xususiyatlari bitta yangi gibrizga birlashtirilishi mumkin. Masalan, biri yuqori mahsuldor, ikkinchisi esa issiqqa chidamli bo'lsa, yangi shtamm har ikki sifatga ega bo'ladi.

Yuqoridagi usullar zamonaviy mikrobiologiyada keng qo'llaniladi va har birining o'ziga xos afzalliklari hamda cheklovlari bor. Tanlanadigan usul — ishlab chiqarish maqsadi, mikroorganizmlar turi va kerakli mahsulotga qarab aniqlanadi. Shuningdek, kompleks

yondashuv — ya'ni bir nechta usulni ketma-ket yoki kombinatsiyalab qo'llash orqali eng optimal shtamm olinishi mumkin.

NAZORAT UCHUN SAVOLLAR

1. Molekulyar biologiyada mikroorganizmlarni aniqlashda PCR texnologiyasining afzalliklari nimada?
2. 16S rRNK tahlili bakteriya turlarini aniqlashda qanday rol o'ynaydi?
3. Tabiiy muhitdagi mikroorganizmlarning kulturai olinmaydigan (non-kulturable) qismini qanday usullar bilan aniqlash mumkin?
4. Metagenomika va DNK sekvenslash yordamida mikrobiota tarkibi qanday tahlil qilinadi?
5. Molekulyar usullar yordamida mikroorganizmlar va ular yashaydigan ekologik tizimlar o'rtasidagi munosabatlarni qanday tushunsa bo'ladi?

MIKROBIAL HUYAYRANING METABOLIK YO'LLARI

Mikroorganizmlarda metabolizm tushunchasi

Metabolizm — bu hujayra ichida sodir bo'ladigan barcha kimyoviy reaksiyalar majmuidir. Mikroorganizmlar metabolizmi deganda, ularning o'sishi, ko'payishi, energiya ishlab chiqarishi va muhitdagi moddalarni parchalashi yoki sintez qilishi bilan bog'liq barcha biokimyoviy jarayonlar tushuniladi. Ushbu jarayonlar enzimlar ishtirokida kechadi va hujayraning hayotiy faoliyati uchun muhim hisoblanadi.

Metabolizm ikki asosiy guruhga bo'linadi: katabolizm va anabolizm. Katabolik jarayonlar orqali murakkab organik birikmalar oddiy molekulalargacha parchalansa, anabolik jarayonlar buning aksi — oddiy molekulalardan murakkab moddalarning sintezi bilan kechadi.

Metabolik jarayonlarning biologik ahamiyati. Metabolik jarayonlar mikroorganizmlarning barcha hayotiy funksiyalarini ta'minlaydi. Ularsiz hujayrada energiya ishlab chiqarilishi, oqsillar sintezi, DNK replikatsiyasi, hujayra devori tuzilishi va boshqa muhim jarayonlar sodir bo'la olmaydi. Ayniqsa, biotexnologik ishlab chiqarishda mikroorganizmlarning metabolik faoliyati ularning mahsuldorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

Mikroorganizmlarda uchraydigan asosiy metabolik yo'llar. Mikroorganizmlarda energiya ishlab chiqarish va moddalar almashinuvining asosiy jarayonlari turli metabolik yo'llar orqali amalga oshadi. Bu yo'llar mikroorganizmlarning hayotiy faolligini ta'minlash bilan birga, ularni biotexnologik maqsadlarda qo'llash imkonini ham beradi. Quyida mikroorganizmlarda eng ko'p uchraydigan va biologik jihatdan muhim metabolik yo'llar bayon etiladi:

1. Glikoliz — bu glyukoza molekulasi bir qator enzimativ reaksiyalar orqali ikki molekula piruvat (piruvat kislotasi)ga parchalanuvchi jarayondir.

Ushbu jarayon hujayra sitoplazmasida kislorod mavjudligidan qat'i nazar, ya'ni anaerob yoki aerob sharoitda ham sodir bo'ladi.

Glikoliz jarayonida energiya (2 ATP) va qisman NADH hosil bo'ladi. Bu esa keyingi metabolik bosqichlar uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

2. Oksidlovchi fosforillanish (elektron transport zanjiri). Bu jarayonda NADH va $FADH_2$ molekulalaridagi elektronlar elektron transport zanjiri (ETZ) orqali kislorodga uzatiladi. Shu jarayonda

protonlar membrana orqali chiqarilib, ATF sintezi uchun proton gradiyenti hosil qilinadi.

Jarayon faqat aerob sharoitda — kislorod mavjud bo'lganda sodir bo'ladi.

Bu yo'l orqali mikroorganizmlar eng ko'p miqdorda energiya (30–38 ATP) hosil qiladi. Bu hujayra faoliyati uchun asosiy energiya manbai hisoblanadi.

3. Fermentatsiya. Fermentatsiya — bu kislorodsiz sharoitda (anaerob) glyukozaning yoki boshqa substratlarning to'liq bo'lmagan oksidlanishidir.

Ushbu jarayon anaerob mikroorganizmlar va kislorod mavjud bo'lmagan muhitda yashovchi fakultativ mikroblarda sodir bo'ladi.

Fermentatsiya natijasida etanol, laktat, butirat, propionat, asetat va gazlar (CO_2 , H_2) kabi organik birikmalar hosil bo'ladi.

Bu yo'l mikroblarga kislorodsiz muhitda ham hayotiy faoliyatni davom ettirish imkonini beradi. Ba'zi fermentatsiya mahsulotlari sanoat (alkogol, yogurt, sirka) uchun muhimdir.

4. Krebs sikli (Sitrik kislota aylanishi). Krebs sikli — bu piruvat molekulasi to'liq oksidlanib karbonat angidrid (CO_2) va yuqori energiyali elektron tashuvchilar (NADH , FADH_2) hosil bo'ladigan siklik jarayondir.

Jarayon aerob sharoitda, ya'ni kislorod mavjud bo'lsa amalga oshadi.

Bu sikl hujayra energiyasining asosiy manbalaridan biri bo'lib, undan keyingi bosqichda oksidlovchi fosforillanish orqali ko'p miqdorda ATP hosil qilinadi. Shuningdek, oraliq mahsulotlar boshqa biosintez yo'llarida ham ishtirok etadi.

5. Fotosintez (faqat fotosintetik mikroorganizmlarda). Fotosintez — bu yorug'lik energiyasini kimyoviy energiyaga aylantirish jarayonidir. Bu jarayonda CO_2 va H_2O dan organik moddalar va kislorod hosil bo'ladi.

Fotosintetik mikroorganizmlar. *Cyanobacteria* (ko'k-yashil suvo'tlar), yashil va binafsha bakteriyalar bu jarayonga qodir.

Fotosintez mikroorganizmlarga **avtotrof** sifatida yashash imkonini beradi. Bu mikroblar tabiatda karbon aylanishi va kislorod ishlab chiqarishda muhim rol o'ynaydi.

6. Nitrifikatsiya, denitrifikatsiya, sulfatni kamaytirish va boshqa ixtisoslashgan yo'llar. Bu maxsus metabolik yo'llar ayrim xemosintetik mikroorganizmlar tomonidan energiya olish uchun qo'llaniladi:

- **Nitrifikatsiya:** ammoniy (NH_4^+) nitrit (NO_2^-) va nitrat (NO_3^-) ga aylantiriladi.
- **Denitrifikatsiya:** nitrat anaerob sharoitda azot gazi (N_2)ga aylantiriladi.
- **Sulfatni kamaytirish:** sulfat (SO_4^{2-}) anaerob sharoitda sulfid (H_2S)ga tushiriladi.

Ko'pincha anaerob muhitda, kislorod o'rniga boshqa oksidlovchilar (NO_3^- , SO_4^{2-}) ishtirokida amalga oshadi.

Bu yo'llar biogeokimyoviy aylanishlarda (azot, oltingugurt sikllarida), biooziqlanishda va biologik tozalash tizimlarida asosiy rol o'ynaydi. Ular ekologik muvozanatni saqlashda muhimdir.

Mikroorganizmlarning metabolik yo'llari ularning ekologik moslashuvi, energiya olish mexanizmlari va biotexnologik imkoniyatlarini belgilaydi. Har bir yo'l o'ziga xos sharoitda faol bo'lib, sanoat, tibbiyot va ekologiyada amaliy ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, zamonaviy biotexnologiyada bu metabolik yo'llar asosida mikroblar orqali enzimlar, antibiotiklar, bioyoqilg'i, organik kislotalar kabi mahsulotlar ishlab chiqariladi. Shu bois metabolik jarayonlarni chuqur o'rganish va nazorat qilish hozirgi davrda ustuvor yo'nalishlardan biri hisoblanadi.

Energiyaning hosil bo'lish yo'llari

Mikroorganizmlarning hayotiy faoliyati uchun zarur bo'lgan barcha biologik jarayonlar energiya bilan ta'minlanishi kerak. Ushbu energiya mikroorganizmlar tomonidan kimyoviy moddalarni parchalash orqali olinadi. Energiyani saqlovchi asosiy shakl bu — **adenozin trifosfat (ATP)** bo'lib, hujayrada "energiya valyutasi" vazifasini bajaradi. Mikroorganizmlar ATP ni uchta asosiy metabolik yo'l orqali hosil qiladi:

1. Aerob nafas olish. Bu energiya olish usulida uglevodlar (masalan, glyukoza) kislorod ishtirokida to'liq oksidlanadi. Glikoliz, Krebs sikli va elektron transport zanjiri bosqichlaridan iborat bo'lgan bu jarayon natijasida ko'p miqdorda ATP hosil bo'ladi.

Jarayon bosqichlari:

Glikoliz → piruvat hosil bo'ladi.

Krebs sikli → karbonat angidrid (CO_2) va NADH/FADH_2 hosil bo'ladi.

Elektron transport zanjiri → kislorodga elektron uzatiladi va ATP sintezlanadi.

Energiya miqdori. 1 molekula glyukozadan 30–38 ATP molekulasi hosil bo‘ladi.

Bu usul eng samarali energiya manbai bo‘lib, kislorod mavjud bo‘lgan muhitda yashovchi mikroorganizmlarda keng tarqalgan. Ayniqsa, aerob bakteriyalar va zamburug‘larda bu mexanizm asosiy metabolik yo‘l hisoblanadi.

2. Anaerob nafas olish. Bu yo‘lda kislorod ishtirok etmaydi, ya‘ni kislorod o‘rniga boshqa noorganik moddalarning (masalan, nitrat (NO_3^-), sulfat (SO_4^{2-}), karbonat (CO_3^{2-}) elektron qabul qiluvchi sifatida ishtirok etishi kuzatiladi.

Jarayon xususiyati:

Glikoliz natijasida hosil bo‘lgan NADH elektronlarni kislorodsiz oksidlovchilarga uzatadi

Energiya elektron transport zanjiri orqali olinadi, ammo kislorodli nafas olishga qaraganda kamroq ATP hosil bo‘ladi

Energiya miqdori. Glyukozadan 12–30 ATP molekula hosil bo‘lishi mumkin (oksidlovchiga qarab farq qiladi).

Bu yo‘l fakultativ anaeroblar (ya‘ni, kislorod mavjud bo‘lsa — aerob, yo‘q bo‘lsa — anaerob yashay oladigan mikroblar) va majburiy anaeroblar (kislorodga toqat qilmaydiganlar) uchun muhimdir. Bu usul tuproq mikroflorasi, ichak mikroblari va biochiqindilarni parchalaydigan mikroorganizmlar orasida keng tarqalgan.

3. Fermentatsiya. Fermentatsiya — bu kislorod ishtirok etmaydigan, hamda organik substratlar to‘liq oksidlanmaydigan energiya olish yo‘lidir. Bu usulda organik substratlar enzimlar yordamida qisman parchalangan holda energiya ajraladi.

Jarayon xususiyati:

Faqat glikoliz bosqichi sodir bo‘ladi

Piruvat yoki uning hosilalari organik oksidlovchi sifatida ishlatiladi

NAD⁺ qayta tiklanadi va metabolizm davom etadi

Hosil bo‘ladigan mahsulotlar etanol, laktat, butirat, propionat, asetik kislota, gazlar (CO_2 , H_2) kabi organik moddalar

Energiya miqdori. 1 molekula glyukozadan atigi 2 ATP hosil bo‘ladi.

Bu energiya manbai kam samarali bo‘lishiga qaramay, mikroorganizmlarga kislorodsiz muhitda ham yashab qolish imkonini beradi. Ayniqsa, oziq-ovqat sanoatida (masalan, yogurt, non, spirtli ichimliklar ishlab chiqarishda) fermentatsiya jarayoni keng qo‘llaniladi.

Mikroorganizmlar energiyani turli metabolik yo'llar orqali ishlab chiqaradi. Har bir usul mikroorganizmlarning yashash sharoiti, ekologik moslashuvi va biotexnologik qo'llanilishiga bog'liq. Energiya hosil qilish mexanizmlari hujayraning omon qolishini, o'sishini va mahsulot ishlab chiqarishini bevosita ta'minlaydi. Ayniqsa, biotexnologiyada ushbu yo'llarni chuqur tahlil qilish mikroblarni optimallashtirish va sanoat ehtiyojlariga moslashtirish imkonini beradi

Metabolik oqimlarni tartibga solish. Mikroorganizmlar ichki muvozanatni saqlab turish uchun metabolik oqimlarni murakkab mexanizmlar orqali nazorat qiladi. Bu nazorat genetik darajada (transkripsiya, translatsiya), enzimativ bosqichda (ingibitsiya, aktivatsiya), hamda metabolitlar darajasida (feed-back inhibition) amalga oshadi.

Shuningdek, muhitdagi substrat miqdori, pH, harorat, kislorod mavjudligi ham metabolik yo'llarga ta'sir ko'rsatadi. Aynan shu omillar mikroorganizmlar qanday yo'l orqali energiya olishini yoki qanday mahsulot ishlab chiqarishini belgilaydi.

Mikrobiai metabolizmni biotexnologiyada qo'llash

Mikroorganizmlarning metabolik jarayonlari zamonaviy biotexnologiyaning asosini tashkil etadi. Mikroblarning hujayra ichidagi enzimativ reaksiyalaridan foydalanib, insoniyat uchun foydali turli biologik moddalar olinadi. Quyida mikrobiai metabolizm asosida sanoatda qo'llanilayotgan asosiy mahsulot turlari va ular bilan bog'liq texnologiyalar kengroq yoritilgan:

1. Antibiotiklar ishlab chiqarish (Penitsillin misolida). Antibiotiklar — bu mikroorganizmlar tomonidan ishlab chiqariladigan va boshqa mikroblarning o'sishini to'xtatadigan yoki ularni o'ldiradigan tabiiy yoki yarim sun'iy moddalar. Mikrobiai metabolizm asosida ko'plab antibiotiklar sintez qilinadi. Ulardan eng mashhuri — penitsillin bo'lib, u *Penicillium notatum* yoki *Penicillium chrysogenum* kabi mog'or zamburug'lari tomonidan tabiiy yo'l bilan ishlab chiqariladi.

Biotexnologik jarayon. Penitsillin olish uchun zamburug'lar fermentatsiya reaktorlarida maxsus oziqlantiruvchi muhitda yetishtiriladi. Muhit tarkibida laktoza, ammoniy tuzlari, fosfatlar bo'ladi. Jarayon davomida pH, harorat, kislorod darajasi kabi omillar qat'iy nazorat qilinadi. Mahsulotning hosildorligi fermentatsiya sharoitlariga

bevosita bog'liq bo'lib, metabolik oqimlar aynan penitsillin yo'nalishida faollashtiriladi.

Amaliy ahamiyati. Penitsillin — keng ta'sir doirasiga ega antibiotik bo'lib, ko'plab bakterial infeksiyalarni davolashda ishlatiladi. U mikroblar metabolizmining to'xtatilishiga olib keladi va inson salomatligi uchun muhim preparat hisoblanadi.

2. Rekombinant oqsillar ishlab chiqarish (Insulin sintezi misolida). Rekombinant oqsillar — bu genetik muhandislik orqali mikroorganizmlarga kiritilgan inson yoki boshqa organizmga xos genlar asosida sintez qilinadigan oqsillardir. Eng mashhur namunasi — **inson insulinining *Escherichia coli* bakteriyasi yordamida sintez qilinishidir.**

Biotexnologik jarayon. Bunda inson insulinini kodlovchi gen rekombinant DNK texnologiyasi orqali *E. coli* hujayrasiga kiritiladi. Ushbu bakteriya maxsus enzimatsion sharoitda o'stiriladi. Uning metabolizmi shunday tartibga solinadiki, u kiritilgan gen asosida inson insulini ishlab chiqaradi. Sintez qilingan oqsil so'ngra tozalanadi va dori shakliga keltiriladi.

Amaliy ahamiyati. Bu metod diabet kasalligini davolashda inqilobiy o'zgarishlar yasagan. Avval insulin hayvonlardan olinardi, bu esa immun reaksiyalar chaqirardi. Mikrobal rekombinant insulin esa inson tanasiga mos, toza va samarali hisoblanadi.

3. Enzimlar ishlab chiqarish (Amilaza va proteaza misolida). Enzimlar — bu tirik hujayralar (shu jumladan mikroorganizmlar) tomonidan ishlab chiqariladigan va turli biokimyoviy reaksiyalarni tezlashtiradigan oqsillardir. Mikrobal enzimlar sanoat texnologiyalarida juda keng qo'llaniladi.

Amilaza — kraxmalni oddiy shakar molekulalariga parchalovchi enzim bo'lib, *Bacillus subtilis* kabi bakteriyalar tomonidan sintez qilinadi.

Proteaza esa oqsillarni aminokislotalarga ajratadi va *Aspergillus* yoki *Streptomyces* turidagi mikroorganizmlardan olinadi.

Qo'llanilishi:

- **Oziq-ovqat sanoatida:** non mahsulotlarida achish jarayonini faollashtirish, sut mahsulotlarini yumshatish.
- **Farmatsevtikada:** dorilarning parchalanishini tezlashtirish, kapsula erituvchilarda.
- **Qishloq xo'jaligida:** yem hazmini yaxshilovchi qo'shimcha sifatida.

Enzimlar metabolik oqimning bir qismi bo'lib, mikroorganizmlarda energiya ishlab chiqarish yoki substratlarni parchalanishida ishtirok etadi. Sanoatda ular biokatalizator sifatida ishlatiladi.

4. Bioyoqilg'i ishlab chiqarish. Bioyoqilg'ilar — bu mikroorganizmlar metabolizmi natijasida organik chiqindilarni parchalash orqali olinadigan energiya manbalaridir. Eng ko'p tarqalgan bioyoqilg'i turlari — bioetanol, biogaz (metan), biodizel.

Mikroorganizmlar ishtiroki:

- *Saccharomyces cerevisiae* — glyukozani etanolga fermentatsiya qiladi.
- *Methanobacterium* — organik moddalardan biogaz (CH_4) hosil qiladi.

Fermentatsiya yoki anaerob parchalanish sharoitida mikroblar chiqindilarni energiyaga aylantiradi. Bu energiya issiqlik, elektr yoki transport yoqilg'isi sifatida ishlatiladi.

Bioyoqilg'i — bu qayta tiklanuvchi, ekologik toza energiya manbai bo'lib, neft mahsulotlariga muqobil yechim hisoblanadi.

5. Bioplastmassa va ekologik toza biotizimlar. Ba'zi mikroorganizmlar biologik parchalanadigan plastmassa (masalan, PHA — poligidroksialkanoat) sintez qilish qobiliyatiga ega. Bu modda mikroblar tomonidan ortiqcha karbonat zaxirasi sifatida to'planadi.

Mikroorganizmlar ishtiroki. *Cupriavidus necator*, *Alcaligenes eutrophus* kabi bakteriyalar yog'lar va uglevodlardan bioplastmassa ishlab chiqaradi.

Bioplastmassalar tuproqda, suvda tabiiy mikroflora tomonidan tezda parchalanadi. Bu yerda mikroorganizmlar metabolik jarayonlar orqali chiqindilarni zararsiz moddalarga aylantiradi.

Atrof-muhitni ifloslantirmaydigan, bioparchalanuvchi idishlar, o'ramlar va tibbiy materiallar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Mikroorganizmlar metabolizmi biotexnologik jarayonlarning yuragi hisoblanadi. Ular yordamida dorilar, oziq-ovqat qo'shimchalari, energiya manbalari va ekologik yechimlar olinadi. Metabolik yo'llarning nazoratli boshqaruvi va optimallashtirilgan ishlatilishi mikroorganizmlarning salohiyatidan maksimal darajada foydalanish imkonini beradi. Zamonaviy biotexnologiyada aynan metabolik muhandislik orqali mikrobial jarayonlar sanoat miqyosida rivojlantirilmoqda.

Genetik va biokimyoviy modifikatsiyalar orqali metabolik oqimlarni optimallashtirish

Zamonaviy biotexnologiya­ning muhim yutuqlaridan biri — mikroorganizmlar metabolizmini maqsadli boshqarish imkoniyatining paydo bo'lishidir. Genetik muhandislik va biokimyoviy yondashuvlar yordamida mikroorganizmlarning tabiiy metabolik yo'llari o'zgartirilib, ularning sanoatdagi samaradorligi sezilarli darajada oshirilmoqda. Bu usullar mikroorganizmlarning genetik tuzilmasiga bevosita yoki bilvosita ta'sir etish orqali ularning biokimyoviy faoliyatini boshqarishga xizmat qiladi.

1. Genlarni kiritish yoki olib tashlash. Bu yondashuvda mikroorganizmlar genomiga ma'lum bir gen kiritiladi yoki mavjud genlardan biri olib tashlanadi (ya'ni nokaut qilinadi). Kiritilgan gen ko'pincha yangi enzim yoki oqsil sintezini ta'minlaydi. Aksincha, foydasiz yoki salbiy metabolitlar ishlab chiqaradigan yo'llar genetik tarzda blok­lanadi.

Buning natijasida:

- Ma'lum mahsulot (masalan, antibiotik, enzim, vitamin) ishlab chiqarish kuchaytiriladi.
- Keraksiz yoki toksik moddalarning sintezi to'xtatiladi.
- Mikro­bning umumiy energiya sarfi maqsadga yo'naltiriladi.

Masalan *E. coli* bakteriyasiga inson insulinini kodlovchi gen kiritilishi orqali diabetga qarshi rekombinant dori ishlab chiqiladi.

2. Enzimlarni kodlovchi genlarni kuchli promotorlar bilan birlashtirish. Genlar faqat ular faol holatda bo'lsa, oqsil sintezi sodir bo'ladi. Gen faoliyatini kuchaytirish uchun uni kuchli promotor deb ataluvchi DNK qismlari bilan bog'lash mumkin. Promotorlar — bu transkripsiya jarayonini boshlovchi va nazorat qiluvchi genetik signallardir.

Buning natijasida:

- Kerakli enzimlar hujayrada yuqori miqdorda ishlab chiqariladi.
- Metabolik oqimning tezligi oshadi.
- Mahsulot (enzim yoki metabolit) hosildorligi bir necha barobar ortadi.

Masalan Sanoatda ishlatiladigan α -amilaza enzimini ko'p miqdorda olish uchun *Bacillus subtilis* hujayrasida kodlovchi gen kuchli sun'iy promotor bilan bog'lanadi.

3. Metabolit oqimini kerakli yo'nalishga burish. Metabolik yo'llarda ko'plab oraliq (intermediat) mahsulotlar hosil bo'ladi. Ular

ba'zan kerakli mahsulotlarga aylanish o'rniga boshqa yo'nalishlarga ketib, samarasiz chiqimga olib keladi. Shu sababli metabolit oqimi boshqa yo'llarni bloklash yoki zarur enzimlarni faollashtirish orqali kerakli yo'nalishga buriladi.

Natijada:

Keraksiz oraliq mahsulotlar to'planmaydi.

Yakuniy foydali mahsulotning konsentratsiyasi oshadi.

Hujayra resurslari iqtisodiy jihatdan samarali yo'naltiriladi.

Masalan lizin ishlab chiqarishda *Corynebacterium glutamicum* bakteriyasining metabolik yo'llari shunday tartibga solinadiki, oraliq mahsulotlar atsetat yoki sut kislotasiga aylanishi bloklanadi, natijada lizin miqdori ortadi.

Ushbu usullar orqali:

Mikroorganizmlarning tabiiy salohiyati kengaytiriladi — ular avval sintez qila olmagan mahsulotlarni ishlab chiqarishga qodir bo'ladi.

Mahsuldorlik keskin oshadi — kam miqdorda xomashyo evaziga ko'p miqdorda foydali mahsulot olish imkoni tug'iladi.

Fermentatsiya yoki biokonversiya jarayonlari optimallashtiriladi, ya'ni ishlab chiqarish vaqti qisqaradi, tannarx kamayadi, chiqindi miqdori esa kamayadi.

Mikroorganizmlarning metabolik yo'llari ularning hayot faoliyatining asosi bo'lib, biotexnologik ishlab chiqarishning markaziy tarkibiy qismi hisoblanadi. Bu yo'llarni chuqur o'rganish, tahlil qilish va ilmiy asosda tartibga solish orqali yuqori sifatli, iqtisodiy foydali va ekologik toza mahsulotlar ishlab chiqarish mumkin. Ayniqsa, gen muhandisligi, metabolik muhandislik va sun'iy biotizimlar asosida yaratilgan yondashuvlar yordamida mikroorganizmlarning metabolik faoliyatini nozik darajada boshqarish imkoniyati paydo bo'ldi.

Bu esa kelajakda dori-darmonlar, bioyoqilg'i, oziq-ovqat qo'shimchalari, biologik o'g'itlar kabi mahsulotlarni yuqori samaradorlik bilan ishlab chiqarish imkonini beradi. Shu tariqa, mikrobial metabolizm nafaqat ilmiy qiziqish ob'ekti, balki global sanoat va ekologiya uchun muhim yechimlar manbai sifatida ham dolzarb bo'lib qolmoqda.

NAZORAT UCHUN SAVOLLAR

1. Mikrobial hujayraning katabolik va anabolik yo'llarini farqlang.
2. Glikoliz jarayonining bosqichlari va yakuniy mahsulotlarini yozing.
3. Aerob va anaerob nafas olish o'rtasidagi asosiy farq nimalarda?

4. Fermentatsiyaning sanoatdagi ahamiyati haqida fikr bildiring.
5. Mikrobiai hujayrada ATP qanday usullar orqali hosil bo'ladi?
6. Izohli savollar (fikr yuritish uchun)
7. Nima uchun fermentatsiyada energiya kam hosil bo'ladi?
8. Sizningcha, mikroorganizmlarning metabolik moslashuvchanligi insoniyat uchun qanday imkoniyatlar yaratadi?
9. Metabolik yo'llarni optimallashtirish biotexnologiyada nima uchun zarur?
10. Mikrobiai hujayralarda ATP sintezining asosiy manbalari qaysilar?

MIKROBIOLOGIK SINOVLAR VA ULARNING SANOATDAGI ROLI

Mikrobiologik sinov — bu turli biologik muhit, mahsulot yoki jihozlarda mikroorganizmlarning mavjudligi, soni, turi va biologik faolligini aniqlashga qaratilgan tekshiruvlar majmuasidir. Bu sinovlar sanoatda mahsulot sifatini nazorat qilish, mikroblarning salbiy ta'siridan himoyalaniish va foydali mikroorganizmlardan maqsadli foydalanish uchun juda muhim.

Mikrobiologik sinovlar sanoat va biotexnologik jarayonlarda mahsulot sifati va xavfsizligini ta'minlashda hal qiluvchi rol o'ynaydi. Ular yordamida mikroorganizmlarning foydali yoki zararli ta'siri aniq baholanadi. Quyidagi bandlar mikrobiologik sinovlarning amaliy ahamiyatini har tomonlama ochib beradi:

Mahsulot va ishlab chiqarish jarayonining mikrobiologik xavfsizligini ta'minlaydi. Har qanday biotexnologik mahsulot — dori vositasi, oziq-ovqat, biologik o'g'it yoki atrof-muhit uchun mo'ljallangan biotizim — mikroorganizmlar ishtirokida ishlab chiqariladi. Shuning uchun ular ichida patogen (kasallik qo'zg'atuvchi), toksin ajratuvchi yoki kontaminatsiya keltirib chiqaruvchi mikroblar paydo bo'lishi xavfi mavjud.

Mikrobiologik sinovlar orqali bu xavf:

Erta aniqlanadi,
Nazorat qilinadi,
Yo'q qilinadi.

Natijada mahsulot inson salomatligi, ekologik barqarorlik va iqtisodiy samaradorlik nuqtai nazaridan xavfsiz bo'ladi.

Foydali mikroblarning faoliyatini baholashga yordam beradi. Biotexnologik ishlab chiqarishlarda ko'pincha foydali mikroorganizmlar ishlatiladi. Masalan:

Lactobacillus turlari probiotiklar uchun;

Aspergillus niger enzim ishlab chiqarishda;

Rhizobium o'simliklar bilan simbiozda azotni fiksatsiya qiladi.

Ularning samaradorligi bevosita metabolik faollik, o'sish tezligi va mahsulot chiqarish salohiyatiga bog'liq. Mikrobiologik sinovlar bu faollikni:

Enzimativ testlar,
Mikroskopik kuzatuvlar,

Biokimyoviy aniqlash usullari yordamida aniqlab va baholab beradi.

Bu esa ishlab chiqarishda faqat eng faol, barqaror va foydali shtammlardan foydalanish imkonini beradi.

Mikroorganizmlar sababli yuzaga keladigan buzilish, ifloslanish yoki infeksiyalarni erta aniqlash imkonini beradi. Mikroorganizmlar ba'zan kutilmagan joyda paydo bo'lib, mahsulotni buzishi yoki ishlab chiqarish tizimiga zarar yetkazishi mumkin. Masalan, fermentatsiya jarayonida begona bakteriyalar kirib qolsa, foydali mahsulot o'rniga zararli gazlar yoki toksik modda hosil bo'ladi. Sanoat o'simliklarida kontaminatsiya bo'lsa, o'simlik o'g'itining o'rniga patogenlar ko'payib ketishi mumkin.

Mikrobiologik sinovlar yordamida bunday tahdidlar:

Fermentatsiya davomida kuzatiladi,

Tayyor mahsulotda aniqlanadi,

Xavfli partiyalarni bozorga chiqarilishidan oldin to'xtatadi.

Bu sinovlar kontaminatsiya xavfini kamaytirib, samarali ishlab chiqarish va iste'molchining ishonchini ta'minlaydi. Sifatli, ekologik xavfsiz va barqaror mahsulot olishga zamin yaratadi

Mikrobiologik sinovlar — bu mahsulotni faqat mikrobsiz qilish emas, balki:

Sifatini kafolatlash,

Biologik barqarorligini baholash,

Ekologik tozaligini tasdiqlash uchun ham ishlatiladi.

Masalan:

Biologik o'g'itlar yoki bioyoqilg'ilar tarkibida foydali mikroblar tirik holatda saqlanishi kerak — bu faqat mikrobiologik sinovlar bilan tekshiriladi.

Enzimlar va dori moddalarining biologik tozaligi va steril sharoitda ishlab chiqarilishi nazorat ostida bo'lishi kerak — sinovlarsiz bu mumkin emas.

Natijada, ishlab chiqaruvchi korxona yuqori darajada ishonchli, iqtisodiy jihatdan barqaror, iste'molchi uchun xavfsiz va ekologik mos mahsulot taqdim eta oladi.

Mikrobiologik sinovlar bu — oddiy laboratoriya tekshiruvlari emas, balki sifatli, xavfsiz va ilmiy asoslangan ishlab chiqarishning asosidir. Ular yordamida ishlab chiqarish nazorat qilinadi, foydali mikroblar tanlanadi, zararli mikroblar bartaraf etiladi va sanoat mahsulotlari yuqori darajadagi ishonch bilan iste'molchilarga yetkaziladi.

Mikrobiologik sinovlar turli maqsadlarda qo'llaniladi. Ular bevosita mikroorganizmlarning o'zini emas, balki ularning atrofga va mahsulotga ta'sirini tahlil qilishga xizmat qiladi.

Ularning asosiy maqsadlari sifat nazorati bo'lib, mahsulotning mikrobiologik me'yorlarga, ya'ni belgilangan gigiyena va xavfsizlik standartlariga muvofiqligini aniqlash.

Sifatli biotexnologik mahsulotlarda mikroorganizmlarning soni, turi va ularning faoliyati qat'iy nazoratda bo'lishi kerak. Ayniqsa, oziq-ovqat, farmatsevtika yoki qishloq xo'jaligi sohalarida tayyor mahsulot ichida patogen (kasallik qo'zg'atuvchi) yoki noxush mikroblarning bo'lishi mutlaqo ruxsat etilmaydi.

Mikrobiologik sinovlar yordamida mahsulot:

- Standartlarga mosmi yoki yo'qmi – aniqlanadi;
- Ichki sifat tizimining ishlashi baholanadi;
- Bozorga chiqishga yaroqli yoki yo'qligi aniqlanadi.

Masalan, ichimlik suvi yoki sut mahsulotlarida mezofilik aerob bakteriyalar soni belgilangan limitdan oshmasligi kerak – bu faqat sinov bilan aniqlanadi.

Kontaminatsiyani aniqlash zararli yoki nojo'ya mikroorganizmlarning mahsulotga yoki texnologik tizimga kirib qolgan-qolmaganini aniqlash.

Kontaminatsiya — bu begona mikroorganizmlarning xomashyo, asbob-uskunalar, fermentatsiya muhitiga tasodifan kirib qolishi. Bunda quyidagilar hosil bo'ladi:

Mahsulot sifatini buzadi,

Ishlab chiqarishni to'xtatib qo'yishi mumkin,

Salomatlikka xavf tug'diradi (ayniqsa dori vositalarida).

Mikrobiologik sinovlar bu muammoni:

Fermentatsiya davomida erta aniqlaydi,

Kontaminatsiyalangan partiyalarni ajratadi,

Tashqi gigiyena muammolarini fosh etadi.

Natijada, ishlab chiqarish jarayoni kontaminatsiyasiz va xavfsiz davom ettiriladi.

Foydali shtammlarning monitoring. Ishlab chiqarishda qo'llanilayotgan foydali mikroorganizmlarning faolligini, barqarorligini va genetik tozaligini doimiy nazorat qilish.

Foydali mikroorganizmlar (masalan, *Lactobacillus*, *Bacillus subtilis*, *Saccharomyces cerevisiae*) — biotexnologik ishlab chiqarishning asosi hisoblanadi. Ularning faoliyati vaqt o'tishi bilan:

Susayishi,
Mutatsiyaga uchrashi,
Kontaminatsiyalangan boshqa mikroblar bilan almashib ketishi mumkin.

Shuning uchun ularni:

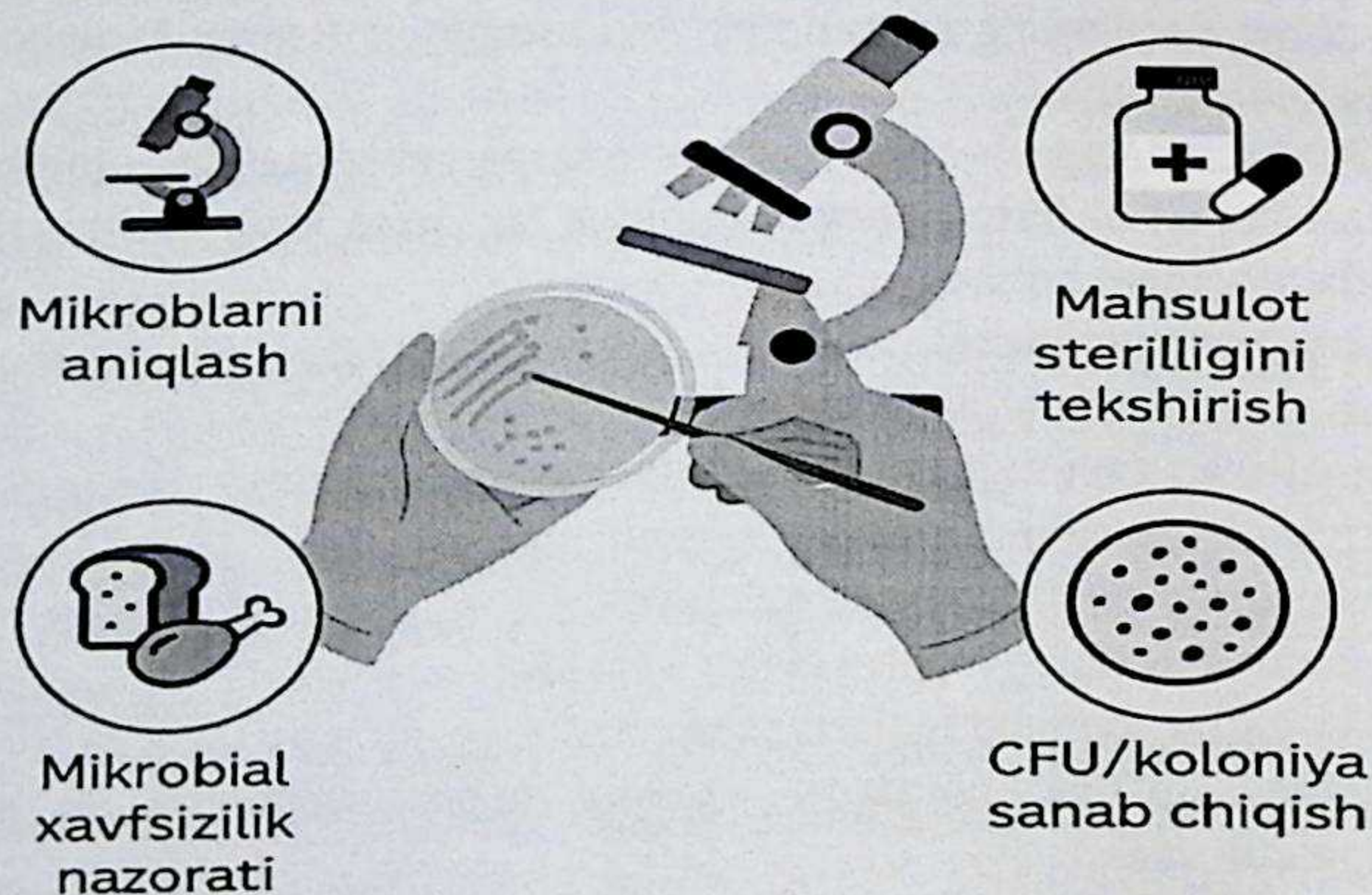
Har partiyada enzimativ faolligi bo'yicha sinab ko'rish,
Genetik stabilligini molekulyar usullar bilan tekshirish,
O'sish sur'ati va mahsulot chiqarish qobiliyatini baholash zarur.

Bu monitoring ishlab chiqarishning uzluksiz va samarali bo'lishini kafolatlaydi.

Atrof-muhitni nazorat qilish. Ishlab chiqarish muhitidagi (xona havosi, devorlar, jihozlar, ishchi kiyimlari) mikroorganizmlarning holatini doimiy ravishda kuzatish.

Mikroorganizmlar havodan, xodimlardan yoki jihozlardan mahsulotga tasodifan o'tib qolishi mumkin. Ayniqsa steril yoki yarim-steril muhit talab qilinadigan ishlab chiqarishda bu juda muhim.

Mikrobiologik sinovlar va ularning sanoatdagi roli



Rasm 2. Mikrobiologik sinovlar va ularning sanoatdagi roli

Shuning uchun quyidagilarni amalga oshiradi:

- Havoning mikrobiologik tozaligi tekshiriladi (sedimentatsion plastinkalar, havo tortish uskunalari bilan),

- Ish joylarining mikroblarga boyligi aniqlanadi,
- Ishchilar gigiyenasi baholanadi.

Bunday nazorat gigiyena talablari bajarilayotganini ko'rsatadi va kontaminatsiyadan oldin ogohlantirish chorasi bo'lib xizmat qiladi.

Sertifikatlash. Mahsulot va undan foydalanilayotgan mikroorganizmlarning belgilangan milliy va xalqaro standartlarga javob berishini rasmiy ravishda isbotlash.

Har qanday eksport yoki yirik sanoat partiyasi xalqaro bozorga chiqishi uchun:

- Mikrobiologik xavfsizlikka oid hujjat (sertifikat),
- Foydalanilgan shtammlarning tozalik va barqarorlik dalillari,
- Sinov natijalariga asoslangan sifat kafolatlari talab qilinadi.

Sertifikatlash orqali mahsulotning ruxsat etilgan mikroorganizmlar tarkibiga ega ekani, patogen mikroblardan xoli ekani, xavfsizligi, ekologik mosligi va barqarorligi isbotlanadi.

Bu jarayon rasmiy laboratoriyalar, davlat nazorat organlari yoki xalqaro tashkilotlar tomonidan amalga oshiriladi.

Mikrobiologik sinovlarning har bir maqsadi — bu oddiy tekshiruv emas, balki sifat, xavfsizlik va ishonchlilikni kafolatlovchi fundamental bosqichdir. Ular orqali nafaqat mahsulot, balki butun ishlab chiqarish tizimi nazorat ostida bo'ladi. Ayniqsa zamonaviy sanoatda, bu sinovlar ekologik barqaror, iqtisodiy foydali va sog'liq uchun xavfsiz ishlab chiqarishni ta'minlashda hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi.

Biotexnologik ishlab chiqarishda nazorat vositasi sifatida

Biotexnologik ishlab chiqarishda mikroorganizmlar ishtirokida amalga oshiriladigan fermentatsiya jarayonlari muhim texnologik bosqichlardan biridir. Ushbu jarayonlar davomida kerakli mahsulotlar — antibiotiklar, vitaminlar, aminokislotalar, organik kislotalar va boshqa biologik faol moddalar ishlab chiqariladi. Fermentatsiya samarali va xavfsiz bo'lishi uchun butun ishlab chiqarish sikli davomida mikrobiologik sinovlar amalga oshiriladi. Bu sinovlar nazorat vositasi sifatida bir necha muhim funksiyalarni bajaradi.

1. Fermentatsiya jarayonida mikroorganizmlarning holatini nazorat qilish. Fermentatsiyada ishtirok etayotgan mikroorganizmlarning faoliyati bevosita mahsulotning miqdor va sifatiga ta'sir qiladi. Shu sababli:

- **Mikroorganizmlar soni** — har bir bosqichda mikroblarning koloniyalar soni aniqlanadi. Bu mikroblarning o'sish tezligini baholash imkonini beradi.

- **O'sish sur'ati va fiziologik holati** – mikroorganizmlarning qanday sharoitda o'sayotganini aniqlash (harorat, pH, oziq moddalar yetarliligi) orqali ularning faolligi nazorat qilinadi.

- **Kontaminatsiya (ifloslanish)** ehtimolini aniqlash – agar begona mikroblar fermentatsiya muhitiga tushsa, ular asosiy mikroorganizmlar faoliyatini susaytiradi yoki butun jarayonni izdan chiqaradi.

Masalan, penitsillin ishlab chiqarishda *Penicillium chrysogenum* zamburug'i ishlatiladi. Agar bu zamburug'dan tashqari boshqa mikroorganizmlar aralashsa, u holda penitsillin ishlab chiqilishi to'xtab qolishi yoki sifati tushib ketishi mumkin.

2. Mahsulot sifatini nazorat qilish. Mikroblar ishlab chiqaradigan mahsulotlar ularning genetik xususiyatlari, metabolik yo'llari va tashqi muhit omillariga bog'liq. Shu bois, sinovlar orqali quyidagilar aniqlanadi:

- **Mikrob faoliyatining barqarorligi** – ishlab chiqarish davomida mikroorganizmlarning faoliyati bir xil darajada saqlanayotganini tekshirish.

- **Mahsulotning sifati va tozaligi** – sinovlar yordamida yakuniy mahsulotda ortiqcha moddalar yoki zararli aralashmalar bor-yo'qligi aniqlanadi.

- **Biologik xavfsizlik** – mahsulotlar odamlar yoki hayvonlar salomatligi uchun xavf tug'dirmasligi lozim. Shuning uchun ularning toksikologik va mikrobiologik ko'rsatkichlari sinovdan o'tkaziladi.

Masalan dori vositalarida eng kichik ifloslik yoki begona mikroorganizmlar mavjudligi allergik reaksiyalar, infeksiyalar yoki zaharlanishga sabab bo'lishi mumkin. Ayniqsa in'yeksion preparatlar uchun bu nihoyatda muhim.

3. Ishlab chiqarish muhitining mikrobiologik xavfsizligi. Mikrobiologik nazorat nafaqat mikroorganizmlar yoki mahsulotlarga, balki butun ishlab chiqarish tizimiga qaratiladi. Jumladan:

- **Xom ashyolar** (masalan, shakar, oqsillar, azotli moddalar) – ular begona mikroorganizmlar bilan ifloslanmagan bo'lishi kerak.

- **Suv va havo** – steril sharoitda fermentatsiya olib borilsa-da, havoda uchuvchi mikroblar yoki suvdagi iflosliklar jarayonga kirib kelishi mumkin.

- **Jihozlar** – enzimatorlar, naychalar, idishlar, filtrlar va boshqa uskunalar har doim steril holatda saqlanishi zarur.

Shu maqsadda ishlab chiqarish joylari, uskunalar va xodimlarning qo'llari ham mikrobiologik sinovdan o'tkaziladi. Bu GMP (Yaxshi ishlab chiqarish amaliyoti) standartlariga muvofiq amalga oshiriladi.

4. Fermentatsiya jarayonini bosqichma-bosqich nazorat qilishning amaliy misoli

Penitsillin ishlab chiqarish jarayoni:

1. **Zamburug' urug'lanadi** – *Penicillium chrysogenum* maxsus muhitda ko'paytiriladi. Har bosqichda zamburug'lar ifloslanmaganini aniqlash uchun mikroskopik tekshiruv o'tkaziladi.

2. **Fermentatsiya davomida** – har 6–12 soatda mikroblar soni, pH, kislorod miqdori, substrat qoldig'i tekshiriladi.

3. **Mahsulot ajratib olinadi** – penitsillin moddasining kontsentratsiyasi va tozaligi sinovdan o'tkaziladi.

4. **Yakuni** – tayyor mahsulot sterillik, toksiklik va mikrobiologik xavfsizlik bo'yicha sinov qilinadi.

Agar sinovlardan birortasida og'ish aniqlansa, butun partiya yo'q qilinishi mumkin. Bu jiddiy iqtisodiy zarar keltiradi, lekin inson salomatligini saqlab qoladi.

Mikrobiologik sinovlar fermentatsiya jarayonlarida va biotexnologik ishlab chiqarishda asosiy nazorat vositasi bo'lib xizmat qiladi. Ular yordamida mikroblarning faoliyati, mahsulot sifati, ishlab chiqarish muhiti va umumiy xavfsizlik darajasi baholanadi. Bu sinovlar orqali mahsulotning foydali, samarali va xavfsiz bo'lishi ta'minlanadi. Aynan shu jihatlari bilan mikrobiologik nazorat butun biotexnologik jarayonning ajralmas qismi hisoblanadi.

Mikrobiologik sinovlarning asosiy turlari

Mikrobiologik sinovlar turli yo'nalish va maqsadlarda olib boriladi. Ular orqali mikroorganizmlarning mavjudligi, miqdori, biologik xossalari, hayot faoliyati va ular bilan bog'liq xavf omillari aniqlanadi. Ushbu sinovlar turli xil obyektlarga – ishlab chiqarish muhiti, xomashyo, tayyor mahsulot, ishchi yuzalar va hatto xodimlarning o'ziga ham tatbiq qilinadi. Maqsad – mikrobiologik ifloslanishni aniqlash va oldini olish, mahsulot xavfsizligini ta'minlashdir.

Quyida eng ko'p qo'llaniladigan mikrobiologik sinovlar turlari keltirilgan:

• **Sanitar-gigiyenik sinovlar** -ishlab chiqarish muhiti – ya'ni havo, suv, ishchi yuzalar, xodimlarning qo'llari va uskunalarning mikrobiologik holatini baholash.

Bu sinovlar ishlab chiqarish jarayoniga begona yoki zararli mikroorganizmlarning tushishini aniqlash uchun amalga oshiriladi. Agar havo, suv yoki ishlab chiqarish yuzalari mikroblar bilan ifloslangan bo'lsa, ular mahsulotga o'tib, uni yaroqsiz holga keltirishi yoki sog'liqqa xavf tug'dirishi mumkin.

Masalan in'yeksion dori vositalari ishlab chiqarilayotgan laboratoriyada havo tozaligi maxsus qurilmalar bilan kuzatiladi. Havo namunasi olinib, Petri kosasiga ekiladi va mikroblar soni hisoblanadi.

• **Sterillik sinovlari** - steril bo'lishi talab etiladigan mahsulotlarda (masalan, in'yeksiyalar, jarrohlik asboblari, kontakt linzalar) tirik mikroorganizmlarning mavjudligini aniqlash.

Bu sinovlar maxsus o'stirish muhitida o'tkaziladi. Mahsulot steril kolbalarga solinadi va bir necha kun davomida kuzatiladi. Agar hech qanday mikrob o'smagan bo'lsa – mahsulot steril, aks holda yaroqsiz hisoblanadi.

Masalan shprits yoki fiziologik eritma ishlab chiqarilgach, ulardan namunalar olinadi va bakteriyalarning rivojlanishiga sharoit yaratilgan muhitga solinadi. Agar o'sish bo'lsa – mahsulotda kontaminatsiya mavjud.

• **Patogen mikroorganizmlarni aniqlash sinovlari** - mahsulot tarkibida inson salomatligiga xavf tug'diruvchi patogen (kasallik qo'zg'atuvchi) mikroblarni aniqlash.

Bu sinovlarda *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* kabi xavfli bakteriyalar bor-yo'qligi tekshiriladi. Ayniqsa oziq-ovqat, farmatsevtika va tibbiy preparatlar sohalarida bu sinovlar majburiy hisoblanadi.

Masalan bolalar uchun sut aralashmalari ishlab chiqarilayotgan fabrikada har partiyadan namunalar olinib, *E. coli* yoki *Salmonella* mavjudligi laboratoriyada tahlil qilinadi.

• **Koloniya hosil qiluvchi birliklar (KHB) sonini aniqlash** - mahsulot yoki muhitda qancha tirik va faol mikroorganizmlar borligini aniq sonlarda ifodalash.

Bu sinovda ma'lum miqdordagi mahsulot namunasi maxsus ozuqa muhitiga ekiladi va u yerda nechta koloniya o'sishi kuzatiladi. Har bir koloniya – bu bitta mikrob yoki mikrob guruhi degani. KHB soni orqali mikroblar kontsentratsiyasi baholanadi.

Masalan ichimlik suvi tarkibida 1 ml da 100 KHB dan ortiq bo'lsa, bu suv sanitariya talablarga javob bermaydi.

• **Antibiotik sezuvchanlik sinovlari** - mikroorganizmlarning turli antibiotiklarga sezuvchanlik darajasini aniqlash.

Bu sinovlar asosan klinik mikrobiologiyada qo'llaniladi, lekin sanoat biotexnologiyasida ham muhim. Masalan, ishlab chiqarishdagi kontaminatsiyani keltirib chiqargan mikrobnı qanday vosita bilan yo'q qilish mumkinligini aniqlashda bu sinov yordam beradi.

Ishlab chiqarish liniyasida kutilmagan ifloslanish aniqlansa, o'sha mikrobgaga antibiotiklar ta'siri o'rganilib, qanday dezinfeksiyalovchi vosita tanlash aniqlanadi.

• **Endotoksin sinovlari** - gram-manfiy bakteriyalardan ajralib chiqadigan zaharli moddalar – endotoksinlar bor-yo'qligini aniqlash.

Endotoksinlar tirik bakteriyalar bo'lmasa ham, o'lik bakteriyalardan ajralib chiqib, organizmga kuchli salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shu bois, ayniqsa in'yeksion dori vositalari va implantlar endotoksin bo'yicha sinovdan o'tkaziladi.

Masalan LAL (Limulus Amebocyte Lysate) testi orqali biror dori preparatida endotoksin mavjudligi aniqlanadi.

Mikrobiologik sinovlar ishlab chiqarish jarayonining barcha bosqichlarida – xom ashyodan tortib, tayyor mahsulotgacha bo'lgan yo'nalishda doimiy nazorat vositasi sifatida xizmat qiladi. Har bir turdagi sinov mahsulot sifati, xavfsizligi va iste'molchiga yetib borguncha zarar yetkazmasligi uchun muhim ahamiyatga ega. Ayniqsa farmatsevtika, oziq-ovqat, kosmetika va biotexnologik sanoatda bu sinovlarsiz ishlab chiqarish jarayoni to'liq va ishonchli hisoblanmaydi.

• **Asosiy ob'ektlar sinovlari** - ishlab chiqarish joyida gigiyena me'yorlari buzilganmi yoki yo'qmi – shuni aniqlashga xizmat qiladi. Ushbu sinovlar har kuni yoki haftalik jadval asosida o'tkazilishi mumkin.

- Asosiy ob'ektlar sinovlari quyidagilarga bo'linadi:
- Ichimlik va texnik suv (bakteriologik tahlil)
- Havo sifati (sedimentatsiya usuli, havo tortish vositalari)
- Ishchi yuzalar, kiyimlar (tampon olish orqali)

Mahsulot sinovlari - tayyor yoki xom mahsulot tarkibida mikroorganizmlar mavjudligi, ularning soni va turi aniqlanadi.

Bu sinovlar mahsulot iste'molga yaroqli, xavfsiz va mikroblardan xoli ekanini isbotlash uchun amalga oshiriladi. Ular quyidagilarda qo'llaniladi:

- Oziq-ovqat (non, sut, go'sht, konservalar)
- Dorivor preparatlar (in'yeksiyalar, siroplar)
- Biologik o'g'itlar yoki yem qo'shimchalari

Bunda mezofilik aerob bakteriyalar soni (CFU bilan), ich ketishini chaqiruvchi koliformlar, E. coli, Salmonella, zamburug' va mog'or sporalari tahlil qilinadi va mahsulot mikrobiologik standartlarga mosmi, sertifikatlashga yaroqlimi – aniqlanadi.

Faollik sinovlari - mikroorganizmlarning foydali xususiyatlari, enzim ishlab chiqarish, moddalarni parchalash yoki sintez qilish qobiliyati baholanadi.

Biotexnologiyada ishlatiladigan shtammlar doimo faol bo'lishi kerak. Ular:

- Enzim (amilaza, proteaza, lipaza) ishlab chiqarishi,
- Organik kislotalar yoki antibiotiklar sintezi,
- Pestitsidlarni parchalashi mumkin.

Sinovlar davomida enzimativ zonalar (Petri idishidagi tozalangan zonalar), oqsil yoki polisaxarid sintezi, substratni parchalash darajasi aniqlanadi.

Foydali shtammlar tanlanadi, faol bo'lmaganlar chiqarib yuboriladi. Ushbu sinovlar sanoat uchun eng muhim ishlash mezonidir.

Shtamm identifikatsiyasi- foydali yoki zararli mikroorganizmlarning aniq turi, genetik xususiyatlari va taksonomik joylashuvi aniqlanadi.

Bu sinov shtammning ishonchliligini tasdiqlaydi. Ayniqsa, yangi shtammlar yaratish yoki patentlash uchun identifikatsiya zaruriy bosqichdir.

Identifikatsiyalash jarayonida qo'llaniladigan usullar:

- Morfologik (mikroskop ostida shakl va harakat)
- Biokimyoviy (enzimlar, substratga munosabat)
- Molekulyar (PCR, gen sekvensiyasi, 16S rRNA tahlili)

Shtammning nomi, turi, genetik tavsifi belgilanadi. Bu hujjatlashtiriladi va ishlab chiqarishda faqat tasdiqlangan shtammlar qo'llaniladi.

Antibiotik sezuvchanlik sinovi- bakteriyalarning turli dori vositalariga chidamlilik darajasini aniqlash.

Bu sinov tibbiyotda keng qo'llaniladi, ayniqsa infeksiyon kasalliklarni davolashda muhim. Ba'zi mikroblar antibiotiklarga nisbatan chidamli (rezistent) bo'lishi mumkin. Ularni aniqlash:

- To'g'ri dori tanlash,

- Antibiotikni suiiste'moldan saqlanish,
 - Rezistent shtammlarni erta aniqlash imkonini beradi.
- Dori vositalarining samaradorligi baholanadi. Bu testlar yordamida antibiotiklar to'g'ri va samarali qo'llaniladi.

Mikrobiologik sinovlar turli yo'nalishlarda amalga oshirilsa-da, ularning har biri mahsulot sifatini kafolatlash, ishlab chiqarish xavfsizligini ta'minlash va foydali mikroorganizmlarni aniq tanlash uchun muhimdir. Har bir sinov turi o'ziga xos metodika, maqsad va vositalarga ega bo'lib, ular orqali sanoat jarayonlari to'liq mikrobiologik nazorat ostiga olinadi.

Mikrobiologik tahlil usullari

Mikroorganizmlarni aniqlash va tahlil qilishda klassik va zamonaviy usullar qo'llaniladi.

Mikrobiologik tahlil usullari. Mikrobiologik sinovlarda qo'llaniladigan tahlil usullari mikroorganizmlarni aniqlash, ularni tavsiflash, turlarini ajratish va faoliyatini baholashda asosiy vosita hisoblanadi. Quyida mikrobiologiyada keng qo'llaniladigan asosiy besh usul ko'rib chiqiladi:

Kultivatsiya (ekish)- mikroblar maxsus oziqa muhitiga ekiladi va ma'lum haroratda o'stiriladi. Ular koloniyalar (ko'z bilan ko'rinadigan mikroblar to'plami) hosil qiladi.

Bu klassik va eng ko'p ishlatiladigan mikrobiologik usul bo'lib, mikroorganizmlarning sonini (CFU – *colony forming unit*) hisoblash, faoliyatini baholash, turli mikroblarni alohida o'stirib ajratish imkonini beradi.

Ular quyidagilarda qo'llaniladi:

- Sut, suv, dori, oziq-ovqat mahsulotlarida mikroblar mavjudligini aniqlashda,
- Foydali mikroblarni fermentatsiyaga tayyorlashda.

Afzalliklari:

- Oddiy, arzon va ko'p hollarda etarlicha aniq
- Har xil turdagi mikroblarni ajratib olishga imkon beradi

Kamchiligi:

- Faqat tirik va o'sishga qodir mikroblarni aniqlaydi
- Vaqt talab etadi (18–72 soat yoki undan ortiq)

Mikroskopik usullar. Mikroblar mikroskop ostida o'rganiladi. Bu usulda mikroorganizmlar bevosita yoki bo'yalgandan so'ng ko'zdan kechiriladi.

Ushbu usul yordamida mikroblarning:

- Tashqi shakli (kokk, tayoqcha, spiral),
- Harakatliligi,
- Koloniya tarkibi va tuzilishi baholanadi.

Bo'linadi:

- Oddiy bo'yash (methylene blue, safranin)
- Gramm bo'yash (bakteriyalarni gramm musbat/musbat emas ajratish)
- Tirik mikroskopiya (nam preparat)

Afzalliklari:

- Tez va to'g'ridan-to'g'ri aniqlash mumkin
- Har qanday shakldagi mikroorganizmlarni ko'rish imkonini beradi

Kamchiligi:

- Mikroblarning funksional faolligi haqida to'liq ma'lumot bermaydi
- Tajribali mutaxassislikni talab qiladi

Biokimyoviy usullar. Mikroorganizmlarning enzimlar hosil qilishi yoki turli moddalarni parchalash/sintez qilishga asoslanadi.

Mikroblar turli substratlar (qandlar, oqsillar, yog'lar) bilan o'zaro ta'sirga kirishganda muayyan mahsulotlar hosil qiladi. Bu enzimativ faollik ularning turlarini aniqlashda muhim belgidir. Bunda quyidagi testlar ishlatiladi.

- Katalaza testi (vodorod peroksid bilan pufak hosil qilish)
- Indol sinovi (triptofan parchalash qobiliyati)
- Ureaza testi, TSI agar, Sitrat test

Afzalliklari:

- Arzon, ishonchli va mikroblar faolligini baholaydi
- Ko'plab mikroblarni differensial diagnostika qilishga yordam beradi

Kamchiligi:

- Ko'p bosqichli testlar talab qiladi
- Har doim yuqori aniqlikka ega emas

Molekulyar usullar. Mikroorganizmlarning DNK yoki RNK molekulalari tahlil qilinadi. Bu eng zamonaviy, tez va yuqori aniqlikka ega bo'lgan usullardandir.

Bu usullar mikroblarni:

- Juda oz miqdorda bo'lsa ham aniqlaydi,

- Ularning genetik identifikatsiyasini beradi,
- Patogenlik genlari yoki antibiotiklarga chidamlilik belgilarini fosh etadi.

Unda quyidagi usullardan foydalaniladi:

- **PCR (Polimeraz zanjir reaksiyasi):** DNK'ni ko'paytirish orqali aniqlash
- **RT-PCR:** RNK asosida viruslar yoki faollikni aniqlash
- **Gen sekvensiyasi (genetik pasportlash)**

Afzalliklari:

- Juda aniq, tez va ishonchli
- Kultivatsiyasiz (o'stirmasdan) aniqlash mumkin
- Zaharli va o'smas mikroblarni ham aniqlaydi

Kamchiligi:

- Maxsus uskunalar va malaka talab qiladi
- Narxi nisbatan yuqori

Immunologik usullar. Mikroblarning antigenlari va ularga qarshi organizm hosil qilgan antitelalar o'zaro reaksiyaga kirishadi. Bu reaksiya tahlil asosiga aylanadi.

Immunologik usullar mikroblarni yoki ularning toksinlarini aniqlashda qo'llaniladi. Masalan:

- Infeksion kasalliklarni erta aniqlash,
- Vaksina sifatini baholash,
- Viruslar yoki toksinlar mavjudligini aniqlashda.

Qo'llaniladigan usullari:

- ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay)
- Lateral flow test (tezkor testlar, masalan COVID-19 testlari)
- Western blot

Afzalliklari:

- Tez natija beradi (bir necha daqiqadan bir necha soatgacha)
- Juda aniqlik bilan mikroblar yoki toksinlarni aniqlaydi

Kamchiligi:

- Antitelalar sifati va miqdoriga bog'liq
- Ba'zida xato ijobiy (false positive) natijalar ko'rsatishi mumkin

Har bir usul o'ziga xos afzallik va kamchiliklarga ega bo'lib, ko'pincha bir nechta usul birgalikda kompleks tarzda qo'llaniladi.

Sanoat tarmoqlarida mikrobiologik sinovlar

Mikrobiologik sinovlar turli sanoat tarmoqlarida mahsulot sifati, xavfsizligi va samaradorligini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Har bir tarmoqda bu sinovlar o'ziga xos maqsadga xizmat qiladi.

Farmatsevtika sanoatida - dori vositalarining steril (mikrobsiz) ekanligini tasdiqlash, ayniqsa in'yeksion preparatlar va yaralarni davolash vositalarini sinash.

Mikrobiologik sinovlar yordamida har bir dori partiyasi steril holatda ekani isbotlanadi, mikroskopik va molekulyar usullar bilan kontaminatsiya aniqlanadi, dori vositalari xalqaro farmakopeya talablari asosida sertifikatlanadi.

Oziq-ovqat sanoatida - iste'mol mahsulotlarining mikrobiologik xavfsizligi va saqlanish muddatiga muvofiqligini aniqlanadi.

Oziq-ovqat mahsulotlarida ayrim mikroorganizmlar tabiiy ravishda bo'lishi mumkin. Ammo patogen bakteriyalar yoki mog'orlar mahsulotni buzib yuboradi, salomatlikka zarar yetkazadi (masalan, *Salmonella*, *Listeria*), mahsulotning saqlash muddatini qisqartiradi.

Sinovlar orqali zamburug'lar, enterobakteriyalar miqdori aniqlanadi, antiseptik moddalar samaradorligi tekshiriladi, paketlash va transport sharoitlarining gigiyenik talablarga javob berishi baholanadi.

Qishloq xo'jaligida - biologik o'g'it, yem qo'shimchasi yoki probiotik sifatida qo'llaniladigan mikroorganizmlarning foydali faoliyatini tasdiqlash uchun qo'llaniladi.

Zamonaviy qishloq xo'jaligida mikroblar o'simlik o'sishini tezlashtirish, haydalgan tuproqni tiklash, hayvonlar salomatligini yaxshilash uchun keng qo'llaniladi.

Mikrobiologik sinovlar yordamida Rizobakteriyalar (azot fiksatsiyasi) va mikorizalarning faoliyati aniqlanadi, probiotiklar tiriklik va funksional barqarorlik bo'yicha baholanadi, biologik preparatlar tarkibida begona yoki zararli mikroblar yo'qligi tasdiqlanadi.

Bu sinovlar orqali ekologik toza va barqaror dehqonchilik uchun ishonchli mikrobiologik vositalar taqdim etiladi.

Ekologiyada chiqindi suvlar va atrof-muhitdagi iflosliklarni tozalashda ishtirok etuvchi mikroblarning samaradorligini baholanadi.

Biofiltrlar, bioreaktorlar yoki biologik tozalash inshootlarida mikroorganizmlar organik moddalarning parchalanishida, neft mahsulotlari va pestitsidlarni zararsizlantirishda, aerob va anaerob reaktorlar samaradorligini oshirishda ishtirok etadi.

Mikrobiologik sinovlar orqali tozalovchi mikroblar faoliyat darajasi o'lganadi, atrof-muhitda ularning omon qolish qobiliyati va xavfsizligi baholanadi, ekotizimga zarar yetkazuvchi holatlar oldindan aniqlanadi.

Faol shtammlarni tasdiqlash

Biotexnologik ishlab chiqarishda foydalaniladigan mikroorganizmlar - ya'ni ishchi shtammlar, muntazam ravishda sinovdan o'tkazilib, ularning foydali va xavfsiz xususiyatlari hujjat bilan tasdiqlanishi kerak. Bu jarayon shtammlarni tasdiqlash deb ataladi.

Buning uchun quyidagi amallar bajariladi:

Shtamm identifikatsiyasi- mikroorganizmlarning aniq turi, jinsi, oilasi va genetik o'ziga xos belgilarini aniqlash jarayonidir. Bu klassik (biokimyoviy) testlar bilan, yoki zamonaviy molekulyar usullar — PCR, gen sekvensiyasi orqali amalga oshiriladi.

Barqarorlik sinovi -tanlab olingan shtamm vaqt o'tishi bilan o'z foydali xususiyatlarini (masalan, enzim sintezi, antibakterial faoliyat) saqlab qola olishligini tekshirish.

Barqaror shtammlar uzluksiz ishlab chiqarishda ishlatiladi, har partiyada bir xil natijani beradi va tez mutatsiyaga uchramaydi.

Tozalik darajasi - ishlatilayotgan shtamm tarkibida boshqa, begona yoki zararli mikroorganizmlar mavjud emasligini tasdiqlash.

Bu uchun mikroskopiya, koloniya morfologiyasi, genetik testlar qo'llaniladi.

Toza shtamm — bu:

- Biologik xavfsizlik,
- Fermentatsiya jarayonining barqarorligi,
- Mahsulot sifatining kafolati.

Ruxsatnomalar va hujjatlar - har bir sanoatda ishlatiladigan mikroorganizmlar rasmiy ruxsatnomalarga ega bo'lishi, ilmiy pasport (pasportizatsiya) bilan tasdiqlanishi, ko'pincha xalqaro mikrobiologik kolleksiyalardan olingan bo'lishi kerak. Bu hujjatlar:

- Shtamm kelib chiqishini tasdiqlaydi,
- Patentlash yoki ro'yxatdan o'tkazish uchun asos bo'ladi,
- Mahsulot eksporti yoki xalqaro sertifikatlashda talab etiladi.

Mikrobiologik sinovlar sanoatning har bir sohasida o'ziga xos vazifani bajaradi: ular mahsulotni xavfsiz qiladi, ishlab chiqarishni barqarorlashtiradi va iste'molchini himoya qiladi. Ayniqsa, faol

shtammlarni tasdiqlash orqali biotexnologik jarayonlar ilmiy asoslangan, ishonchli va huquqiy jihatdan qonuniy bo'lishi ta'minlanadi.

Mikrobiologik sinovlarning huquqiy-me'yoriy asoslari

Har qanday mikrobiologik tahlil qat'iy me'yoriy hujjatlar va qonunchilik talablariga asoslanadi.

Asosiy normativ hujjatlar:

- ISO 17025, ISO 7218: mikrobiologik laboratoriyalar uchun xalqaro standartlar
- GMP (Good Manufacturing Practice): dori-darmon ishlab chiqarishda sifat va gigiyena talablari
- O'zbekiston sanitariya-me'yoriy qoidalari: oziq-ovqat, dori vositalari, o'g'itlar va boshqa mahsulotlar bo'yicha davlat nazorati
- FAO/WHO talablari: global oziq-ovqat va dori xavfsizligi talablariga moslik

Ushbu normalar laboratoriyalarni akkreditatsiya qilish, sinovlarni huquqiy kuchga ega qilish va xalqaro savdo uchun ishonch kafolatidir.

Mikrobiologik sinovlar nafaqat laboratoriya amaliyoti, balki butun biotexnologik ishlab chiqarishning tayanadigan poydevoridir. Bu sinovlar yordamida mahsulot sifati va xavfsizligi ta'minlanadi, foydali shtammlarning ishonchliligi baholanadi, sanoat texnologiyalari nazorat ostida olib boriladi.

Zamonaviy sinov usullari, genetik va biokimyoviy yondashuvlar mikrobiologik monitoringni yanada samarali qilish imkonini bermoqda. Shu tariqa, mikrobiologik sinovlar — ilm-fan, sanoat va inson salomatligi orasidagi mustahkam ko'prikdir.

NAZORAT UCHUN SAVOLLAR

1. Mikrobiologik sinov nima va u qanday sohalarda qo'llaniladi?
2. Mikrobiologik sinovlar fermentatsiya jarayonini qanday nazorat qiladi?
3. Mahsulot steril ekanini qanday mikrobiologik usullar bilan aniqlash mumkin?
4. Sanoat korxonalarida mikroorganizmlar kontaminatsiyasi qanday oqibatlariga olib keladi?
5. Mikrobiologik tahlil paytida xavfsizlik choralariga qanday amal qilinadi?
6. Sizningcha, mikrobiologik nazorat bo'lmasa, ishlab chiqarilgan mahsulotlarda qanday muammolar paydo bo'lishi mumkin?

O'SIMLIKLARNING O'SISHIGA YORDAM BERUVCHI MIKROORGANIZMLAR

Tuproqda yashovchi ayrim mikroorganizmlar o'simliklar hayoti uchun juda muhim ahamiyatga ega. Ular nafaqat ozuqa elementlarini o'simlikka yetkazishda ishtirok etadi, balki o'sish jarayonini faollashtiruvchi moddalarni ishlab chiqaradi, patogenlarga qarshi himoya vazifasini bajaradi va o'simliklar bilan foydali simbioz aloqalarni o'rnatadi. Bunday mikroorganizmlar PGPM (Plant Growth-Promoting Microorganisms) o'simlik o'sishini rag'batlantiruvchi mikroorganizmlar) deb ataladi.

Ular bir necha asosiy funksional guruhlariga bo'linadi:

1. Azot fiksatsiyalovchi bakteriyalar. Azot o'simliklar uchun eng muhim ozuqa elementlaridan biri bo'lib, u oqsillar, DNK va boshqa biologik molekulalar tarkibiga kiradi. Ammo atmosfera azoti (N_2) o'simliklar uchun to'g'ridan-to'g'ri foydali emas. Uni biologik jihatdan o'zlashtiriladigan shaklga (ammoniy yoki nitrat) aylantirishda maxsus mikroorganizmlar ishtirok etadi.

Asosiy vakillari:

Rhizobium – dukkakli o'simliklar (no'xat, beda, yasmiq) ildizida tugunaklar hosil qilib, simbiozda yashaydi va havodagi azotni fiksatsiya qiladi.

Azospirillum – asosan g'allakorlikda (masalan, makkajo'xori, bug'doy) ildiz atrofida (rizosferada) yashaydi va erkin azot fiksatsiyasi bilan birga fitogormonlar ham ishlab chiqaradi.

Azotobacter – erkin yashovchi, tuproqda uchraydigan aerob bakteriya bo'lib, azotni fiksatsiya qilishi bilan birga tuproq unumdorligini oshiradi.

Azot fiksatsiyalovchi mikroorganizmlar tabiiy o'g'itlar sifatida keng qo'llaniladi. Ular biologik o'g'itlar (biofertilizatorlar) ishlab chiqarishning asosiy komponentlari hisoblanadi. Masalan:

Rhizobium inokulyantlari – dukkakli ekinlar urug'ini ekishdan oldin urug'ga sepiladi.

Azospirillum inokulyantlari – donli ekinlar va sabzavotlarda qo'llaniladi.

Azotobacter asosidagi bioo'g'itlar – tuproqni umumiy azot bilan boyitadi.

Ushbu bioo'g'itlarning afzalliklari:

- Sun'iy azotli o'g'itlar (masalan, ammoniy nitrat, karbamid) sarfini kamaytiradi.
- Tuproq ekologiyasini saqlab qoladi.
- O'simliklarning stressga (qurg'oqchilik, sho'rlanish) chidamliligini oshiradi.
- Hosildorlikni oshiradi va mahsulot sifatini yaxshilaydi.

Azot fiksatsiyalovchi mikroorganizmlar tabiatda azot aylanishining muhim bo'g'inlaridan biri bo'lib, ular nafaqat o'simliklarni muhim oziq bilan ta'minlaydi, balki agroekotizimlar barqarorligiga ham xizmat qiladi. Ularning xilma-xilligi, yashash strategiyalari va fiksatsiya qilish mexanizmlari chuqur o'rganilmoqda va qishloq xo'jaligida amaliyotga keng joriy qilinmoqda. Ayniqsa, barqaror va ekologik xavfsiz dehqonchilik yo'lida ularning roli kelajakda yanada ortadi.

2. Fosfor mobilizatsiyalovchi bakteriyalar. Fosfor ham o'simliklar uchun zarur bo'lgan element bo'lib, ayniqsa ildiz rivojlanishi, gullash va urug' hosil bo'lishida muhim rol o'ynaydi. Ammo tuproqda fosfor ko'p hollarda bog'langan (eritilmagan) shaklda bo'ladi. Ba'zi bakteriyalar bu fosforni erkin shaklga o'tkazib, o'simliklar tomonidan o'zlashtirilishini osonlashtiradi.

Asosiy vakillari:

Bacillus spp. – kislotali muhit hosil qilish orqali fosfatlarni eriydigan holga keltiradi.

Pseudomonas spp. – organik kislotalar ishlab chiqarib, fosforni bog'langan shakllardan ajratib chiqaradi.

Bular fosforning erkin shaklga o'tishi o'simliklarning ildiz tizimi rivojlanishini yaxshilaydi va umumiy hosildorlikni oshiradi.

3. Fitogormon ishlab chiqaruvchi mikroorganizmlar. O'simliklarning o'sishi, rivojlanishi va atrof-muhit - omillariga moslashuvi murakkab biologik jarayonlarga bog'liq bo'lib, bu jarayonlar asosan fitogormonlar deb ataluvchi tabiiy biologik moddalarning ta'sirida boshqariladi.

Fitogormonlar – o'simliklar hujayralarida kam miqdorda sintez qilinadigan, ammo kuchli fiziologik ta'sir ko'rsatadigan birikmalardir. Ularga auksinlar, gibberellinlar, sitokininlar, absiss kislotasi, etilen va boshqa moddalarning turli turlari kiradi.

Aytish kerakki, bu gormonlar nafaqat o'simliklar tomonidan, balki ba'zi foydali mikroorganizmlar, ayniqsa rizoferada yashovchi bakteriyalar tomonidan ham sintez qilinadi. Ushbu mikroblar o'simliklar bilan yaqin aloqada yashaydi va ularga turli yo'llar bilan ijobiy ta'sir

ko'rsatadi. Xususan, fitogormon ishlab chiqaruvchi bakteriyalar o'simliklarning ildiz tizimini mustahkamlaydi, o'sishini rag'batlantiradi va ularni turli stress omillariga chidamli qiladi.

Fitogormonlarning turlari va ularning o'simliklarga ta'siri

Auksinlar. Ildiz hujayralarining cho'zilishi va bo'linishini rag'batlantiradi.

Ildiz sochchalari hosil bo'lishini tezlashtiradi.

O'simlik tanasining pastki qismlarida yig'ilib, geotropik o'sishni boshqaradi.

Gibberellinlar. Poyaning o'sishini faollashtiradi. Urug'larning unib chiqishida ishtirok etadi. Gullar ochilishi va meva hosil bo'lishiga yordam beradi.

Sitokininlar. Hujayra bo'linishini tezlashtiradi. Barglarning qarishini sekinlashtiradi. Sho'raxosil chiqishini rag'batlantiradi.

Ushbu gormonlarni ishlab chiqaradigan mikroorganizmlar o'simliklar bilan mutualistik aloqada bo'lib, ildiz tizimida joylashadi va ularni oziq moddalar bilan ta'minlab, o'sish jarayonlarini tezlashtiradi.

Bunday mikroblarga quyidagilarni kiritsak bo'ladi:

Bacillus subtilis. Gram-musbat, sporali, aerobil bakteriya. O'simlik ildizi atrofidagi rizosferada faol yashaydi. Auksin (xususan, indolasirka kislota – IAA) va sitokininlar ishlab chiqaradi. Ushbu moddalar ildiz sochchalari o'sishini kuchaytiradi, o'simliklarning yer ustki qismini rivojlantiradi.

Bacillus subtilis o'simliklarning o'suvchanlik davrida ularning ildiz tizimini kengaytiradi va tuproqdan suv va minerallarni o'zlashtirish qobiliyatini oshiradi.

Enterobacter spp. Gram-manfiy, harakatchan bakteriyalar guruhi. Asosan rizosferada, ba'zan o'simlik to'qimalarida endofit sifatida yashaydi. Fitogormonlar bilan bir qatorda sideroforlar (temirni bog'lovchi modda) ishlab chiqaradi. Bu sideroforlar orqali o'simliklar temir elementini yaxshiroq o'zlashtira oladi.

Ildiz o'sishini faollashtiradi, yashil biomassa ko'payishini rag'batlantiradi, ayniqsa temir tanqisligi mavjud bo'lgan tuproqlarda samarali.

Ushbu mikroorganizmlarning foydali ta'siri. Fitogormon ishlab chiqaruvchi mikroorganizmlar o'simliklar uchun bir necha muhim foydalarni ta'minlaydi:

- **Ildiz tizimining kuchayishi** – Auksinlar ta'sirida ildizlar chuqurroq va kengroq o'sadi, bu esa o'simlikning suv va oziqa moddalarini yutish qobiliyatini oshiradi.

- **Vegetativ biomassaning ortishi** – Gibberellin va sitokininlar o'simlikning poya, barg va boshqa vegetativ qismlarining o'sishini jadallashtiradi.

- **Unib chiqish va gullashga ijobiy ta'sir** – Gibberellinlar urug'unishini faollashtiradi, gullashni tezlashtiradi.

- **Stress omillariga chidamlilikni oshirish** – Suvsizlik, sho'rlanish, kasalliklar kabi noqulay sharoitlarda o'simliklarning bardoshlilikni kuchaytiradi.

- **Hosildorlikni oshiradi** – O'simliklarning umumiy fiziologik holati yaxshilanadi, bu esa hosil sifati va miqdorining ortishiga olib keladi.

Fitogormon ishlab chiqaruvchi mikroorganizmlar – bu o'simlik o'sishini biologik tartibga soluvchi va qishloq xo'jaligida katta ahamiyatga ega bo'lgan foydali mikroblardir. Ular nafaqat o'simliklarning ildiz tizimini kuchaytiradi, balki umumiy vegetativ o'sishni kuchaytirib, hosildorlikni sezilarli darajada oshiradi. Shu bilan birga, ular kimyoviy stimulantlarga bo'lgan ehtiyojni kamaytirib, ekologik barqaror dehqonchilik yuritishga xizmat qiladi.

4. Antagonistik bakteriyalar. Zamonaviy qishloq xo'jaligida o'simliklarni kasalliklardan himoya qilish ekologik jihatdan muhim masalalardan biridir. An'anaviy kimyoviy pestitsidlar (zaharli moddalar) qisqa muddatli samaraga ega bo'lishiga qaramay, ularning ortiqcha qo'llanilishi tuproqdagi foydali mikroorganizmlarni yo'q qilishi, ifloslanish, toksiklik va inson salomatligiga salbiy ta'sir kabi muammolarni keltirib chiqaradi. Shu sababli, tabiiy, biologik asosdagi himoya usullariga bo'lgan ehtiyoj ortib bormoqda.

Shunday vositalardan biri — antagonistik bakteriyalar bo'lib, ular patogen (kasallik chaqiruvchi) mikroorganizmlarga qarshi raqobat asosida kurashadi. Bu bakteriyalar tabiiy ravishda o'simliklarning ildiz zonasi va rizosferasida yashaydi va ularga zarar yetkazuvchi zamburug'lar, bakteriyalar va ba'zida hasharotlarga qarshi samarali kurashadi.

Antagonistik bakteriyalar boshqa mikroorganizmlarning (asosan patogenlarning) o'sishini, ko'payishini yoki yashash muhitini to'sib qo'yuvchi mikroblardir. Ular o'simlik ildizi atrofida faol yashab, foydali

moddalar ishlab chiqarish orqali zararli organizmlarning faoliyatini bostiradi yoki ularni butunlay yo'q qiladi.

Bu bakteriyalar quyidagicha ta'sir qiladi:

- **Antibiotiklar** – patogenlar o'sishini to'xtatuvchi yoki hujayrasini nobud qiluvchi biologik moddalarning sintezi.
- **Sideroforlar** – temirni bog'lab olish xususiyatiga ega bo'lgan moddalardir; ular patogen mikroblarning temirga bo'lgan ehtiyojini to'sib qo'yadi.
- **Litik enzimlar** – patogen mikroorganizmlarning hujayra devorini parchalaydigan moddalar (masalan, xitinaza, glukonaza) ishlab chiqaradi.
- **Raqobat** – ozuqa moddalar, joy, kislorod va boshqa resurslar uchun patogen bilan raqobatlashadi.

Ushbu xususiyatlari tufayli antagonistik bakteriyalar o'simliklarni kasalliklardan tabiiy yo'l bilan himoyalaydi.

Bunday mikroblarga quyidagilarni kiritsak bo'ladi:

Pseudomonas fluorescens-Gram-manfiy, harakatchan, aerobil bakteriya. Yashash muhiti rizosferada (o'simlik ildizi atrofida).

Bu bakteriya patogen mikroblarga qarshi bir nechta himoya mexanizmlariga ega:

- **Antibiotiklar** (pirrolnitrin, fenazin, 2,4-diacetylphloroglucinol) ajratadi.
- **Sideroforlar** ishlab chiqaradi va patogenlarning temir o'zlashtirishini cheklaydi.
- **Biofilm hosil qilish** orqali ildiz yuzasini qoplaydi va patogenlarga joy qoldirmaydi.

Fusarium, Pythium, Rhizoctonia kabi zamburug' kasalliklariga qarshi samarali hisoblanadi.

Bacillus thuringiensis - Gram-musbat, sporali, aerob bakteriya.

Asosiy xususiyatlariga insektitsid kristallar (Cry proteinlar) ishlab chiqarish kiradi — bu oqsillar hasharotlar ichak hujayralarini nobud qiladi. Shuningdek, ayrim shtammlari tuproqda yashovchi patogen zamburug' va bakteriyalarga qarshi ham antagonistik ta'sir ko'rsatadi.

Xitinaza, proteaza kabi hujayra devorini parchalovchi enzimlar ishlab chiqaradi.

Biologik insektitsid sifatida keng qo'llaniladi; zararkunandalar (masalan, kapalak lichinkalari)ni yo'q qiladi.

Bacillus subtilis - Gram-musbat, harakatchan, sporali bakteriya. Turli lipopeptidlar (surfactin, fengisin, iturin) ishlab chiqaradi, bu moddalar patogen zamburug' hujayralarining membranasini parchalaydi.

Alternaria, Botrytis, Sclerotinia kabi zamburug' kasalliklariga qarshi ishlatiladi.

Antagonistik bakteriyalar o'simliklarni himoyalashda muhim rol o'ynaydi. Ular tuproq va o'simlik ildizi atrofida yashab, zararli mikroorganizmlarning faoliyatini bostiradi. Bunday bakteriyalar o'zlarining tabiiy raqobatdosh xususiyatlari, antibakterial va antifungal modda ishlab chiqarish qobiliyati orqali o'simliklarda kasalliklar rivojlanishining oldini oladi. Natijada, o'simliklar sog'lom o'sadi, barglar, ildiz va mevalar kasalliklarga kamroq chalinadi.

Biologik pestitsid sifatida qo'llanilishi

Antagonistik bakteriyalar asosida tayyorlangan biologik preparatlar (biofungitsidlar va bioinsektitsidlar) quyidagicha ishlatiladi:

- Urug'lik inokulyatsiyasi – ekishdan oldin urug'larga sepiladi.
- Tuproqqa sepish yoki sug'orish orqali – bakteriyalar bevosita ildiz zonaga tushadi.
- Yaproqlarga purkash – ayrim hollarda, bakteriyalar barg patogenlariga qarshi ham ishlatiladi.

Masalan *Pseudomonas fluorescens* asosidagi preparatlar tomat, bodring, kartoshka kasalliklariga qarshi.

Bacillus thuringiensis preparatlari karam, pomidor, bug'doydagi hasharotlarga qarshi.

Antagonistik bakteriyalar qishloq xo'jaligida o'simliklarni sog'lom saqlash va kasalliklar tarqalishini oldini olishda muhim rol o'ynaydi. Ular tabiiy, ekologik xavfsiz va biologik muvozanatni saqlovchi vositalar hisoblanadi. Kimyoviy vositalarga nisbatan ular doimiy himoya ta'minlaydi, inson va atrof-muhit uchun xavfsiz, zararkunandalar va patogenlarga qarshi barqaror yechimlar taklif etadi.

Kelajakda ekologik dehqonchilik va barqaror qishloq xo'jaligida bu mikroorganizmlarning o'rni yanada muhimlashib boradi.

5. Mikroskopik zamburug'lar. Mikroskopik zamburug'lar orasida ham o'simliklar o'sishiga foydali bo'lgan turlari mavjud. Ular simbioz (masalan, mikorizalar) shaklida yashab, o'simlik ildizlariga foydali moddalarning yetkazilishini ta'minlaydi.

Bunday mikroblarga quyidagilarni kiritsak bo'ladi:

- **Glomus spp.** – arbuskulyar mikorizali zamburug‘ bo‘lib, o‘simlik ildizlari bilan hamkorlikda yashaydi. Fosfor, kaliy va suvning yaxshi so‘rilishini ta‘minlaydi.

- **Trichoderma spp.** – nafaqat foydali, balki patogen zamburug‘lar bilan raqobatlasha oladi, tuproqni sog‘lomlashtiradi va o‘simlik o‘shini stimulyatsiya qiladi.

Ular o‘simlik ildizi bilan simbioz aloqada bo‘lib, ozuqa moddalarning o‘zlashtirilishini tezlashtiradi, ildiz zonasini himoyalaydi.

O‘simliklarning sog‘lom o‘shini va rivojlanishi nafaqat suv va o‘g‘itlarga, balki ularning atrofida yashovchi foydali mikroorganizmlarga ham bog‘liq. Azot fiksatsiyalovchi bakteriyalar o‘simlikni azot bilan ta‘minlasa, fosfor mobilizatorlari muhim elementlarni erkinlashtiradi, fitogormon ishlab chiqaruvchilar o‘shini rag‘batlantiradi, antagonistlar esa kasalliklardan himoya qiladi. Mikroskopik zamburug‘lar esa o‘simlik ildizlari bilan yaqin hamkorlikda yashab, tuproq unumdorligini oshiradi. Shu sababli, bu mikroorganizmlarni ekin maydonlarida qo‘llash ekologik toza, barqaror va hosildor qishloq xo‘jaligini rivojlantirishning asosiy yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

6. Mikroskopik suvo‘tlar (mikrosuvo‘tlar). Mikroskopik suvo‘tlar yoki mikrosuvo‘tlar – bu suv muhitida, ba‘zida nam tuproqlarda yashovchi, xlorofillarga ega bo‘lgan, bir hujayrali yoki koloniya shaklida yashaydigan fotosintetik mikroorganizmlardir. Ular nafaqat o‘zlari uchun, balki atrofdagi o‘simliklar va boshqa organizmlar uchun ham muhim biologik faol moddalarning manbai hisoblanadi. Mikrosuvo‘tlar o‘simliklarning o‘shiga ijobiy ta‘sir ko‘rsatadigan ko‘plab moddalarni, jumladan, fitogormonlar (auksinlar, gibberellinlar, sitokininlar), aminokislotalar, vitaminlar, oqsillar va mikroelementlarni ishlab chiqaradi.

Ular ekinlarga bioo‘g‘it sifatida qo‘llanganda tuproqni boyitadi, o‘simlik ildizlari faoliyatini faollashtiradi va stressga chidamliligini oshiradi. Shu tufayli mikrosuvo‘tlar zamonaviy ekologik qishloq xo‘jaligida tabiiy o‘sh stimulyatorlari sifatida tobora keng qo‘llanilmoqda.

Mikrosuvo‘tlar tomonidan ishlab chiqariladigan faol moddalarning ahamiyati. Mikrosuvo‘tlar o‘z hayoti davomida auksin, gibberellin, sitokinin kabi o‘sh stimulyatorlarini ishlab chiqaradi. Bu moddalarning o‘simliklar hayotiy jarayonlariga ta‘siri quyidagicha:

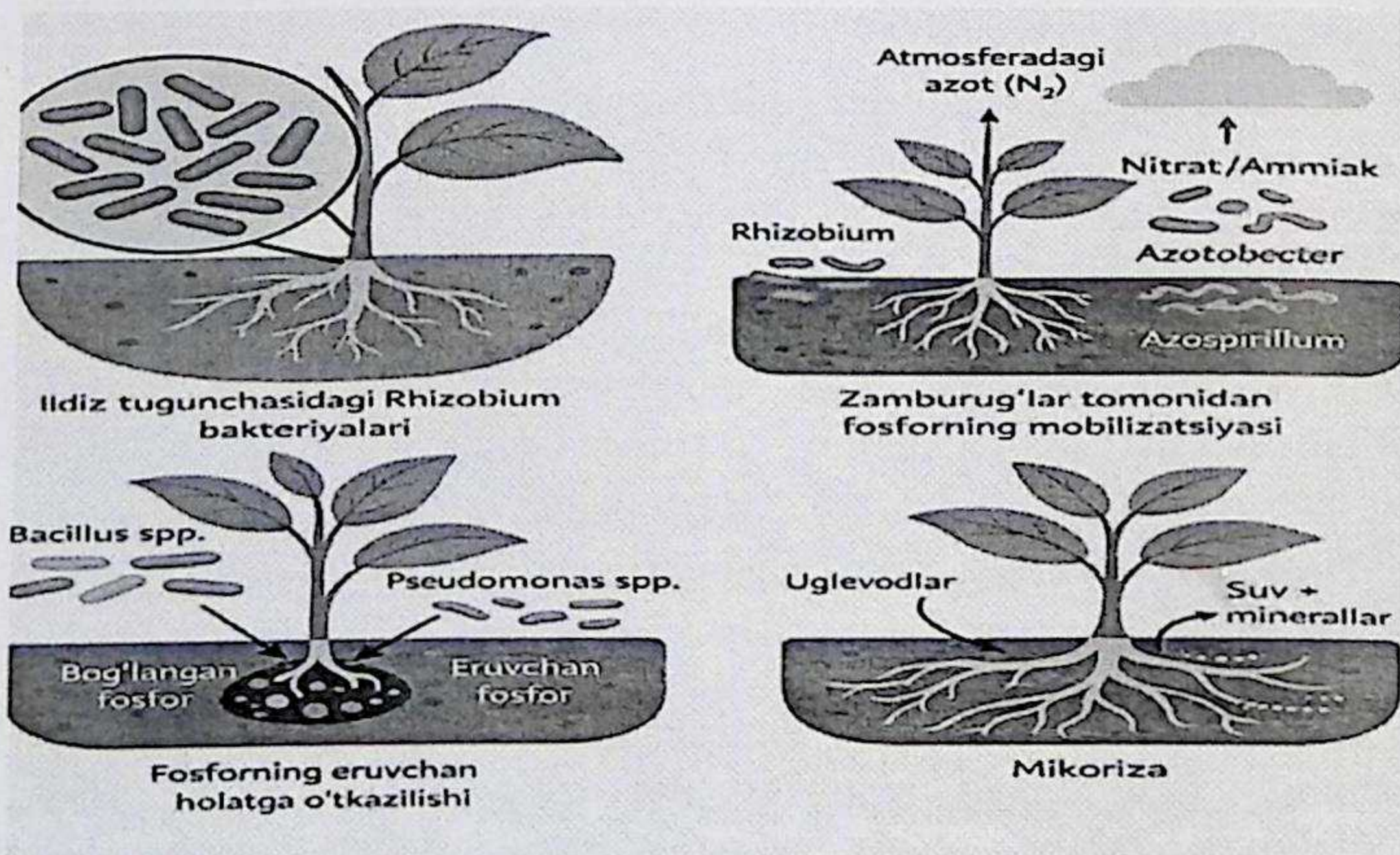
- **Auksinlar** – ildiz sochchalari hosil bo'lishini rag'batlantiradi, hujayra cho'zilishini tezlashtiradi.
- **Gibberellinlar** – urug'larning unib chiqishini kuchaytiradi, poya o'sishini faollashtiradi, mevalanishga ijobiy ta'sir qiladi.
- **Sitokininlar** – hujayra bo'linishini jadallashtiradi, barglarning yashilligini saqlab turadi, o'simlikni yosharishdan himoya qiladi.

Bundan tashqari, mikrosuvo'tlar tarkibida antioksidantlar, enzimlar, polisaxaridlar, vitaminlar (A, B, E, K) ham mavjud bo'lib, ular o'simlik fiziologiyasiga ko'p yo'nalishda foyda keltiradi.

Ularning asosiy vakillari va ularning xususiyatlari quyidagilardan iborat:

Chlorella spp. Yashil bir hujayrali mikrosuvo't, xlorofill a va b ga ega. Auksin va gibberellin ishlab chiqaradi, o'simlik o'sishini kuchaytiradi, ildiz hosil bo'lishini tezlashtiradi.

Chlorella suvli eritma holida urug'larni ivitish (stimulyatsiya) uchun, shuningdek ekinlarni purkashda ishlatiladi. Urug'larning unib chiqishini 10–25% gacha oshirishi kuzatilgan.



Rasm 3. Bakteriyalarning o'simliklar bilan munosabati

Scenedesmus spp. Koloniya holida yashovchi yashil mikrosuvo't turi. Fitogormonlar va polisaxaridlar ishlab chiqarib, nafaqat o'simlik o'sishini kuchaytiradi, balki tuproq mikrobiotasini ham yaxshilaydi.

Scenedesmus eritmasi bilan urug'larni ivitish natijasida unuvchanlik ortadi, ko'chatlarning ildizlari kuchliroq rivojlanadi.

Nostoc spp. (ko'k-yashil suvo't). Azotni fiksatsiya qiladi va sitokinin ishlab chiqaradi. Ayniqsa sho'r yoki azot tanqis bo'lgan tuproqlarda foydalidir. O'simliklarda yashil massa o'sishini kuchaytiradi.

Mikrosuvo'tlar o'simliklarga bir nechta yo'nalishda foydali ta'sir ko'rsatadi:

- **Ildiz tizimini kuchaytiradi** – Auksin va boshqa o'sish stimulyatorlari ildiz hujayralarining ko'payishini rag'batlantirib, kuchli rizosfera hosil bo'lishiga olib keladi.
- **Unuvchanlikni oshiradi** – Mikrosuvo't eritmasi bilan urug'larni ivitish urug'ning tez va bir me'yorda unib chiqishini ta'minlaydi.
- **Vegetativ biomassani ko'paytiradi** – Gibberellin va sitokininlar poya va barglarning faol o'sishini kuchaytiradi.
- **Stress omillariga bardoshlikni oshiradi** – Mikrosuvo'tlar tarkibidagi antioksidantlar o'simlikning qurg'oqchilik, sho'rlanish, yuqori harorat kabi sharoitlarga bardoshlilikini oshiradi.
- **Hosildorlik va sifatni oshiradi** – Mikrosuvo'tlar bilan ishlov berilgan o'simliklarda gullash va mevalanish davri barqaror bo'lib, hosil sifati yaxshilanadi.

Qishloq xo'jaligida qo'llanilishi. Mikrosuvo'tlar quyidagi shakllarda ishlatiladi:

- **Urug'larni ivitish (namlash)** – Chlorella yoki Scenedesmus eritmasida urug'larni 6–24 soat ushlab turish orqali unish kuchi oshiriladi.
- **Yaproq orqali purkash** – Vegetatsiya davrida 5–10% li eritma purkaladi, bu fotosintez jarayonini kuchaytiradi.
- **Tuproqqa qo'shish** – Suv bilan aralashtirib, mikrosuvo't biomassasi to'g'ridan-to'g'ri tuproqqa qo'shiladi; bu usul tuproq mikroflorasini yaxshilaydi.

Mikroskopik suvo'tlar – bu o'simliklarning tabiiy do'stlari bo'lib, ularning o'sishini rag'batlantiruvchi fitogormonlar va boshqa biologik faol moddalarni ishlab chiqaradi. Ular ekologik xavfsiz, arzon va samarali bioo'g'it sifatida zamonaviy dehqonchilikda katta ahamiyat kasb etmoqda. Mikrosuvo'tlar yordamida urug'lar tezroq unadi, ko'chatlar kuchli bo'ladi, yetilgan o'simliklar esa yuqori sifatli va mo'l hosil beradi.

NAZORAT UCHUN SAVOLLAR

1. O'simliklarning o'sishiga yordam beruvchi mikroorganizmlarning asosiy guruhlarini sanab bering va ularning funksiyalarini tushuntiring.
2. Azot fiksatsiyasi nima? Qanday mikroorganizmlar bu jarayonda ishtirok etadi?
3. Mikoriza qanday ishlaydi va uning o'simliklar uchun foydasi nimada?
4. Foydali mikroorganizmlar o'simlik kasalliklariga qarshi qanday himoya ta'minlaydi?
5. Fitogormonlar nima va ularni sintez qiluvchi mikroorganizmlarning o'simlik fiziologiyasiga ta'sirini izohlang.

FERMENTATSIYA TURLARI VA ASOSIY BOSQICHLARI. FERMENTATSIYA PARAMETRLARINI BOSHQARISH

Fermentatsiyaning mohiyati va ilmiy asoslari

Fermentatsiya – bu mikroorganizmlar yoki ularning enzimlari tomonidan ozuqa moddalarini parchalash natijasida energiya ishlab chiqariladigan va foydali mahsulotlar sintez qilinadigan metabolik jarayondir. Bu jarayon mikroorganizmlarning nafas olishi (aerob yoki anaerob) asosida shakllanib, qator muhim moddalar – spirtlar, organik kislotalar, antibiotiklar, aminokislotalar, vitaminlar, biomassa va boshqa ikkilamchi metabolitlarni hosil qiladi.

Biotexnologiyada fermentatsiya jarayonlari sun'iy ravishda boshqariladigan muhitda, ya'ni enzimatorlar deb ataladigan maxsus apparatlarda amalga oshiriladi. Fermentatsiyaning samaradorligi o'nlab parametrlar va sharoitlarga bog'liq bo'lib, bu parametrlarni aniq kuzatib borish va boshqarish mahsulot sifati va miqdoriga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir qiladi.

Fermentatsiya jarayoni bir nechta turlarga bo'linadi.

Fermentatsiya kislorodga nisbatan:

- Anaerob fermentatsiya – kislorodsiz muhitda amalga oshadi (masalan, achitqilar ishtirokida etanol sintezi);
- Aerob fermentatsiya – kislorod ishtirokida olib boriladi (masalan, penicillium notatum bilan penitsillin ishlab chiqarish);
- Fakultativ fermentatsiya – ayrim mikroblar (masalan, *Escherichia coli*) har ikkala sharoitda ham ishlay oladi.

Ishlab chiqarish usuli bo'yicha:

- Davriy fermentatsiya – jarayon boshlang'ich bosqichda to'liq yuklanadi, tugaguncha o'zgarmaydi;
- Yarim-uzluksiz fermentatsiya – ozuqa asta-sekin qo'shib turiladi, mahsulot esa bir vaqtda olinmaydi;
- Uzliksiz fermentatsiya – ozuqa muhit doimiy beriladi, mahsulot doimiy olinadi.

Substrat turi va holatiga ko'ra:

- Suyuq muhitdagi fermentatsiya– mikroorganizmlar to'liq suyuqlikka botgan holda o'sadi;
- Qattiq muhitdagi fermentatsiya– substrat qattiq yoki yarim nam (masalan, don, somon), zamburug'lar uchun qulay.

Mahsulotga qarab:

- Birlamchi metabolitlar fermentatsiyasi – mikroorganizmlarning o'sishi bilan birga hosil bo'ladi (masalan, etanol, laktat);
- Ikkilamchi metabolitlar fermentatsiyasi – o'sishning stasionar bosqichida yuzaga keladi (masalan, antibiotiklar).

Maqsadli mahsulotga qarab:

Spirтли fermentatsiya, sirka kislotali, sut kislotali, metanogen, antibiotikli, enzimatik va boshqa ko'rinishlar.

Fermentatsiya turi aniqlangach uni amalga oshirish jarayoni boshlanadi. Fermentatsiyaning asosiy bosqichlari, ya'ni ishlab chiqarish zanjiri quyidagilardan iborat:

Mikroorganizmlarni tanlash. Yuqori mahsuldorlikka ega shtamm tanlanadi u genetik modifikatsiyalangan yoki tabiiy izolyat bo'lishi mumkin.

Inokulum tayyorlash. Laboratoriya miqyosida mikroblar aktivlashtiriladi, steril suyuqlikda ko'paytirilib, enzimatorga ko'chiriladi.

Fermentatsiya jarayonining o'zi. Fermentatorga inokulum va ozuqa muhit kiritiladi, aralashtirish, aeratsiya, harorat va pH aniq boshqariladi, mahsulot sintezi bosqichma-bosqich ortadi.

Yakuniy bosqich va mahsulot ajratish. Fermentatsiya to'xtatiladi, mahsulot filtrlanadi, tozalanadi, konsentrlanadi, quritiladi.

Samarali fermentatsiya uchun quyidagi asosiy parametrlar doimiy kuzatuv ostida bo'lishi kerak:

Harorat. Har bir mikroorganizm uchun optimal harorat mavjud (masalan, *Bacillus subtilis* – 37 °C). Past haroratda o'sish sekinlashadi, yuqorida esa enzimlar denaturatsiyalanadi.

pH muhiti. O'zgaruvchan pH metabolizmga ta'sir qiladi. Ko'pincha enzimatorda avtomatik kislota yoki ishqor tomizish tizimi bo'ladi.

Kislorod darajasi. Aerob fermentatsiyada kislorod ajratish, eritish va tarqatish muhim. Doimiy aeratsiya va aralashtirish talab qilinadi.

Aralashtirish tezligi. Gomogen muhit hosil qilish, gaz va ozuqa taqsimoti uchun zarur. Pervanel yoki mexanik aralashtirgichlar qo'llaniladi.

Suyuqlik va substrat kontsentratsiyasi. Ozuqa muhitdagi glukoza, pepton, tuzlar, vitaminlar va iz elementlar balansda bo'lishi lozim.

Monitoring va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari.

Zamonaviy fermentatsiya tizimlari quyidagi xususiyatlarga ega:

- **Sensorlar.** pH, DO (eritilgan kislorod), harorat, bosim, karbonat angidrid va biomassa darajalarini o'lchaydi.
- **Avtomatik regulyatorlar.** Optimal sharoitni ushlab turadi.
- **Real vaqtda monitoring.** Ma'lumotlar onlayn kuzatilib, xatoliklar aniqlanadi.
- **Ma'lumotlarni arxivlash.** Jarayon tahlili va optimizatsiya uchun.
- **SCADA tizimlari.** Barcha parametrlarni markaziy boshqaruv orqali kuzatish.

Fermentatsiya jarayoni bugungi kunda ko'plab sanoat sohalarida keng qo'llanilmoqda. Mikroorganizmlar ishtirokida maqsadli biokimyoviy moddalarning arzon, samarali va ekologik xavfsiz usulda olinishi ushbu texnologiyani jahon sanoatida muhim o'rin egallashiga sabab bo'lmoqda.

Fermentatsiya jarayoni va u orqali olinadigan biologik faol moddalarning ahamiyati yuqori bo'lib, quyida asosiy sanoat tarmoqlaridagi amaliy ahamiyati keltirilgan:

Oziq-ovqat sanoati. Fermentatsiya oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash, ta'mini yaxshilash va ularning oziqlanish qiymatini oshirishda katta ahamiyatga ega. Bu sohada fermentatsiya asosida quyidagilar ishlab chiqariladi:

- Sut kislotali mahsulotlar – yogurt, kefir, smetana kabi mahsulotlar sut kislotali bakteriyalar fermentatsiyasi orqali olinadi.
- Achitqi – non, pivo, vino tayyorlashda qo'llaniladigan *Saccharomyces cerevisiae* kabi achitqilar fermentatsiya yo'li bilan ko'paytiriladi.
- Sirka va alkogol – etanol fermentatsiyasi orqali spirtli ichimliklar olinadi, undan keyingi bosqichda sirka kislotasi hosil qilinadi.
- Aminokislotalar – oziq-ovqat va ozuqa sanoatida qo'llaniladigan lizin, glutamin, treonin kabi aminokislotalar bakteriyalar fermentatsiyasi orqali olinadi.

Biokimyoviy va bioenergetika sanoati. Fermentatsiya bioyoqilg'i va muqobil energiya manbalarini ishlab chiqarishda ham asosiy texnologik vosita hisoblanadi. Bu sohada quyidagi mahsulotlar ishlab chiqariladi:

- Bioetanol – kraxmal, shakar yoki sellyulozal materiallardan achitqilar yordamida olinib, avtomobil yoqilg'isi sifatida ishlatiladi.

- Biometan – anaerob fermentatsiya orqali organik chiqindilardan olinadigan metan gazi, bioyoqilg'i sifatida ahamiyatlidir.
- Enzimlar – amilaza, proteaza, lipaza kabi sanoat enzimlari mikroorganizmlar tomonidan enzimatsion yo'l bilan sintez qilinadi.
- Organik kislotalar – limon kislotasi (Citric acid), sut kislotasi (Lactic acid), sirka kislotasi (Acetic acid) va boshqa organik birikmalar fermentatsiya yo'li bilan olinadi.

Qishloq xo'jaligi. Fermentatsiya qishloq xo'jaligida ekologik xavfsiz va barqaror texnologiyalarni rivojlantirishda muhim o'rin tutadi. Ayniqsa, kimyoviy o'g'itlar va pestitsidlarga muqobil sifatida biologik vositalar ishlab chiqarishda fermentatsiya keng qo'llaniladi:

- Bioo'g'itlar – Azotobacter, Rhizobium, Bacillus kabi foydali mikroorganizmlar enzimatsion usulda ko'paytirilib, azotni fiksatsiya qiluvchi bioo'g'it sifatida ishlatiladi.
- Biologik pestitsidlar – zararli hasharotlar, nematodlar yoki patogenlarga qarshi kurashuvchi mikroorganizmlar (masalan, Bacillus thuringiensis) fermentatsiya orqali ko'paytiriladi.
- Probiotiklar – chorva hayvonlari salomatligini yaxshilash, ovqat hazmini normallashtirish va infeksiyalarga qarshi kurashishda foydali bakteriyalar (masalan, Lactobacillus, Bifidobacterium) probiotik qo'shimchalar sifatida qo'llaniladi.

Farmatsevtika sanoati. Farmatsevtika sohasi fermentatsiyaning eng muhim va yuksak texnologik darajada qo'llaniladigan sohalaridan biridir. Bu yerda fermentatsiya orqali quyidagi biofaol moddalarning sintezi amalga oshiriladi:

- Antibiotiklar – penitsillin, streptomitsin, eritromitsin kabi antibiotiklar aynan mikrobiologik fermentatsiya orqali ishlab chiqariladi.
- Gormonlar – masalan, rekombinant DNK texnologiyasi orqali olingan insulin diabet kasalligini davolashda keng qo'llaniladi.
- Vaksinalar – ba'zi bakterial va virusli infeksiyalarga qarshi vaksinalar mikroorganizmlar asosida enzimatsion usulda ishlab chiqiladi, ayniqsa antigenlar sintezida bu jarayon muhim ahamiyatga ega.

Fermentatsiyada yuzaga keladigan muammolar va ularni hal qilish yo'llari

Fermentatsiya jarayoni biologik murakkablikka ega bo'lib, turli parametrlarning o'zgaruvchanligi sababli bir qator muammolar yuzaga kelishi mumkin. Ushbu muammolar mikroorganizmlarning o'sishi va

maqsadli mahsulotlar hosil bo'lishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli, har bir muammoni erta aniqlash, unga mos choralarni ko'rish va real vaqt monitoringi fermentatsiya samaradorligini ta'minlashda hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Quyida fermentatsiyada uchraydigan asosiy muammolar va ularni bartaraf etish usullari keltirilgan:

pH o'zgarishi. Fermentatsiya davomida mikroorganizmlar metabolitlar (masalan, organik kislotalar yoki ishqoriy moddalar) hosil qilgani sababli muhitning pH darajasi keskin o'zgarishi mumkin. Bu esa mikroorganizmlarning o'sishi va enzimlar faolligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Hal etish yo'li:

- Avtomatik pH nazorati – zamonaviy enzimorlar pH datchiklari orqali doimiy monitoring olib boradi va kislota yoki ishqor qo'shib, pH darajasini muvozanatda ushlab turadi.
- Tampon eritmalar qo'llash – fermentatsiya muhitiga tampon (bufer) eritmalar qo'shib, pH o'zgarishiga qarshilik kuchaytiriladi.

Ko'piklanish (penalish). Fermentatsiya jarayonida gazlar ajralishi va biomassa zichligining ortishi tufayli reaktorda ko'pik paydo bo'lishi mumkin. Ko'pik enzimor hajmini to'sib, gaz almashinuvi va aralashtirishni izdan chiqaradi.

Hal etish yo'li:

- Defoamer (ko'pikbosar) moddalardan foydalanish – silikon asosidagi yoki boshqa kimyoviy ko'pikbosarlar enzimorga dozalab qo'shiladi.
- Mexanik usullar – enzimorning yuqori qismiga maxsus mexanik ko'pik ezgichlar (pishirgichlar) o'rnatiladi.

Kislorod yetishmovchiligi. Aerob fermentatsiya jarayonida mikroorganizmlar doimiy ravishda kislorodga muhtoj bo'ladi. Agar kislorod yetarli bo'lmasa, ularning metabolizmi sekinlashadi, mahsulot hosildorligi pasayadi yoki anaerob yo'lga o'tib, noxush birikmalar hosil bo'lishi mumkin.

Hal etish yo'li:

- Aeratsiya tizimini optimallashtirish – havo oqimini oshirish, gaz dispersiyasi yaxshilash, kislorodning muhitga singishini tezlashtirish choralari ko'riladi.
- Kislorod konsentratsiyasini oshirish – ba'zida toza kislorod bilan aeratsiya qilinadi yoki bosim ostida kislorod berish usuli qo'llaniladi.

Kontaminatsiya (begona mikroorganizmlar bilan ifloslanish). Fermentatsiya muhitiga begona mikroorganizmlarning tushib qolishi asosiy muammolardan biridir. Bunday kontaminatsiyalar mahsulot sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatib, hatto butun jarayonni bekor qilishi mumkin.

Hal etish yo'li:

- Sterilizatsiya – enzimor, oziqlantiruvchi eritmalar va butun tizim avvaldan yuqori harorat yoki kimyoviy vositalar bilan to'liq sterillanadi.
- Filtrlash – gaz va suyuqliklar kirishida bakterial filtrlar qo'llaniladi.
- Aseptik texnologiyalar – barcha jarayonlar yopiq tizimda, maxsus aseptik sharoitda bajariladi.

Ozuqa disbalansi. Fermentatsiya davomida ozuqa moddalari – uglevodlar, azot, mineral elementlar – ortiqcha yoki tanqis bo'lishi mikroorganizmlar faolligini izdan chiqaradi. Bu mahsulot hosildorligining keskin kamayishiga olib keladi.

Hal etish yo'li:

- Uzliksiz oziqlantirish (Fed-batch fermentatsiya) – ozuqa moddalari enzimor ichiga bosqichma-bosqich yoki doimiy ravishda qo'shib turiladi, bu esa optimal muhitni saqlashga yordam beradi.
- Muhit tarkibini oldindan hisoblab tayyorlash – fermentatsiyaga mos maxsus oziqlantiruvchi eritmalar balanslangan holda tanlanadi.

Fermentatsiya – murakkab, ammo boshqarilishi mumkin bo'lgan biologik jarayon bo'lib, uning muvaffaqiyati bir nechta parametrlar ustidan doimiy va aniq nazoratni talab qiladi. Zamonaviy texnologiyalar yordamida real vaqtda monitoring, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari va tahlil usullari orqali bu jarayon yanada samarali, tejamkor va barqaror amalga oshiriladi.

Fermentatsiya yordamida ishlab chiqarilayotgan mahsulotlar kundalik hayotimizda keng qo'llaniladi va ularning sifati bevosita fermentatsiya parametrlarining boshqaruviga bog'liqdir.

NAZOTAR UCHUN SAVOLLAR

1. Fermentatsiya nima? Uning biologik va texnologik ahamiyatini tushuntiring.
2. Fermentatsiyaning aerob va anaerob turlarining farqi nimada?
3. Spirtli fermentatsiyaning mexanizmini qisqacha bayon qiling.
4. Sut kislotasi fermentatsiyasi qanday mikroorganizmlar ishtirokida kechadi?

5. Aralash fermentatsiya qanday moddalar hosil qiladi? Misollar bilan tushuntiring.
6. Fermentatsiya jarayonining asosiy bosqichlari qanday? Har bir bosqichga tavsif bering.
7. Substrat nima va u fermentatsiya jarayonida qanday rol o'ynaydi?
8. Fermentatsiyada mikroorganizmlarning faolligini belgilovchi muhim omillar qaysilar?
9. Fermentator (bioreaktor) deganda nima tushuniladi va u qanday tuzilgan?
10. Ochiq va yopiq fermentatsiya jarayonlari orasidagi farqlarni izohlang

MIKROBIAL O'SISH VA BIOSINTEZ

Mikrobial o'sishning asosiy tushunchalari

Mikrobial o'sish – bu mikroorganizmlarning soni yoki biomassa hajm jihatidan ortishi jarayonidir. Ushbu o'sish jarayoni hujayraning ikki baravar ko'payishi, hujayra komponentlarining sintezi va ajralib chiqishi bilan bog'liq. Mikrobial o'sish ikki xil shaklda namoyon bo'ladi:

- Hujayra sonining ortishi (ko'payish orqali)
- Biomassa hajmining ortishi (hujayra og'irligining ko'payishi)

Ushbu o'sish dinamik jarayon bo'lib, atrof-muhit sharoitlariga, oziqa moddalari mavjudligiga va genetik omillarga bog'liq bo'ladi.

Mikroorganizmlarning samarali o'sishi uchun quyidagi asosiy omillar muhim:

- Harorat – har bir mikroorganizmning optimal harorat oraliqlari mavjud (mezofillar uchun 25–40°C, termofillar uchun 45–70°C).
- pH – kislotali yoki ishqoriy muhitga chidamlilik har xil bo'lib, ko'pchilik bakteriyalar uchun optimal pH 6,5–7,5 atrofida.
- Namlik – suv mikroorganizmlar metabolizmi uchun muhim vositadir.
- Kislorod mavjudligi – ba'zi mikroblar aerob (kislorodli), boshqalari esa anaerob (kislorodsiz) sharoitda o'sadi.
- Ozuqa moddalari – mikroorganizmlarning o'sishi uchun zarur bo'lgan moddalarning mavjudligi shart.

Mikroorganizmlar o'sishi va biosintez jarayonlari uchun ikki asosiy resursga ehtiyoj sezadi: energiya manbalari va qurilish materiallari. Ushbu moddalar mikroblarning hujayra tuzilmalari va metabolik faoliyatini ta'minlaydi. Ular quyidagi asosiy toifalarga ajratiladi:

Uglevodlar – asosiy energiya manbai. Uglevodlar mikroorganizmlar uchun eng muhim energiya manbaidir.

Ular hujayrada parchalanib, ATP shaklida energiya ishlab chiqariladi. Ayniqsa, glyukoza va saxaroza kabi oddiy shakardek moddalardan mikroblar tezda foydalanadi. Glyukoza glikoliz yo'li orqali piruvatga aylanadi va undan keyin Krebs sikli yoki fermentatsiya yo'llarida energiya hosil bo'ladi.

Azot birikmalari – oqsillar va genetik materiallar sintezi uchun zarur. Azot mikroorganizmlar hayoti uchun ajralmas element bo'lib, u quyidagi birikmalar tarkibida ishtirok etadi:

- Oqsillar (aminokislotalar orqali)

- Enzimlar
- DNK va RNK (nuklein asoslar orqali)

Mikroblar azotni turli shakllarda o'zlashtiradi: ammiak, nitratlar, yoki aminokislotalar. Azot manbasi sifatida ammiak eng oson o'zlashtiriladi va to'g'ridan-to'g'ri aminokislota sintezida ishlatiladi.

Fosfor – energiya almashinuvi va genetik materiallar uchun muhim. Fosfor – mikroorganizmlarda ATP (adenozin trifosfat), DNK, RNK va hujayra membranalari tarkibidagi fosfolipidlar uchun zarur bo'lgan elementdir.

ATP molekulasida barcha biosintez va metabolik jarayonlar uchun zarur bo'lgan energiyani tashuvchi vositadir.

Oltinugurt – aminokislotalar va koenzimlar tarkibida uchraydi. Oltinugurt, ayniqsa, metionin va sistein kabi aminokislotalar tarkibida bo'ladi. U enzimlar tuzilmasini saqlash, disulfid ko'priklari orqali oqsilning barqarorligini ta'minlashda muhim rol o'ynaydi. Bundan tashqari, ba'zi koenzimlar (masalan, koenzim A) tarkibida ham oltinugurt mavjud.

Mikroelementlar – enzimlar faolligini rag'batlantiruvchi ionlar bo'lib, mikroorganizmlar o'sishi uchun kam miqdordagi, ammo hayotiy muhim element hisoblanadi. Ular enzimlarning faol markazlarida joylashib, ularning katalitik faolligini ta'minlaydi. Asosiy mikroelementlarga quyidagilar kiradi:

- **Temir (Fe)** – elektron tashish zanjirida va tsitoxromlarda ishtirok etadi.
- **Magniy (Mg)** – ATP bilan bog'lanib, ko'plab enzimlarning ishini faollashtiradi.
- **Rux (Zn)** – ba'zi DNK-polimeraza va dehidrogenaza enzimlarida uchraydi.
- **Marganets (Mn)** – oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida ishtirok etadi.

Vitaminlar – koenzim sifatida metabolik jarayonlarda ishtirok etadi. Vitaminlar ko'pgina mikroorganizmlar tomonidan sintez qilinmasa, tashqi muhitdan olinishi kerak bo'lgan koenzimlar yoki koenzimlar hisoblanadi. Ular enzimlar bilan birga ishlab, biokimyoviy reaksiyalarning tezligini oshiradi. Masalan:

- **Riboflavin (B₂)** – FAD koenzimi tarkibida.
- **Nikotinamid (B₃)** – NAD⁺ va NADP⁺ koenzimlari tarkibida.
- **Biotin** – karboksilaza enzimlari uchun zarur.

Mikrobial biosintez jarayonlari va o'sish bosqichlari

Biosintez – bu mikroorganizmlarning hujayra ichida murakkab organik moddalarni sintez qilish jarayonidir. Biosintez metabolismning **anabolik** (yig'uvchi) bosqichi hisoblanadi va quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- **Oqsillar biosintezi** – ribosomalar orqali aminokislotalardan oqsillar sintez qilinadi.
- **Yog'lar va lipidlar biosintezi** – hujayra membranasini hosil qilish va energiya saqlashda ishtirok etadi.
- **Nuklein kislotalar biosintezi** – DNK va RNK replikatsiyasi hamda transkripsiyasi uchun zarur.
- **Enzimlar va ikkilamchi metabolitlar sintezi** – antibiotiklar, pigmentlar, toksinlar kabi biologik faol birikmalar.

Mikroorganizmlarning o'sishi davriy fermentatsiya sharoitida sodir bo'lsa, ular quyidagi to'rtta asosiy bosqichdan o'tadi. Bu bosqichlar mikroorganizmlarning fiziologik holati va o'sish sur'atlariga bog'liq:

1. Lag bosqichi (moslashish bosqichi). Bu bosqichda mikroorganizmlar yangi muhitga moslashishga harakat qiladi. Hujayralar ko'paymaydi, lekin ichki enzimlar, oqsillar sintezi kuchayadi. Bunda hujayralar o'rganish va moslashish holatida bo'lib, o'sish deyarli bo'lmaydi, biosintez jarayoni kuchayadi (enzimlar, energiya tayyorlanadi).

2. Log (eksponensial) bosqichi. Bu – eng faol o'sish bosqichi bo'lib, hujayralar doimiy tezlikda bo'linadi. Energiya sarfi yuqori, biosintez jarayonlari maksimal darajada sodir bo'ladi. Bunda hujayralar soni geometrik tarzda ortadi, enzimlar, oqsillar, metabolitlar aktiv sintez qilinadi, mahsulot hosildorligi yuqori.

3. Statsionar bosqich. Ozuqa moddalari tugay boshlaydi yoki toksik metabolitlar yig'iladi. Hujayralarning o'sishi va o'limi muvozanatga keladi. Ikkilamchi metabolitlar (antibiotiklar, pigmentlar) aynan shu bosqichda hosil bo'ladi. Hujayra soni deyarli o'zgarmaydi, Energiya sarfi kamayadi.

4. O'lim (autoliz) bosqichi. Ozuqa zaxiralari tugaydi, toksik moddalar ko'payadi, hujayralar parchalanadi. Biomassa miqdori kamayadi. Hujayralar nobud bo'la boshlaydi, ichki zaxiralar tugaydi, faollik pasayadi.

Mikrobial biosintez yo'llari. Mikroorganizmlarda biosintez ikki turdagi metabolism orqali amalga oshadi:

1. Birlamchi metabolism yo'llari:

Bu yo'llar orqali hujayra hayoti uchun zarur bo'lgan asosiy moddalar sintez qilinadi. Bunday mahsulotlar:

- Aminokislotalar

- Nuklein kislotalar (DNK, RNK)
- Oqsillar
- Lipoidlar
- Energiya (ATP)

2. Ikkilamchi metabolizm yo'llari:

Bu metabolik yo'llar asosan stasionar bosqichda faollashadi va hujayra uchun majburiy bo'lmagan, biroq ekologik yoki raqobat afzalligi beruvchi moddalarni sintez qiladi. Bunday mahsulotlar:

- Antibiotiklar (penitsillin, streptomitsin)
- Pigmentlar
- Toksinlar
- Organik kislotalar (sirka, sut kislotasi)
- Enzimlar

Mikrobial o'sish va biosintezning biologik mexanizmlari

Mikroorganizmlarda o'sish va biosintez quyidagi mexanizmlar asosida amalga oshiriladi:

- Genetik nazorat – genlar tomonidan kodlangan enzimlar biosintez jarayonlarini boshqaradi.
- Enzimativ faollik – enzimlar metabolik yo'llarni yo'naltirib, moddalarning o'zgarishini tezlashtiradi.
- Energiya almashinuvi – ATP sintezi orqali barcha biosintez jarayonlari energiya bilan ta'minlanadi.
- Substrat bilan ta'minlash – oziqa moddalari (uglevod, azot, fosfor) hujayra ichiga kirib, biosintezda ishlatiladi.
- Mikroorganizmlar o'sishini nazorat qilish va tahlil qilish sanoat biotexnologiyasida muhim hisoblanadi. Asosiy o'lchov usullari:
- Biomassa massasi – hujayralar suzib olinib, quruq massa sifatida o'lchanadi (g/L).
- Optik zichlik (OD) – spektrofotometr yordamida 600 nm to'lqin uzunligida o'lchanadi.
- Hujayra soni – mikroskop yoki avtomatik hisoblagichlar orqali hujayralar soni aniqlanadi.
- Substrat va mahsulot konsentratsiyasi – fermentatsiya davomida oziqa moddalari va sintez qilingan mahsulot miqdori tahlil qilinadi.

Mikrobiai biosintezning amaliy qo'llanilishi. Mikrobiai biosintez sanoat va ilm-fan sohalarida keng miqyosda qo'llaniladi. Eng asosiy sohalar quyidagilar:

a) Farmatsevtika sanoati:

- **Antibiotiklar** – streptomitsin, tetratsiklin, eritromitsin.
- **Gormonlar** – rekombinant insulin, somatotropin.
- **Enzimlar** – proteaza, amilaza, laktaza.
- **Vitaminlar** – B-kompleks vitaminlar (masalan, B12), riboflavin, biotin.

b) Oziq-ovqat sanoati:

- **Oqsil va aminokislotalar** – lizin, treonin, glutamin.
- **Probiotiklar** – foydali mikroorganizmlar (Lactobacillus, Bifidobacterium) biosintez orqali olinadi.
- **Organik kislotalar** – sut kislotasi, limon kislotasi, sirka kislotasi.
- **Enzimlar** – non, pishloq, yogurt, sharbat va pivo ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

Shunday qilib, mikroorganizmlarning o'sishi va biosintezi – bu aniq muvozanatlangan, turli ozuqa elementlariga tayanuvchi murakkab biologik jarayondir. Ushbu moddalarning har biri hujayra metabolizmining muayyan bosqichida o'ziga xos va beqiyos rol o'ynaydi. Sanoat miqyosidagi mikrobiologik jarayonlarda bu elementlarning optimal miqdor va shaklda taqdim etilishi yuqori mahsuldorlikni ta'minlash uchun muhim hisoblanadi.

NAZORAT UCHUN SAVOLLAR

1. Mikrobiai o'sish nima va u qanday bosqichlardan iborat?
2. Mikrobiai o'sish egri chizig'ining bosqichlarini izohlang.
3. Lag-faza nima? Bu fazada hujayralarda qanday jarayonlar kechadi?
4. Logarifmik o'sish fazasining biologik ahamiyatini tushuntiring.
5. Mikrobiai o'sishda stasionar va o'lim fazasi qanday tavsiflanadi?
6. Mikrobiai biosintez deganda nimani tushunasiz?
7. Biosintez jarayoniga ta'sir qiluvchi asosiy omillar qaysilar?
8. Avtotrof va geterotrof mikroorganizmlarning biosintezdagi farqlari nimada?
9. Mikrobiai o'sishni aniqlashda foydalaniladigan asosiy usullarni sanab bering.
10. Mikrobiai o'sishda hujayra biomassasi va substrat o'zgarishi o'rtasidagi bog'liqlik qanday.

OZIQ-OVQAT SANOATIDA QO'LLANILADIGAN MIKROORGANIZMLAR

Mikroorganizmlarning oziq-ovqat sanoatidagi umumiy roli

Oziq-ovqat sanoati mikroorganizmlarsiz tasavvur etib bo'lmaydigan sohalardan biridir. Bu sohada mikroorganizmlar asosiy biologik vosita sifatida ko'plab texnologik jarayonlarda ishtirok etadi va mahsulotlar ishlab chiqarilishida hal qiluvchi ahamiyatga ega. Mikroblarning roli asosan ularning murakkab organik moddalarni parchalay olish, enzimlar ishlab chiqarish, metabolik faoliyat orqali turli kimyoviy birikmalar hosil qilish xususiyatlariga asoslanadi.

Mikroorganizmlar oziq-ovqat mahsulotlarining ta'mi, hidi, rangi, tuzilishi va saqlanish muddatini shakllantirishda bevosita ishtirok etadi. Ularning faoliyati orqali fermentatsiya, achitish, pishirish va konservatsiya jarayonlari muvaffaqiyatli amalga oshiriladi. Masalan, yogurt, kefir, qatiq va pishloq kabi sut mahsulotlari sut kislotali bakteriyalar yordamida tayyorlanadi, non, pivo va vino esa achitqilar ishtirokida fermentatsiyalanadi. Ushbu jarayonlar davomida hosil bo'lgan metabolitlar (masalan, sut kislotasi, etanol, karbonat anhidrid) mahsulotning xushbo'y hidi, yoqimli ta'mi va mos tuzilmasini yaratadi.

Mikroorganizmlar yordamida ishlab chiqariladigan mahsulotlar nafaqat organoleptik jihatdan boy, balki sog'liq uchun foydali bo'ladi. Ayniqsa, probiotik bakteriyalar inson ichak mikroflorasini yaxshilashda, immunitetni mustahkamlashda va ovqat hazm qilish tizimini sog'lomlashtirishda muhim rol o'ynaydi. Shu sababli, ularni sut mahsulotlariga, ichimliklarga, go'sht va don asosidagi mahsulotlarga maxsus qo'shimcha sifatida qo'shish keng tarqalgan.

Bundan tashqari, mikroorganizmlar mahsulotning biologik xavfsizligini ta'minlashda ham xizmat qiladi. Ayrim foydali bakteriyalar zararli mikroblarning rivojlanishini bostiradi, tabiiy konservantlar hosil qiladi va mahsulotning saqlanish muddatini uzaytiradi. Masalan, sut kislotasi bakteriyalari past pH hosil qilish orqali patogen mikroorganizmlarning o'sishiga to'sqinlik qiladi.

Sanoat miqyosida esa mikroorganizmlar asosida ishlaydigan texnologiyalar yuqori darajada avtomatlashtirilgan enzimorlar va bioreaktorlarda olib boriladi. Bu qurilmalarda harorat, pH, aeratsiya, ozuqa miqdori va boshqa parametrlar qat'iy nazorat ostida ushlab

turiladi. Bu esa mahsulot sifatini bir maromda saqlash, takror ishlab chiqarish imkonini beradi.

Shu tariqa, mikroorganizmlar oziq-ovqat sanoatida mahsulot yaratishdan tortib, ularning sifatini oshirish, saqlanish muddatini uzaytirish va iste'molchilarga sog'lom, tabiiy oziq-ovqat yetkazishgacha bo'lgan barcha bosqichlarda ajralmas biologik omil hisoblanadi. Bu ularning universal, moslashuvchan va iqtisodiy samarali agentlar ekanligini ko'rsatadi.

Oziq-ovqat sanoatida mikroorganizmlar asosida ishlab chiqariladigan mahsulotlar turlari ko'p va xilma-xildir. Ular inson ovqatlanish kulturaida muhim o'rin tutadi va ko'p hollarda sog'liq uchun foydali xususiyatlarga ega. Ushbu mahsulotlar mikroblarning metabolik faoliyati asosida fermentatsiya yoki biosintez yo'li bilan olinadi. Quyida asosiy mahsulotlar va ularni ishlab chiqaruvchi mikroorganizmlar tavsifi keltiriladi.

Sut mahsulotlari (yogurt, qatiq, kefir, tvorog, pishloq) ishlab chiqaruvchi mikroorganizmlar:

- *Lactobacillus bulgaricus*
- *Streptococcus thermophilus*
- *Lactobacillus acidophilus*
- *Bifidobacterium bifidum*

Bu bakteriyalar sut shakarini (laktozani) sut kislotasiga aylantirib, muhitni kislotali holga keltiradi. Bu esa sut oqsillarining ivishiga, mahsulotning qalinlashishiga va ta'm, hid hosil bo'lishiga olib keladi. Shu bilan birga, foydali mikroflora shakllanib, ichak salomatligi yaxshilanadi.

Non, pivo, vino va spirtli mahsulotlar ishlab chiqaruvchi mikroorganizmlar:

- *Saccharomyces cerevisiae* (achitqi)
- *Saccharomyces pastorianus* (lager uchun)
- *Brettanomyces* (ayrim vinolarda)

Achitqilar uglevodlarni anaerob sharoitda spirt va karbonat angidridga aylantiradi. Non ko'tarilishi karbonat angidrid hosil bo'lishi tufayli sodir bo'ladi, spirtli ichimliklarda esa etanol va aromatik moddalar hosil bo'ladi. Bu mahsulotlar o'ziga xos hid, ta'm va ko'rinish bilan ajralib turadi.

Sirka (uksus) ishlab chiqaruvchi mikroorganizmlar:

- *Acetobacter aceti*

- *Gluconobacter oxydans*

Bu bakteriyalar etanolni kislorod ishtirokida oksidlab, sirka kislotasiga aylantiradi. Sirka bakteriyalari faoliyati mahsulotga achchiqroq ta'm, xushbo'y hid va konservatsion xususiyatlar beradi. Sirka pishirishda, konservatsiyada, sog'lom ovqatlanishda ishlatiladi.

4. Pishloq va zamburug'li mahsulotlar

Ishlab chiqaruvchi mikroorganizmlar:

- *Penicillium camemberti*
- *Penicillium roqueforti*

Mazkur zamburug'lar pishloqning fermentatsiya va yetilish jarayonida ishlatiladi. Ular mahsulot ichida va sirtida o'ziga xos rang, hidi va struktura hosil qiladi. Ayniqsa, rokfor va kamamber pishloqlarida bu mikroorganizmlarning ishtiroki mahsulot sifatini belgilovchi asosiy omildir.

Aminokislotalar (lizin, glutamat, treonin) ishlab chiqaruvchi mikroorganizmlar:

- *Corynebacterium glutamicum*
- *Brevibacterium flavum*

Ushbu bakteriyalar sanoat fermentatsiyasi yordamida aminokislotalar ishlab chiqaradi. Lizin parranda ozuqasi va oziq-ovqat qo'shimchalarida, glutamat esa "ta'm kuchaytiruvchi" (masalan, natriy glutamat) sifatida ishlatiladi.

Vitaminlar (masalan, vitamin B₁₂, riboflavin, biotin) ishlab chiqaruvchi mikroorganizmlar:

- *Propionibacterium freudenreichii*
- *Ashbya gossypii*
- *Pseudomonas denitrificans*

Mikroorganizmlar fermentatsiya yo'li bilan B guruhi vitaminlarini sintez qila oladi. Bu vitaminlar inson salomatligi uchun muhim bo'lib, ularni sanoatda oziq-ovqat qo'shimchalari, ichimliklar yoki maxsus parhez mahsulotlari tarkibiga kiritiladi.

Organik kislotalar (sut, sirka, limon, propionat kislotasi) ishlab chiqaruvchi mikroorganizmlar:

- *Lactobacillus* (sut kislotasi)
- *Acetobacter* (sirka kislotasi)
- *Aspergillus niger* (limon kislotasi)
- *Propionibacterium spp.* (propionat kislotasi)

Organik kislotalar ta'm, konservatsiya va mahsulot barqarorligi uchun muhim. Limon kislotasi ayniqsa ichimliklar va konservalarda kislotalilikni saqlash uchun keng ishlatiladi.

Probiotik ichimliklar va qo'shimchalar ishlab chiqaruvchi mikroorganizmlar:

- *Lactobacillus rhamnosus*, *Bifidobacterium breve*, *L. casei*

Probiotiklar ichak mikroflorasini tiklash, ovqat hazm qilishni yaxshilash va immunitetni kuchaytirish uchun ishlatiladi. Ular asosan yogurt, ichimliklar, o'simlik asosidagi mahsulotlar tarkibiga kiritiladi.

Oziq-ovqat sanoatida mikroorganizmlar yordamida ishlab chiqariladigan mahsulotlar xilma-xil bo'lib, ularning har biri inson salomatligi va oziqlanish sifati uchun muhim ahamiyatga ega. Har bir mahsulotni ishlab chiqaruvchi mikroorganizmlar o'ziga xos metabolik faoliyatga ega bo'lib, mahsulotga belgilangan ta'm, tuzilish, hid va foydali xususiyatlar beradi. Sanoat sharoitida bu mikroblar enzimor va aseptik texnologiyalar orqali nazorat ostida qo'llaniladi, bu esa mahsulot sifati va xavfsizligini ta'minlaydi.

Fermentatsiya jarayonlarida mikroorganizmlarning ahamiyati

Fermentatsiya – anaerob yoki mikroaerofil sharoitda mikroorganizmlar yordamida murakkab organik moddalarni oddiy va foydali mahsulotlarga aylantirish jarayonidir. Bu jarayon oziq-ovqat sanoatida keng qo'llanilib, quyidagi afzalliklarni beradi:

- Mahsulotning hazm bo'lishi osonlashadi
- Foydali bakteriyalar (probiotiklar) miqdori ortadi
- Mahsulotning saqlanish muddati uzayadi
- Ta'm, hid va struktura yaxshilanadi

Misol uchun, *Lactobacillus* bakteriyalari yordamida yogurt va qatiq tayyorlanadi, *Saccharomyces* achitqii orqali esa non ko'tariladi va pivo tayyorlanadi.

Ba'zi keng tarqalgan oziq-ovqat mahsulotlari va ularni ishlab chiqaruvchi mikroorganizmlar haqida ma'lumotlar keltirilgan :

Mahsulot turi	Ishlab chiqaruvchi mikroorganizmlar
Yogurt, kefir, qatiq	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i>
Pishloq (kamamber, rokfor)	<i>Penicillium camemberti</i> , <i>P. roqueforti</i>

Non, pivo, vino	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Sirka	<i>Acetobacter</i>
Limon kislotasi	<i>Aspergillus niger</i>
Lizin, glutamat (aminokislota)	<i>Corynebacterium glutamicum</i>

Ushbu mikroorganizmlar nafaqat foydali mahsulotlar hosil qiladi, balki ularning sifat ko'rsatkichlarini (ta'm, hid, tuzilish) yaxshilaydi.

Zamonaviy oziq-ovqat sanoatida mikrobiologik jarayonlar asosiy texnologik poydevor hisoblanadi. Mikroorganizmlarning metabolik faolligi orqali mahsulotlar tarkibi, ta'mi, foydaliligi va saqlanish muddati shakllanadi. Bu jarayonlar ko'pincha fermentatsiya asosida olib boriladi va hozirgi kunda yuqori darajadagi avtomatlashtirilgan tizimlar yordamida amalga oshiriladi.

Sanoatda enzimlar, sensorlar, avtomatik boshqaruv tizimlari va monitoring uskunalari orqali mikrobiologik jarayonlar real vaqtda kuzatilib, kerakli parametrlar doimiy nazorat ostida ushlab turiladi. Bunday yondashuv quyidagi afzalliklarni beradi:

Fermentatsiya parametrlarini avtomatik boshqarish. Harorat, pH darajasi, eritmadagi kislorod miqdori, aralashtirish tezligi kabi ko'rsatkichlar maxsus sensorlar orqali o'lchanadi va avtomatik tizimlar yordamida optimallashtiriladi. Bu esa mikroorganizmlarning faoliyati uchun eng qulay muhitni yaratadi.

Mikrobial faoliyatni real vaqtda monitoring qilish. Zamonaviy texnologiyalar mikroblarning o'sish sur'ati, hujayra soni, substrat sarfi va metabolit hosil bo'lishini onlayn tarzda kuzatish imkonini beradi. Bu ishlab chiqarishda aniqlik va barqarorlikni ta'minlaydi.

Mahsulot sifatini standart asosida ushlab turish. Har bir ishlab chiqarilgan partiya sifat jihatdan tekshiriladi. Avtomatlashtirilgan boshqaruv mahsulotning bir xil ta'm, tuzilma va foydalilik darajasini saqlab turishga yordam beradi.

Doimiy va barqaror ishlab chiqarish hajmini ta'minlash. Sanoat sharoitida mikrobiologik jarayonlarning optimallasuvi va avtomatlashtirilgan nazorat natijasida ishlab chiqarish jarayonlari to'xtovsiz, uzluksiz va yuqori rentabellik bilan olib boriladi. Bularning barchasi oziq-ovqat mahsulotlarining xavfsizligi, sifati va sog'lomligini ta'minlashda muhim omillardan biridir.

Mikrobiologik xavfsizlik va sifat nazorati

Oziq-ovqat mahsulotlarining iste'molchiga xavfsiz, toza va sifatli holda yetkazilishi mikrobiologik nazorat vositalarining joriy etilishini talab qiladi. Bunda laboratoriya tahlillari, fizik-kimyoviy o'lchovlar va mikrobiologik analizlar yordamida mahsulot har bir bosqichda sinchiklab tekshiriladi.

Mikrobiologik xavfsizlikni ta'minlashning asosiy yo'nalishlari quyidagilardan iborat:

- **Sterillikni saqlash.** Ishlab chiqarish jarayonida mahsulotga tashqi muhitdan zararli mikroorganizmlarning tushishini oldini olish muhim. Buning uchun aseptik (mikroblardan holi) sharoit, steril uskunalar va yopiq enzimorlar qo'llaniladi.
- **Probiotik mikroorganizmlar miqdorini nazorat qilish.** Bioaktiv mahsulotlarda foydali mikroorganizmlar (probiotiklar) soni aniqlanadi. Bu ko'rsatkich mahsulotning sog'lomlikka ta'siri va samaradorligini belgilaydi.
- **Patogen mikroorganizmlar yo'qligini tekshirish.** Oziq-ovqatda inson salomatligi uchun xavfli bo'lgan bakteriyalar – *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* va boshqa patogenlar mavjud emasligi tahlillar orqali aniqlanadi. Bu xavfsizlikning asosiy talabidir.
- **Sifat parametrlarini baholash.** Mahsulotning ta'mi, rangi, hidi, konsistensiyasi, pH darajasi, suv miqdori, quvvat qiymati kabi ko'rsatkichlar doimiy monitoring qilinadi. Ular mahsulot sifati va iste'molchiga yetkazilish holatini belgilaydi.

Bundan tashqari, har yili oziq-ovqat mikrobiologiyasi sohasida yangi texnologiyalar va xavfsizlik standartlari ishlab chiqiladi. Bu esa global sog'lom ovqatlanish tamoyillariga mos va zamonaviy mahsulotlar ishlab chiqarish imkonini kengaytiradi.

Mikroorganizmlar oziq-ovqat sanoatida nafaqat an'anaviy fermentatsiya jarayonlarida, balki zamonaviy biotexnologik usullar orqali ham keng qo'llaniladi. Ular mahsulot ishlab chiqarishda muhim rol o'ynaydi, ularning ta'mi, sifati, saqlanish muddati va inson salomatligiga foydasi beqiyosdir. Sanoat texnologiyalaridagi mikrobiologik yondashuvlar esa bu mahsulotlarni xavfsiz, yuqori sifatli va ommaviy ishlab chiqarishga xizmat qiladi.

NAZORAT UCHUN SAVOLLAR

1. Oziq-ovqat sanoatida mikroorganizmlarning asosiy vazifasi nima?

2. Sut mahsulotlari ishlab chiqarishda qaysi mikroorganizmlar ishtirok etadi?
3. Fermentatsiya nima va oziq-ovqat texnologiyasida qanday ahamiyatga ega?
4. Spirtli fermentatsiyada ishtirok etadigan mikroorganizmlarni sanang.
5. Sut kislotasi fermentatsiyasini amalga oshiruvchi bakteriyalar qanday mahsulotlar hosil qiladi?
6. Probiotik bakteriyalar deganda nimani tushunasiz?
7. Oziq-ovqat sanoatida qo'llaniladigan achitqilarning biologik xususiyatlarini ayting.
8. *Penicillium camemberti* qaysi oziq-ovqat mahsulotida ishlatiladi?
9. Starter kulturalar nima? Ular qanday tanlab olinadi?
10. *Bifidobacterium* spp. va *Lactobacillus* spp. o'rtasidagi farqlarni tushuntiring.

SPIRTLII ICHIMLIKLLAR BIOTEXNOLOGIYASI

Biotexnologiyanning spirtli ichimliklar ishlab chiqarishdagi o'zni

Biotexnologiya – tirik organizmlar, ayniqsa mikroorganizmlardan sanoat maqsadlarida foydalanish texnologiyasidir. Spirtli ichimliklar ishlab chiqarish bu yo'nalishdagi qadimiy va eng keng tarqalgan amaliyotlardan biridir. Biotexnologik jarayonlar yordamida achitqilar va enzimlar orqali uglevodlardan etanol (etil spirti) hosil qilinadi. Bu jarayon asosida pivo, vino, aroq, brendi kabi turli spirtli ichimliklar tayyorlanadi.

Zamonaviy biotexnologiya spirtli ichimliklar ishlab chiqarishda yuqori aniqlikdagi monitoring, mahsulot sifatini saqlab turish, fermentatsiyani nazorat qilish va ekologik toza ishlab chiqarishni ta'minlashga xizmat qiladi.

Spirtli ichimliklar ishlab chiqarishda ishlatiladigan xom ashyolar. Spirtli ichimliklar ishlab chiqarish jarayonida foydalaniladigan xom ashyolar mahsulotning ta'mi, spirt miqdori, rangi va boshqa xususiyatlarini belgilovchi asosiy omildir. Har xil turdagi spirtli ichimliklar turli o'simlik manbalaridan olinadigan uglevodlarga asoslangan bo'lib, ularning fermentatsiya jarayonida achitqilar yordamida spirtga aylanishi ta'minlanadi.

Quyida eng ko'p ishlatiladigan xom ashyo turlari va ularga mos spirtli ichimliklar turlari bayon etiladi:

Don mahsulotlari-arpa, bug'doy, javdar, makkajo'xori. Ularning ishlatilishi:

- Pivo – asosan arpa solodidan foydalaniladi.
- Viski – bug'doy, javdar yoki makkajo'xori asosida ishlab chiqariladi.

Donlarda mavjud bo'lgan kraxmal saxarifikatsiya bosqichida enzimlar yordamida shakarga aylantiriladi. Ushbu shakarlar keyinchalik achitqilar yordamida etanol va karbonat angidrid hosil qilish uchun fermentatsiyalanadi. Don mahsulotlari spirtli ichimlikka o'ziga xos rang, ta'm va tanin xususiyatlarini beradi.

Meva va rezavorlar - uzum, olma, olcha, o'rik. Ularning ishlatilishi:

- Vino – uzum sharbatidan
- Sidr – olma sharbatidan
- Brendi – uzum vinosining distillatsiyasidan

Mevalar o'zida tabiiy monosaxaridlar (glyukoza, fruktoza) saqlaganligi sababli, ularni fermentatsiya qilish oson. Fermentatsiya natijasida hosil bo'lgan vino yoki sidr keyinchalik distillatsiyalash orqali brendi yoki boshqa kuchli ichimliklarga aylantiriladi. Mevalarning tarkibidagi tabiiy aromatik moddalar ichimlikka murakkab ta'm va hid beradi.

Shakarqamish va lavlagi. Ular rom – asosan shakarqamishdan va bioetanol – transport yoqilg'isi sifatida ham ishlatiladi

Shakarqamish va lavlagida mavjud bo'lgan saxaroza bevosita fermentatsiya qilinadi. Bu xom ashyolardan olingan spirtli ichimliklar odatda shirin ta'mga ega bo'lib, janubiy mintaqalarda keng tarqalgan. Romni ishlab chiqarishda melassa (qand ishlab chiqarish chiqindisi) ham ishlatiladi.

Kraxmalli o'simliklar - kartoshka, topinambur, kassava (maniok). Kartoshka yoki bug'doy asosida aroq olinadi.

Kraxmalli mahsulotlar oldin enzimlar yordamida saxarifikatsiyalanadi, ya'ni kraxmal shakar holatiga keltiriladi. So'ngra u shakarlar fermentatsiyalanib, spirt hosil qiladi. Vodka ishlab chiqarishda mahsulot yuqori darajada distillatsiyalanadi, natijada toza, hidsiz va rangsiz spirtli ichimlik olinadi. Aroqda deyarli boshqa ta'm yoki aromatik birikmalar bo'lmaydi — bu uning asosiy xususiyatidir.

Spirtli ichimliklarning turlari va xususiyatlari ishlab chiqarishda ishlatiladigan xom ashyoga bevosita bog'liq.

Don mahsulotlari ichimlikka tanin va murakkab ta'm beradi (pivo, viski). Mevalar yengil va aromatik ichimliklar (vino, sidr) uchun mos. Kraxmalli o'simliklar esa toza, neytral spirt uchun ishlatiladi.

Biotexnologik yondashuv har bir xom ashyoga mos enzimlar, achitqilar va fermentatsiya sharoitlarini tanlashga asoslangan bo'lib, mahsulot sifatini kafolatlaydi.

Fermentatsiya jarayoni. Fermentatsiya — achitqilar (eng ko'p *Saccharomyces cerevisiae*) ishtirokida uglevodlarning spirt va karbonat angidridga aylanish jarayonidir. Bu anaerob (kislordsiz) sharoitda sodir bo'ladi:



Bu reaksiya pivo, vino va boshqa ichimliklarda tabiiy gazlanishi va spirt miqdorini hosil qiladi. Fermentatsiya davomida harorat, pH va muhit sterilligini saqlash muhim.

Spirтли ichimliklarning asosiy turlari va ularni ishlab chiqarish texnologiyasi

Spirтли ichimliklarning xilma-xilligi ularning ishlab chiqarish usullari, ishlatiladigan xom ashyolar va fermentatsiya sharoitlariga bog'liq. Quyida sanoatda keng tarqalgan asosiy spirтли ichimliklar va ularning ishlab chiqarish texnologiyalari bayon etiladi.

Spirтли ichimliklar ishlab chiqarishda ishlatiladigan aniq achitqi shtammlari quyidagilar:

1. *Saccharomyces cerevisiae* shtammlari

Bu eng keng tarqalgan sanoat achitqi turi bo'lib, uning ko'plab yuqori spirt hosildorlikka ega, seleksiya qilingan shtammlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Saccharomyces cerevisiae shtammlari

Shtamm nomi	Xususiyatlari
<i>S. cerevisiae</i> UCM Y-2390	Yuqori spirt tolerantligi (hatto 18% gacha), tez fermentatsiya
<i>S. cerevisiae</i> C-15 (VKPM Y-1329)	Rossiya sanoatida spirтли ichimliklar uchun keng qo'llaniladi
<i>S. cerevisiae</i> G-26 (VKPM Y-3429)	Bug'doy va kartoshkali muhitda yaxshi fermentatsiya
<i>S. cerevisiae</i> M-5	Yuqori glukoza tezligi, tez ishlov berish sikli
<i>S. cerevisiae</i> T-58 (turli nomlarda)	Quruq faol shtamm, yuqori etanol ishlab chiqaradi
<i>S. cerevisiae</i> Ethanol Red™	Lesaffre kompaniyasining sanoat spirt uchun ishlab chiqilgan shtammi

2. *Saccharomyces bayanus* shtammlari

Garchi asosan vino sanoatida ishlatilsa-da, ba'zi aroq ishlab chiqaruvchilari yuqori spirt konsentratsiyasi talab qilinadigan fermentatsiyalarda *S. bayanus* dan ham foydalanadi (2-jadval).

Saccharomyces bayanus shtammlari

Shtamm nomi	Xususiyatlari
S. bayanus Lalvin EC-1118	18% gacha etanolga chidamli, tez fermentatsiya
S. bayanus LALVIN QA23	Kislotali muhitda faol, kam yon mahsulotlar
S. bayanus Enoferm	Xamirni tez ko'paytirish va spirt tolerantligi yuqori

3. Tijoratda keng ishlatiladigan brend shtammlari:

- Ethanol Red™ (Lesaffre Group) – maxsus spirt ishlab chiqarish uchun ishlab chiqilgan, aroq zavodlarida ishlatiladi.
- Fermiol® (Angel Yeast, Lallemand) – quruq faol achitqi, sanoat enzimatorlariga mos.
- Bioferm X-Press – yuqori tezlikda ishlaydigan spirt achitqisi.

Quyida ayrim spirtli ichimliklar va ularni ishlab chiqarish texnologiyasi keltirilgan.

1. Pivo ishlab chiqarishda xom ashyo: arpa (solod), xmel (achchiqlik va aromat uchun), suv, *Saccharomyces cerevisiae* (ale turi) yoki *S. pastorianus* (lager turi)

Asosiy bosqichlar:

- Solodni qovurish va maydalash
- Saxarifikatsiya – aralashtirish orqali kraxmalni enzimativ parchalanishi
- Qaynatish – xmel qo'shiladi, mikroblar nobud bo'ladi
- Sovitish – achitqilar uchun mos haroratga keltirish
- Fermentatsiya – yopiq sharoitda 7–14 kun

Pivo tabiiy karbonat angidridga ega, hidsi va ta'mi xmelga bog'liq, eng qadimiy ichimliklardan biri hisoblanadi.

2. Vino ishlab chiqarishda xom ashyo: uzum yoki boshqa meva sharbatlari. Produsenti *Saccharomyces cerevisiae*, *S. bayanus*

Fermentatsiya muddati 1–4 hafta bo'lib, quyidagi bosqichlarni o'taydi:

- Filtrlash – so'zilgan moddalardan tozalash
- Yetiltirish – salqin omborlarda yoki bochkada, ba'zan sulfidlar bilan

- Bo'tkalash – tozalangan va yetilgan vinoni qadoqlash
Ta'mi, rangi va hidi uzum naviga, fermentatsiya va yetiltirish usuliga bog'liq.

3. Aroq ishlab chiqarishda xom ashyo: kartoshka, bug'doy, jo'xori

Ishlab chiqarish bosqichlariga quyidagi bosqichlar kiradi:

- Uglevodlar fermentatsiya orqali spirtga aylantiriladi
- Distillatsiya – spirt ajratiladi va tozalanadi
- Suyultirish – 40% etanolgacha

Natijada toza, hidsiz va rangsiz, ta'mi neytral bo'lgan ichimlik ishlab chiqiladi.

4. Brendi va kon'yak ishlab chiqarishda xom ashyo sifatida tayor uzum vinosi ishlatiladi. Texnologik jarayon:

- Vино distillatsiya qilinadi – bu orqali spirt kontsentratsiyasi oshiriladi
- Yetiltirish – yog'och bochkada (asosan eman) bir necha yil saqlanadi. Unda rang va yoqimli, o'ziga xos xid va ta'mga ega, yuqori sifatli ichimliklar hosil qilinadi.

Spiritli ichimliklar ishlab chiqarish bosqichlari

Spiritli ichimliklar tayyorlash ko'p bosqichli texnologik jarayon bo'lib, har bir bosqichda maxsus texnika, enzimlar va sanitariya talablari qo'llaniladi. Bu jarayon quyidagi bosqichlardan iborat:

Xom ashyoni tayyorlash. Donni maydalash, mevalarni siqish yoki shakarni eritish, uglevodlarni erkin holga keltirish, saxarifikatsiya, kraxmalni enzimlar yordamida shakar holiga aylantirish. Jarayon odatda 50–60°C atrofida olib boriladi

Fermentatsiya. Achitqilar qo'shiladi, anaerob sharoitda uglevodlardan spirt hosil bo'ladi. Harorat, pH va vaqt qat'iy nazorat qilinadi.

Filtrlash va tozalash. Fermentatsiya qoldiqlari, achitqi cho'kmalari ajratiladi, mahsulot tiniqlashtiriladi.

Distillatsiya (agar kerak bo'lsa). Spirtni kontsentratsiyalash va tozalash. Xususan aroq, brendi va kon'yakda qo'llaniladi.

Yetiltirish (ixtiyoriy). Maxsus idishlarda ta'm va aromani boyitish. Yog'och bochkalar, zanglamas idishlar yoki shishalarda saqlanadi.

Qadoqlash va saqlash. Steril qadoqlash, saqlash muddati, yorliqlash, partiya raqami bilan belgilash

Spirтли ichimliklar ishlab chiqarish — xom ashyoni to'g'ri tanlash, fermentatsiya jarayonini mukammal boshqarish va texnologik bosqichlarni aniqlik bilan bajarishga asoslangan biotexnologik jarayonlardandir. Har bir ichimlik o'ziga xos ishlab chiqarish tartibi va mikrobiologik nazoratga ega. Zamonaviy sanoat texnologiyalari bu jarayonlarni barqaror, xavfsiz va ekologik jihatdan toza qilishga xizmat qilmoqda.

Spirтли ichimliklar tayyorlashda biotexnologik nazorat va mikrobiologik sifat

Zamonaviy ishlab chiqarishda quyidagi biotexnologik nazorat choralariga e'tibor qaratiladi:

- Achitqi kulturasini tozaligi – kontaminatsiyani oldini olish
- Fermentatsiya parametrlarini nazorat qilish – harorat, pH, kislorod darajasi
- Spirt va karbonat angidrid darajasi – fermentatsiya davomiyligi va samaradorligini belgilaydi

Mikrobiologik xavfsizlik – patogenlar yo'qligini kafolatlash. Ushbu omillar mahsulot sifatini ta'minlash, bir xillikni saqlash va xavfsiz iste'molni kafolatlashda hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Spirтли ichimliklar ishlab chiqarish biotexnologiyasi qadimiy an'analarni zamonaviy ilm-fan bilan uyg'unlashtirgan yo'nalishdir. Achitqilarning enzimativ faoliyati asosida uglevodlardan spirтли ichimliklar olinadi. Jarayonning har bir bosqichi – xom ashyo tanlashdan tortib, fermentatsiya, tozalash va qadoqlashgacha – biotexnologik nazorat ostida amalga oshiriladi. Bu esa mahsulotning sifati, ta'mi, xavfsizligi va barqarorligini kafolatlaydi.

NAZORAT UCHUN SAVOLLAR

1. Spirтли ichimliklar deganda nima tushuniladi?
2. Spirтли fermentatsiya qanday mikroorganizmlar tomonidan amalga oshiriladi?
3. Etanol qanday biologik jarayon orqali hosil bo'ladi?
4. Achitqilarning biologik xususiyatlarini sanab bering.
5. Spirтли fermentatsiyada ishtirok etadigan asosiy substratlar nimalardan iborat?
6. Pivo ishlab chiqarishda qaysi bosqichlar mavjud?

7. Vino tayyorlashda ishlatiladigan mikroorganizmlar va ularning vazifasini tushuntiring.
8. Etanol ishlab chiqarishda anaerob sharoit nima uchun muhim?
9. Achitqilarning o'sishi uchun optimal pH va harorat ko'rsatkichlari qanday?
10. Fermentatsiyada karbonat angidrid hosil bo'lishining texnologik ahamiyati nimada?

SIRKALI VA SUT KISLOTALI FERMENTATSIYA

Oldingi boblarda aytib o'tganimizdek, fermentatsiya bu mikroorganizmlar ishtirokida organik moddalar (asosan uglevodlar)ning kislorodsiz (anaerob) sharoitda parchalanib, energiya ajralishi bilan metabolitlar hosil bo'lishi jarayonidir. Bu jarayon, ayniqsa, sanoatda spirtli ichimliklar, sirkalar, yogurt, tvorog kabi mahsulotlar ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi. Fermentatsiya turi mikroorganizmlar turiga va hosil bo'layotgan mahsulotga qarab farqlanadi.

Ulardan ikkitasi bu sut kislotali va sirkali fermentatsiya — oziq-ovqat texnologiyasida katta ahamiyatga ega.

Sut kislotali fermentatsiya

Sut kislotali fermentatsiya — bu uglevodlarning (asosan glyukozaning) sut kislotasiga aylanish jarayoni bo'lib, uni asosan sut kislotali bakteriyalar (*Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*) amalga oshiradi. Bu jarayon anaerob muhitda sodir bo'ladi va natijada energiya ajraladi.



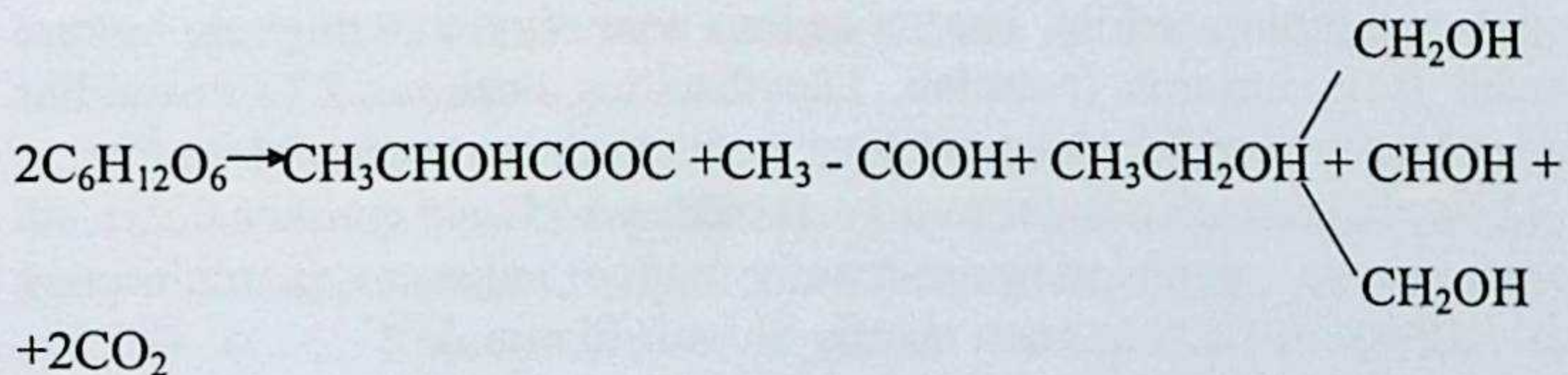
Bu yerda glyukoza $\rightarrow$ 2 molekula sut kislotasi + energiya (ATP)

Sut kislotali bijg'itishni hosil bo'lgan mahsulot turiga qarab, ikki guruhga ajratish mumkin:

1) Gomoenzimativ bijg'ishda, shakarni bijg'ishi natijasida sut kislotasi hosil bo'ladi va arziyas darajada uchuvchi kislota, etil spirt, fumar kislotasi va CO_2 hosil bo'ladi.



2) Geteroenzimativ bijg'ishda sut kislotasidan tashqari yetarli miqdorda sirka kislotasi, etil spirti, gliserin va CO_2 hosil bo'ladi.



Sut kislotali bijg'ish bakteriyalari azotli oziqalarga o'ta talabchan bo'ladi. Ayniqsa azotli organik birikmalarida yoki oqsil va aminokislotalarda yaxshi rivojlanadi.

Uglerodli va azotli moddalardan tashqari boshqa elementlarga ham talabi yuqoridir (fosfor, kaliy, kalsiy va boshqalar). Bularni asosan mikroorganizmlar mineral birikmalardan oladi. Ba'zi mikroblarni vitaminlarga talabi yuqori bo'ladi.

Sut kislotali bijg'ish bakteriyalari past ($7-10^{\circ}\text{C}$) haroratda ham yuqori ($40-42^{\circ}\text{C}$) haroratda ham yaxshi rivojlanadi. Bu bakteriyalar uchun optimal harorat $25-30^{\circ}\text{C}$ ga teng.

Sutni achituvchi bakteriyalar kislorodga nisbatan fakultativ aeroblar hisoblanadi, ular kislorodli sharoitda ham, kislorodsiz sharoitda ham yashay oladi. Rivojlanish jarayonida bakteriyalar oziqa muhitini kislotaligini oshirib yuboradi.

Tabiatda sutni achituvchi bakteriyalarni har xil turlari uchraydi, bular sharsimon va tayoqchasimon shakllarda bo'ladi. Sutni achituvchi bakteriyalar harakatsiz bo'lib, kokkalar juft-juft yoki zanjirsimon holda, tayoqchasimonlari esa uzunligi bilan farq qilib, juft holda yoki zanjir hosil qiladi.

Sutni achituvchi bakteriyalarga bir necha avlod vaqillari kiradi:

1. *Lactobacillus* spp. Bu bakteriyalar fermentatsiyada asosiy rol o'ynaydi. Ular gram-musbat, fakultativ anaerob, sporasiz tayoqchalar bo'lib, pH pasaygan muhitda ham yashay oladi.

Avlodning aksariyat vakillari to'g'ri shaklga ega, turli uzunlikdagi zanjirlarga yig'ilgan yumaloq uchlari bo'lgan tayoqchalar, yakka yoki juft bo'lib joylashtirilgan. Laktobakteriyalar orasida qisqa kokkasimon va burmalangan shakllar, shuningdek uzun ovalsimon shakllar mavjud, uzunligi $0,7-1,1$ dan $3,0-8,0$ mkm gacha bo'lgan ipsimon tayoqchalar yakka yoki zanjirlarga yig'ilgan bo'ladi.

Lactobacillus curvatus va *Lactobacillus coryniformis* turlarida hujayralar egri shaklga ega noksimon shaklidagi tayoqchalar. Tayoqchalarning uzunligi va kattaligi odatda o'sish sharoitlari bog'liq - oziqa muhitining tarkibi, harorat rejimi, aeraysiya, shuningdek, kultura yoshi. Ba'zi turlarda (masalan, *Lactobacillus enzimum*, *Lactobacillus brevis*) kulturalari har doim qisqa va uzun tayoqchalar shakliga egalar.

Laktobakteriyalar endospora hosil qilmaydi. Gram musbat bo'yaladi lekin voyaga yetganlari gram-manfiy bo'ladi, agar oziqa muhitining kislotaliligi oshsa ham gram manfiy bo'yalishi mumkin.

Laktobakteriyalarning aksariyati harakatsiz. Harakatchanlik faqat ba'zi turlarning vakillarida (ya'ni: *L. agilis*, *L. aquaticus*, *L. capillatus*, *L. chinensis*, *L. mail*, *L. na gelii*, *L. one*, *L. ruminis*, *L. satsumensis*, *L. sucicola*, *L. uvarum*, *L. vini* kuzatiladi, ular peritrixial hivchinlar yordamida harakatlanadilar. Shunisi qiziqki, ularning nafaqat alohida hujayralari harakat qilishlari mumkin, shuningdek 2-5 hujayradan iborat zanjirsimon koloniyalari ham harakatlanf oladi.

Ularning harakatchanligi oziqa muhiti va bakteriya kulturasining yoshiga bog'liq. Ba'zan laktobakteriyalar kapsula hosil qiladilar.

Ko'pchilik laktobakteriyalar ekzopolisaxaridlarni hosil qiladi. *Bulgaricus* (oddiy bolgar tayoqchasi) - *Lactobacillus delbrueckii* ning kenja turi bo'lib, yogurt ishlab chiqarish uchun ishlatiladigan ikkita bakteriyadan biri. Ilgari bakteriya *Lactobacillus bulgaricus* turi sifatida tanilgan, u birinchi marta Bolgariyada kashf etilganligi Bolgariya tayoqchasi nomi bilan atalgan.

Qattiq ozuqaviy muhitda laktobakteriyalar sferik, ko'pincha silliq, xirra, ba'zan yaltiroq, bo'rtgan, aniq konturli koloniyalar hosil qiladi. Odatda koloniyalar kichik, ammo ba'zi turlarda ularning diametri 4 mm dan oshishi mumkin. Koloniyalar odatda rangsiz, oq yoki och krem rangli, ba'zan sariq yoki qizil rangli bo'lishi mumkin. Ba'zi turlari g'adir-budir koloniyalarni hosil qiladi.

Qattiq oziqa muhitga chuqur ekilganida to'g'ri linzasimon (yasmiq shaklidagi), uchburchaksimon, qor parchasi yoki paxta bo'lakka o'xshaydigan koloniyalar hosil bo'ladi.

Jadal o'sish 0.15-0.75% agarni o'z ichiga olgan yarim suyuq oziqa muhitda kuzatiladi. Agarning kichik konsentratsiyasi muhitning past oksidlanish-qaytarilish potentsialini ta'minlaydi va qulay mikroaerofil sharoitlar hosil qiladi.

Suyuq oziqa muhitida o'sgan laktobakteriyalar ko'pincha xirralashgan koloniya hosil qilib, o'sishdan to'xtaydi va muhitda gomogen cho'qma hosil qiladi.

Bular asosan gomoenzimativ sut kislotali bijg'ituvchi bakteriyalar bo'lib, ular o'simliklarda, sut mahsulotlarida va odam va hayvonlarni ichak yo'llarida uchraydi.

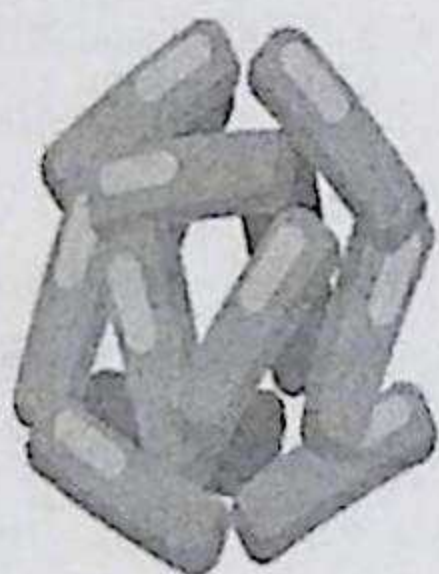
Lactobacillus avlodiga 2ta kenja avlodlar kiradi - *Thermobacterium* va *Streptobacterium*. Termabakteriyalar guruhiga bolgar (*Lactobacterium bulgaricum*), asidafilum (*Lac. Acidornilum*), pishloq (*Lac. Helueticum*) tayoqchalari va boshqalar, kiradi. Bu bakteriyalarni rivojlanishi uchun optimal harorat 40-45 °C atrofida.

Bolgar tayoqchasi asosan janubida tayyorlangan sut mahsulotlaridan va pishloqdan, asidofil tayoqchalari ichakdan olinadi. Sut kislotali tayoqchalar, kokkolarga nisbatan 1, 5-2 marotaba ko'p sut kislota hosil qiladi.

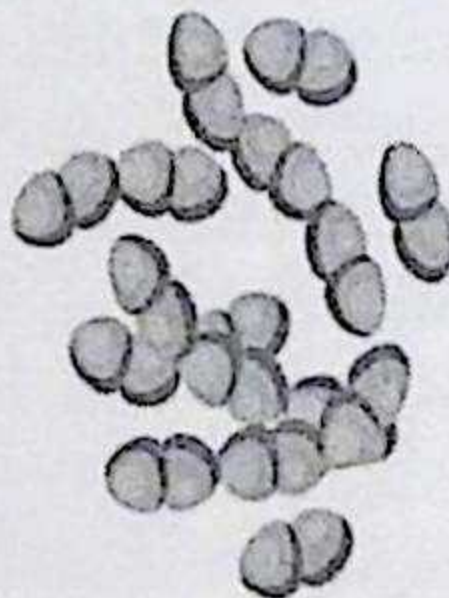
3-jadval

Sanoatda qo'llaniladiga asosiy shtammlar

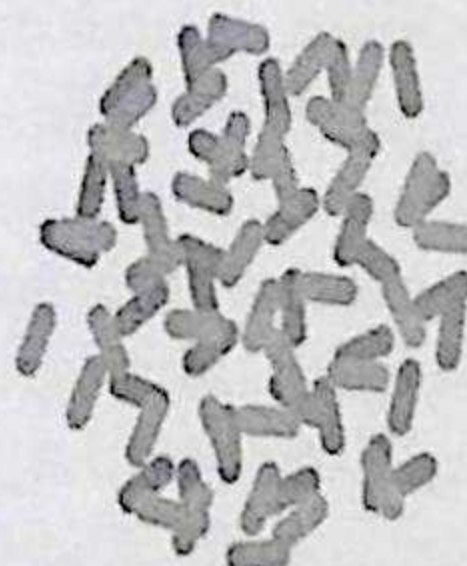
Shtamm nomi	Xususiyati
<i>Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus</i>	Yogurt ishlab chiqarishda ishlatiladi.
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Karam, zaytun, achchiq sabzavotlarni achitishda qo'llaniladi.
<i>Lactobacillus casei</i>	Sut mahsulotlari va probiotik ichimliklar uchun mos.
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Ichak mikroflorasini tiklovchi bakteriya.



Lactobacillus



Lactococcus

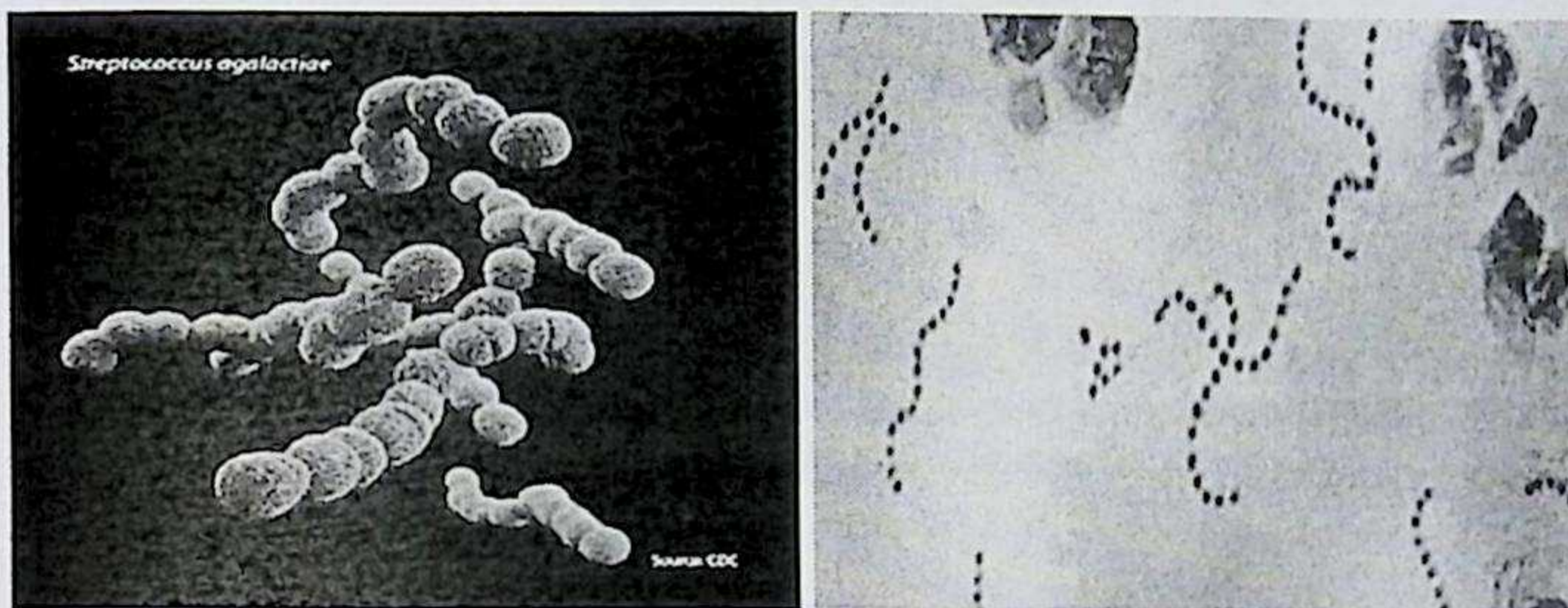


Propionibacterium

Rasm 4. Lactobacillus avlodi bakteriyalari

Streptococcus spp. Bu avlodni vakillari gomoenzimativ sut kislotali bijig'ishni amalga oshiruvchi bakteriyalaridir. Bular o'simliklar yuzasida va sutda uchraydi. Asosiy vakillaridan biri Streptococcus Lactis turi bo'lib, kalta zanjir shaklda yoki juft kokkalar shaklida ovalsimon hujayralardan iborat. Bu bakteriyalar monosaxaridlardan tashqari laktoza va maltoza (disaxaridlar) ni achitadi. Optimal rivojlanish harorati 30-35°C ga teng. Bu avlodni yana bir vakili - Streptococcus Cremoris (qaymoq streptokokki) bo'lib, hujayralari

zanjirsimon joylashgan, ular asosan sutni achitib olinadigan mahsulotlarni ishlab chiqarishda (sariyog‘, pishloq-sir) foydalaniladi.



Rasm 5. Streptococcus ko‘rinishlari

Streptokokklar avlodiga bir guruh geteroenzimativ sut kislotali bijg‘ituvchi bakteriyalar ham kiradi masalan Streptococcus thermophiles. Ular sutda va sut mahsulotlarida uchuvchan kislotalar (sirka va propion) va aromatik moddalar hosil qiladi. Streptokokklar sut mahsulotini ta‘mini yaxshilab, yokimli xid beradi.

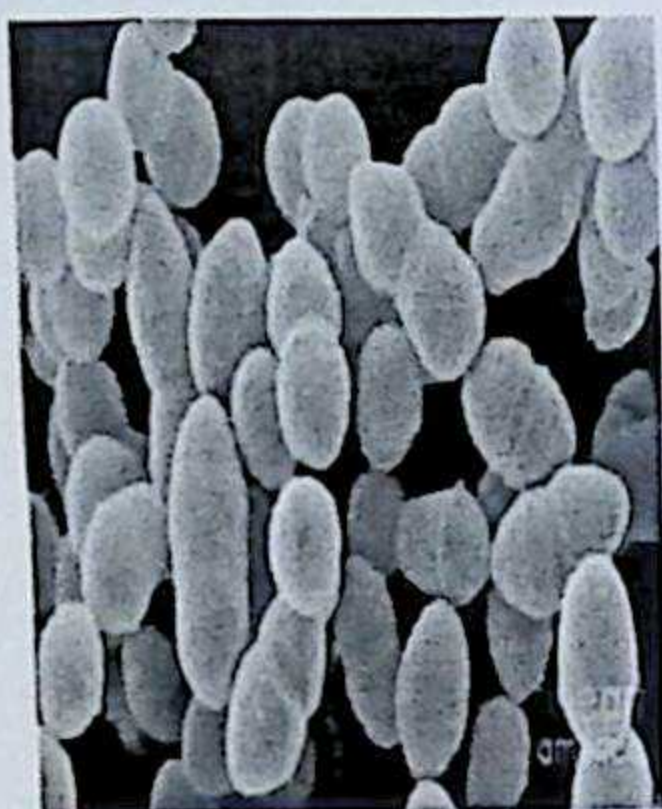
4-jadval

Sanoatda qo‘llaniladiga asosiy shtammlar

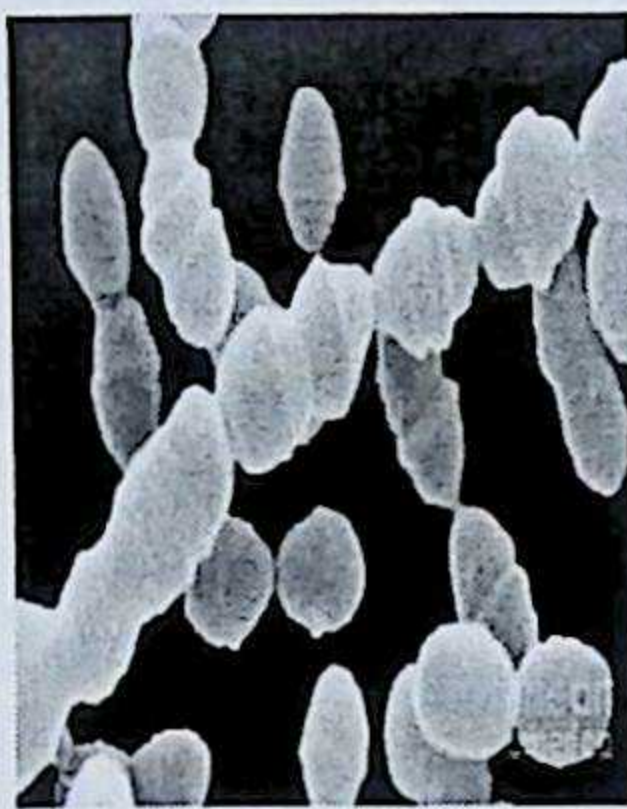
Shtamm nomi	Xususiyati
<i>Streptococcus thermophilus</i>	Yogurt, tvorog ishlab chiqarishda juda faol.
<i>Streptococcus lactis</i> (<i>Lactococcus lactis</i>)	Sanoatda sut va sariyog‘ achitishda qo‘llaniladi

2. Leuconostoc spp. Bu bakteriyalar gomoenzimativ yoki geteroenzimativ bo‘lishi mumkin (ya‘ni faqat sut kislotasi yoki sut kislotasi bilan birga boshqa mahsulotlar — etanol, CO₂ ham hosil qiladi). Leykonostok (lat. Leuconostoc) gram-musbat fakultativ-anaerob spora hosil qilmaydigan harakatsiz bakteriya. Morfologik jihatdan streptokokklarga yaqin. Ularning hayoti davomida sut va sirka kislotasi, karbonat angidrid, etil spirti, dekstran va efirlar, aromatik moddalar asetoin va diatsetil ishlab chiqariladi.

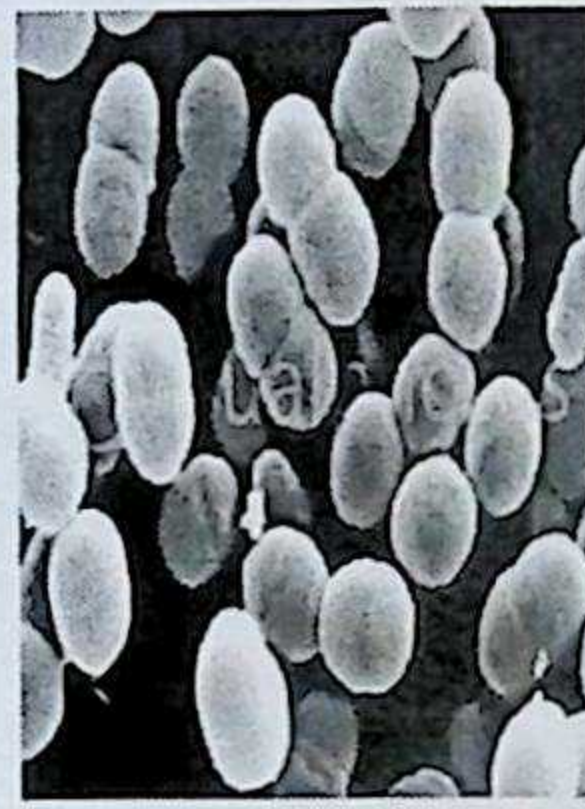
Ko‘pincha ular oval shaklga ega, zanjir hosil qilishi mumkin. Leykonostoklar tabiatda keng tarqalgan.



Leuconostoc Lactis



Leuconostoc Mesenteroides



Leuconostoc citreum

Rasm 6. *Leuconostoc* turlari

Leykonostok (asosan *Leuconostoc mesenteroides* turi) sabzavotlarni fermentatsiyalashda, xususan, karamni tuzlash va bodringni tuzlashda keng qo'llaniladi. Bundan tashqari, ular sut mahsulotlari va sharob ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Leykonostoklar yog' va pishloqlarni tayyorlash uchun ishlatiladigan achitqilar tarkibiga kirib, ularga spetsifik hid hosil qilishni ta'minlaydi.

Leykonostoklar kefir achitqisining tabiiy mikroflorasining bir qismidir va uning ta'mi va hidini shakllantirishda katta rol o'ynaydi.

5-jadval

Sanoatda qo'llaniladiga asosiy shtammlar

Shtamm nomi	Xususiyati
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	Achchiq karam, sabzavotlar fermentatsiyasida ishlatiladi.
<i>Leuconostoc cremoris</i>	Sariyog' va tvorog achitishda.

3. **Betabacterium** - Actinomycetaceae oilasiga kiritilgan. U gram-musbat, anaerob, tayoqcha shaklidagi bakteriyalar bo'lib, asosan inson va sut emizuvchi hayvonlar ichagida yashaydi. Tabiiy probiotik bakteriyalar sirasiga kiradi. Odatda ichak florasining 90% gacha qismini tashkil etadi (ayniqsa go'daklarda).

Bifidobakteriyalar uglevodlarni (masalan, laktoza yoki glyukozani) fruktozo-6-fosfat shunt deb ataladigan maxsus yo'l orqali fermentatsiyalab:

2Glukoza→2.5Sutkislotali+1.5Acetat(sirkakislotali)+ATP

Bu geteroenzimativ fermentatsiya hisoblanadi, chunki ular faqat sut kislotali emas, balki acetat (sirka kislotali) ham hosil qiladi.

Hujayralari kichik, ba'zan tarvaqaylab ketgan Y yoki V shaklidagi tayoqchalar, tekis yoki bukilgan bo'ladi. Mikroob hujayralari yakka joylashgan, juft yoki to'p, kamdan-kam hollarda zanjirlar hosil qiladi. Hujayra hajmi 0,5–1,3 ba'zan 1,5–8) mkmgacha bo'ladi.

Bifidobakteriyalar grammusbat bo'lib, endospora hosil qilmaydi, harakatsiz. Ba'zi shtammlari mikrokapsula hosil qilishga qodir.

Bifidobakteriyalar obligat anaeroblardir. Ularning o'sishi uchun optimal harorat 36-40⁰ C, maksimal harorat 20-50⁰C ni tashkil qiladi.

Muhitning optimal pH qiymati 6-7; pH 4,5 dan past bo'lsa, o'sish bifidobakteriyalarda to'xtatiladi. Sigir sutida bifidobakteriyalar sust ko'payadi, chunki u bifidobakteriyalar uchun tabiiy muhit emas.

Bifidobakteriyalarni laboratoriya sharoitida yetishtirish uchun Blaurokning jigar-sistein muhiti qo'llaniladi yoki gidrolizat-sutli muhiti qo'llaniladi.

Laboratoriya kultivatsiyasidan so'ng ular sutni 10-12 soatdan so'ng bijg'ita oladilar.

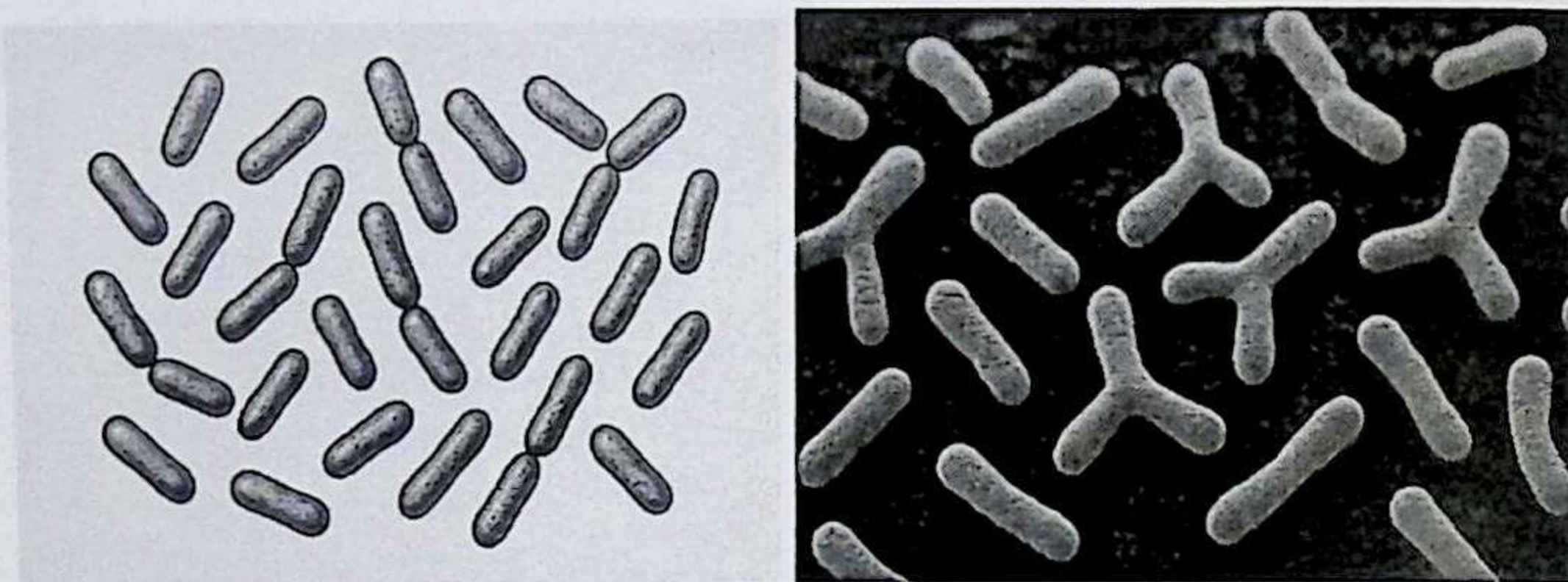
Ko'plab sanoat probiotik mahsulotlarda (yogurt, kefir, "bifilife", "actimel", "bioyogurt") bifidobakteriyalar maxsus shtammlar sifatida qo'shiladi.

- *Bifidobacterium bifidum*
- *Bifidobacterium longum*
- *Bifidobacterium adolescentis*
- *Bifidobacterium breve*

Lekin ular faqat o'zlari bilan fermentatsiya qilib to'liq yogurt hosil qilolmaydi, shuning uchun odatda *Lactobacillus* va *Streptococcus* bilan kombinatsiyada ishlatiladi.

Sut kislotali fermentatsiya jarayoni quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi:

1. Uglevod manbaini tayyorlash (masalan, sut, sabzavot, don mahsulotlari).
2. Sut kislotali bakteriyalarni qo'shish (inokulyatsiya).
3. Fermentatsiya muhiti harorat va pH darajasini nazorat qilish.
4. Fermentatsiya jarayoni (24–48 soat davomida).
5. Tayyor mahsulotning qadoqlanishi va saqlanishi.



Rasm 7. Bifidobacterium bakteriyalari

Sanoat miqyosida yogurt, kefir, tvorog, pishloqlar tayorlashda, sabzavotlarni tuzlashda ishlatiladi.

Inson sog'lig' uchun juda foydali bo'lib, ichak mikroflorasini sog'lomlashtiradi (bu immunitet uchun juda muhim), hazmni yengillashtiradi, ayniqsa laktoza nojo'ya ta'sir qiladigan odamlarga foydali, organizmda tabiiy vitaminlar, ayniqsa B guruhi vitaminlarini ko'paytiradi, tabiiy antibakterial ta'sir ko'rsatadi.

Sirka kislotali fermentatsiya, tavsifi, mohiyati, jarayoni va ahamiyati

Sirka kislotali fermentatsiya — bu mikroorganizmlar yordamida, aniqrog'i sirka kislotali bakteriyalar ishtirokida organik moddalar (odatda spirt – etanol)ning kislorod ishtirokida oksidlanib, sirka kislotasi (CH_3COOH) hosil bo'lish jarayonidir.

Bu fermentatsiya aerob sharoitda, ya'ni kislorod mavjud bo'lgan muhitda amalga oshiriladi. Fermentatsiya davomida mahsulotga xos nordon hid, ta'm va antibakterial xususiyatlar shakllanadi.

Sirka kislotali fermentatsiya insoniyatga qadimdan ma'lum bo'lib, dastlab tabiatda o'z-o'zidan sodir bo'lgan. Hozirda esa bu jarayon oziq-ovqat, farmatsevtika va kimyo sanoatida nazorat ostida sanoat miqyosida qo'llaniladi.

Sirka kislotali fermentatsiyaning mohiyati. Bu fermentatsiya ikki bosqichda kechadi. Avval spirtli fermentatsiya sodir bo'ladi, keyin esa sirka kislotali fermentatsiya boshlanadi:

1. Birinchi bosqich — spirtli fermentatsiya: Shakarlar (masalan, glyukoza, fruktoza) achitqilar (odatda *Saccharomyces cerevisiae*) yordamida etanolga (spirt) va karbonat angidridga (CO_2) aylanadi:



2. Ikkinchi bosqich – sirka kislotali fermentatsiya:
Etanol kislorod ishtirokida sirka kislotasiga oksidlanadi:



Bu bosqichni sirka kislotasi bakteriyalari, asosan *Acetobacter aceti* va *Gluconobacter oxydans* turlari bajaradi.

Acetobacter aceti – sirka kislotasini hosil qiluvchi eng muhim bakteriyalardan biridir.

Bu bakteriya gram-manfiy, tayoqcha shaklidagi, aerob (kislorodga muhtoj) mikroorganizmdir.

U birinchi bor 18-asrda sirka ishlab chiqarishda aniqlangan va 1898-yilda ilmiy ravishda tasniflangan.

Acetobacter aceti sirka ishlab chiqarishda yetakchi mikrob bo'lib, to'liq oksidlanish orqali sirka kislotasini hosil qiladi.

Gluconobacter oxydans — sirka kislotasi bakteriyalarining yana bir muhim turi bo'lib, sirka ishlab chiqarishda va boshqa biotexnologik jarayonlarda ishlatiladi.

Bu bakteriya ham gram-manfiy, aerob, ammo etanolni to'liq oksidlamaydi, faqat qisman oksidlaydi.

Sirka kislotali fermentatsiya jarayoni quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi:

1. **Xom ashyo tayyorlash.** Sirkali fermentatsiya uchun asosan spirtli eritmalar kerak bo'ladi. Bular sharob (uzum, meva), pivo, spirtli qaynatmalar (non, kartoshka, asal).

2. **Etanol hosil qilish** (spirtli fermentatsiya). Bu bosqichda shakarlar achitqilar orqali etanolga aylanadi.

3. **Sirka kislotali bakteriyalar inokulyatsiyasi.** Tayyor spirtli eritmaga *Acetobacter* yoki *Gluconobacter* shtammlari qo'shiladi.

4. **Fermentatsiya** (asosiy jarayon). Aerob sharoitda, 25–30°C haroratda, 5–30 kun davom etadigan jarayon. Muhim shart — doimiy havo yetkazib turish (kislorod ta'minoti).

5. **Mahsulotni ajratish va tozalash.** Hosil bo'lgan sirka filtrlanadi, zarur bo'lsa past haroratda damlab qo'yiladi.

6. **Qadoqlash va saqlash.** Tayyor sirka stakan, plastik yoki shisha idishlarda saqlanadi.

Sirka kislotali fermentatsiya mahsulotlari bugungi kunda ko'plab sohalarda keng qo'llaniladi.

Masalan oziq-ovqat sanoatida osh sirkasi, olma sirkasi, balzamik sirka, uzum sirkalarini olishda, souslar (ketchup, xantal, mayonez) tayorlashda, konservatsiyalashda (sabzavot, go'sht, baliqni tuzlash) qo'llaniladi.

Farmatsevtikada antiseptik va dezinfeksiya vositasi sifatida, sirka asosidagi siroplar (masalan, olma sirkasi bilan asal) tayorlashda ishlatiladi.

Kimyo sanoatida sirka angidrid, etanol va boshqa kimyoviy moddalar sintezida, plastmassa, bo'yoqlar va erituvchilar ishlab chiqarishda foydalaniladi.

Sirkali mahsulotlar nafaqat ta'm beruvchi yoki konservalovchi, balki salomatlikni qo'llab-quvvatlovchi vositalar hisoblanadi. Ular hazmni yaxshilaydi. Sirka kislotasi ovqat hazmini tezlashtiradi, oshqozon shirasi ishlab chiqarilishini rag'batlantiradi. Bundan tashqari ichak mikroflorasiga foydali, ayniqsa tabiiy olma sirkasi yengil probiotik ta'sirga ega. Sirka insulin sezuvchanligini oshirib, 2-tur diabet xavfini kamaytirishi mumkin.

Zararli mikroblarga qarshi kurashadi, teri va yuzni parvarish qilishda ishlatiladi. Detoksifikatsiya va ozishga yordam beradi.

NAZORAT UCHUN SAVOLLAR

1. Pivo ishlab chiqarish texnologik bosqichlarini ketma-ket sanab bering.
2. Vino ishlab chiqarishda uzum sharbati qanday fermentatsiyalanadi?
3. Spirtli ichimliklar ishlab chiqarishda achitqi kulturalarini qanday saqlash kerak?
4. Spirt miqdorini aniqlashda qanday usullar qo'llaniladi?
5. Xmelning pivo ishlab chiqarishdagi vazifasi nima?
6. Fermentatsiya davomida achitqilar faolligini qanday nazorat qilish mumkin?
7. Sanoat fermentatorlarining asosiy turlari va ularning afzalliklarini ayting.
8. Spirtli fermentatsiya natijasida metanol hosil bo'lishi mumkinmi? Nima uchun u xavfli?
9. Spirtli ichimliklar sifatini saqlash uchun qanday mikrobiologik nazorat amalga oshiriladi?
10. Distillatsiya jarayoni nimani anglatadi va u qanday mahsulotlar uchun qo'llaniladi?

ANTIBIOTIKLAR TURLARI, ISHLAB CHIQARISH TEXNOLOGIYASI

Antibiotiklar – bu tabiiy, yarim sun'iy yoki sun'iy yo'l bilan olinadigan, bakteriyalar va boshqa mikroorganizmlarning o'sishi yoki hayot faoliyatini to'xtatishga qodir kimyoviy moddalardir. Ular dastlab tabiiy mikroorganizmlar tomonidan raqobatchilarni yo'q qilish maqsadida sintez qilingan bo'lsa, bugungi kunda ularning biotexnologik ishlab chiqarilishi keng ko'lamda amalga oshiriladi.

Antibiotiklar tibbiyot, veterinariya, o'simliklarni himoya qilish, shuningdek sanoatdagi sterillikni ta'minlashda muhim rol o'ynaydi.

Antibiotiklar (ya'ni antibiotik moddalar) turli xil organizmlar — bakteriyalar, zamburug'lar, yuqori o'simliklar hamda hayvonlar tomonidan sintez qilinadi. "Antibiotik" atamasi ilk bor 1942-yilda olim Z. Vaksman tomonidan ilmiy muomalaga kiritilgan. Lug'aviy ma'nosiga ko'ra, bu so'z "hayotga qarshi" degan ma'noni bildiradi.

Antibiotiklar organizmlar hayotiy faoliyati natijasida hosil bo'ladigan maxsus kimyoviy moddalardir. Ular asl holatda yoki o'zgartirilgan shaklda bo'lib, ayrim mikroorganizmlar — bakteriyalar, zamburug'lar, suv o'tlari, sodda hayvonlar, shuningdek, viruslar va boshqa patogenlarga qarshi kuchli fiziologik faollikka ega bo'ladi. Bu moddalar mikroorganizmlarning ko'payishini to'xtatadi yoki ularni butunlay yo'q qiladi.

Ushbu moddalarning o'ziga xos jihatlaridan biri ularning boshqa faol moddalardan farq qiladigan darajada yuqori biologik faollikka ega bo'lishidir. Misol uchun, antibiotiklar spirtlar, organik kislotalar yoki mikroorganizmlarning o'sishiga to'sqinlik qiladigan boshqa oddiy moddalarga nisbatan sezilarli darajada kuchli ta'sir ko'rsatadi. Masalan, grammusbat bakteriyalarning (mikrokokklar, streptokokklar, diplokokklar va boshqalar) o'sishini to'xtatish uchun eritromisin antibiotigining bor-yo'g'i 0,01–0,25 mkg/ml miqdori yetarli bo'ladi. Shu darajadagi miqdordagi spirt yoki organik kislotalar esa bakteriyalar faoliyatiga jiddiy ta'sir eta olmaydi.

Yana bir muhim jihati shundaki, antibiotiklar organizmlarga tanlab ta'sir etadi. Ya'ni, ular faqat ayrim mikroorganizmlar guruhiga ta'sir qiladi, boshqalari esa ularga mutlaqo chidamli bo'lishi mumkin. Shu sababli mikroorganizmlar ikki guruhga ajratiladi: antibiotik ta'siriga sezgir va antibiotik ta'siriga chidamli (rezistent) mikroorganizmlar.

Antibiotiklarning ta'sir doirasi ham turlicha bo'ladi: ayrim antibiotiklar faqat oz sonli mikroorganizmlar turlarini o'sishini cheklasa, boshqalari ko'plab mikroorganizmlarga nisbatan faol ta'sir ko'rsatadi. Shu asosda antibiotiklar quyidagi ikki asosiy toifaga bo'linadi:

- Tor ta'sir doirasiga ega antibiotiklar – faqat ma'lum mikroblar guruhiga qarshi faol;
- Keng ta'sir doirasiga ega antibiotiklar – ko'plab turdagi mikroorganizmlarga qarshi ta'sir ko'rsatadi.

Birinchi guruh antibiotiklarga ta'sir doirasi tor bo'lgan benzilpenisillin (penisillin G), novobiosin, grizeofulvin kabi moddalar kiradi. Ikkinchi guruhga esa keng ta'sir spektriga ega bo'lgan antibiotiklar — tetrasiklinlar, xloramfenikol, trixotesin va boshqalar mansubdir.

Bugungi kunda ilm-fanda 6000 ga yaqin antibiotik moddalar mavjudligi qayd etilgan. Shundan eng katta qismini, ya'ni 3000 dan ortig'ini aktinomisetlar sintez qiladi. Aktinomisetlar tomonidan yaratilayotgan yangi antibiotiklar ro'yxati hanuz kengayib bormoqda. Antibiotiklar — kimyoviy tuzilishi jihatidan turli sinflarga mansub moddalar bo'lib, ular oddiy asiklik birikmalardan tortib, murakkab tuzilmali polipeptidlar yoki aktinomisinlarga o'xshash murakkab birikmalargacha bo'lishi mumkin.

Antibiotiklarning kimyoviy tarkibidagi xilma-xillik ularning organizmlar faoliyatiga turli mexanizmlar orqali ta'sir etishini ta'minlaydi. Shu asosda antibiotiklar quyidagi funksional guruhlarga ajratiladi:

Modda almashinuviga raqobatli ta'sir ko'rsatuvchi antibiotiklar – bu guruhga puromisin, D-sikloserin, aktitiazoin kislotasi kiradi. Ular muhim biokimyoviy jarayonlarga o'xshash tuzilmadagi modda sifatida raqobatlashadi.

Hujayra devori (qobig'i) sintezini to'xtatuvchilar – penisillinlar, basitrasin, vankomisin, sefalosporinlar bu guruhga mansub bo'lib, mikroblar hujayra devorining shakllanishiga to'sqinlik qiladi.

Hujayra membranasining funksiyasini buzuvchi antibiotiklar – bu guruhga polienlar, valinomisin, gramisidinlar, trixomisin va boshqalar kiradi. Ular membrana yaxlitligini buzib, hujayraning nobud bo'lishiga sabab bo'ladi.

Nuklein kislotalar sintezini (almashinuvini) to'xtatuvchi antibiotiklar ikki yo'nalishda ta'sir qiladi:

◦ **RNK sintezini to'xtatuvchilar** – anzhomisinlar, grizeofulvin, kanamisin, neomisin, novobiosin, olivomisinlar;

◦ **DNK sintezini to'xtatuvchilar** – aktinomisin D (yoki S11), bruneomisin, mitomisin, novobiosin, sarkomisin.

Azot asoslari – purinlar va pirimidinlar sintezini to'xtatuvchilar – bu guruhga azaserin, dekoinin, sarkomisin kiradi. Ular DNK va RNK ning qurilish bloklari sintezini buzadi.

Oqsil sintezini to'xtatuvchi antibiotiklar – bu turdagi antibiotiklar ribosomaga ta'sir qilib, oqsil hosil bo'lishiga to'sqinlik qiladi. Ular tarkibiga basitrasin, aminoglikozidlar, metimisin, tetrasiklinlar, xloramfenikol, makrolidlar kiradi.

Nafas olish jarayonini to'xtatuvchi antibiotiklar – oligomisinlar, potulin, piosianin kabi moddalar bu turga kiradi. Ular hujayraning energiya hosil qiluvchi mexanizmlarini ishdan chiqaradi.

Fosforlanish jarayonini to'xtatuvchilar – bu guruhga valinomisin, gramisidinlar, kolisinlar, oligomisin kiradi. Ular energiyaning saqlanishi va uzatilishiga to'sqinlik qiladi.

Antimetabolit xossalarga ega antibiotiklar – ba'zi antibiotiklar aminokislotalar, vitaminlar va nuklein kislotalarning antimetabolitlari sifatida ta'sir ko'rsatadi. Ular odatda aktinomisetlar yoki zamburug'lar tomonidan ishlab chiqariladi.

Antibiotiklarni sintezlovchi produtsent mikroorganizmlar

Sanoat miqyosida antibiotiklar asosan biologik sintez orqali olinadi. Ba'zida bu moddalarning molekulasi biosintez asosida tayyorlanib, keyinchalik kimyoviy modifikatsiyalarga uchraydi. Faqat ayrim antibiotiklarga to'g'ridan-to'g'ri kimyoviy sintez orqali olinadi (masalan, xloramfenikol).

Antibiotik ishlab chiqarishda asosiy produtsentlar sifatida bakteriyalar, aktinomisetlar va mikroskopik zamburug'lar xizmat qiladi.

Bakteriyalar tomonidan sintez qilinadigan antibiotiklar. Bakteriyalar ishlab chiqaradigan antibiotiklarning soni 600 ga yaqin bo'lsa-da, sanoatda faqat ularning nisbatan kam qismi ommaviy ishlab chiqariladi. Masalan:

- *Bacillus brevis* var. *G.V.* – gramisidin S ishlab chiqaradi;
- *Bacillus polymyxa* va *Bacillus sirsulans* – polimiksinlar sintez qiladi;
- *Bacillus licheniformis* – basitrasinlar ishlab chiqaradi;

- *Streptococcus lactis* – nizin sintezlaydi.

Bakteriyalar ishlab chiqaradigan antibiotiklarning kimyoviy tuzilmasi jihatidan ular polipeptidlar (uzunchoq yoki xalqasimon) va kichik molekulali oqsillardan iborat.

Ko'p hollarda bir bakterial produtsent bir vaqtning o'zida tuzilishi bir-biriga o'xshash bir nechta antibiotiklarni hosil qiladi. Masalan:

- **Gramisidinlar** – A, V, SD, S(S), D shakllari mavjud bo'lib, ularning har biri aminokislotalar tarkibi bilan farqlanadi;
- **Polimiksinlar** – 22 dan ortiq shaklga ega (masalan, A1, A2, B1, B2, S, D1, D2, E1 — kolistin A, E2 — kolistin V, M, R1, R2), tarkibida aminokislotalar bilan bir qatorda diaminyog' kislotalar va metilgeptan (metiloktan kislotasi) mavjud;
- **Basitrasinlar** – 10 turli antibiotikni o'z ichiga oladi (A, A1, V, S, D, E, F1, F2, F3 va G);
- **Nizin** – *Streptococcus lactis* tomonidan sintez qilinadi va 7 xil oqsil fraksiyasidan iborat. Ular ichida faqat nizingina kuchli biologik faollikka ega bo'lib, umumiy sintez qilingan oqsil massasining 20% ini tashkil etadi.

Aktinomisetlar tomonidan sintez qilinadigan antibiotiklar. Amaliyotda keng qo'llanilayotgan va sanoatda ommaviy ishlab chiqariladigan antibiotiklarning eng katta qismini aktinomisetlar hosil qiladigan biologik faol moddalar tashkil etadi. Bu antibiotiklar har xil kimyoviy tuzilishga va keng spektrli biologik faollikka ega bo'lgan bir qancha birikmalar guruhiga kiradi:

1-Aminoglikozidlar. Bu guruhdagi antibiotiklarning molekulasida glikozid bog'larini o'z ichiga oladi. Masalan:

- **Streptomisin** – *Streptomyces griseus* tomonidan ishlab chiqariladi;
- **Neomisinlar** – *Str. fradiae* va *Str. albogriseolus* hosil qiladi;
- **Kanamisinlar** – *Str. kanamyseticus* tomonidan sintez qilinadi;
- **Gentamisinlar** – *Micromonospora purpurea* ishlab chiqaradi;
- **Fortimisin** – *Micromonospora olivoasterospora* tomonidan yaratiladi;
- **Sporarisin** – *Saccharopolyspora hirsuta* subsp. *kobensis* sintez mahsuloti;
- **Sannamisinlar** – *Str. sannanensis* ishlab chiqaradi.

Kanamisin — *Mycobacterium tuberculosis* ga qarshi kuchli faollikka ega bo'lib, streptomisinga nisbatan samaraliroq hisoblanadi. 1972-yilda ushbu moddaning kimyoviy modifikatsiyalangan shakli — **amikasin** yaratilgan bo'lib, u kanamisin, gentamisin va boshqa aminoglikozidlarga chidamli bakteriyalarga qarshi samarali.

Fortimisinlar 1976-yilda Yaponiyaning Xirosima shahrida joylashgan tuproq namunalaridan ajratib olingan bo'lib, grammanfiy patogen bakteriyalarga qarshi kuchli ta'sir ko'rsatadi (fortimisin A va V).

2-Tetrasiklinlar. Bu guruhga quyidagi antibiotiklar kiradi:

- **Xlortetrasiklin** – *Str. aureofaciens* tomonidan sintez qilinadi;
- **Oksitetrasiklin** – *Str. rimosus* ishlab chiqaradi;
- **Tetrasiklin** – *Str. aureofaciens* ning ayrim shtammlari tomonidan yaratiladi.

Tetrasiklinlar modifikatsiya qilinib, yangi antibiotiklar sintez qilinadi: oksitetrasiklin asosida metasiklin (rondomisin) va doksisisiklin, shuningdek, 6-metiltetrasiklin asosida minosiklin olinadi. Bu preparatlar oddiy tetrasiklinlarga chidamli mikroorganizmlarga ham ta'sir ko'rsatadi.

3- Aktinomisinlar. Aktinomisinlar — yuzdan ortiq preparatlarni o'z ichiga olgan antibiotiklar guruhidir. Ularni 20 dan ortiq *Streptomyces* turlari ishlab chiqaradi, xususan:

- *Str. antibioticus*
- *Str. chrysomallus*
- *Str. flavus*.

Aktinomisinlar kimyoviy tuzilishi jihatidan xromosomeptidlar turiga kiradi. Ularning molekulasida fenoksazin xromofor guruhi va ikki polipeptid zanjirdan tashkil topgan. Har bir polipeptidda lakton sikli mavjud bo'lib, uning uzilishi antibiotikning faolligini yo'qotishiga sabab bo'ladi. Polipeptid tarkibidagi aminokislotalar turlicha bo'lishi natijasida aktinomisinlar xilma-xil bo'ladi. Ahamiyatlisi shundaki, ba'zi aktinomisinlar saraton hujayralarining rivojlanishini to'xtatish xususiyatiga ega.

4- Makrolidlar. Bu guruh ko'plab birikmalarni o'z ichiga oladi. Muhim vakillari:

- **Eritromisin** – *Str. erythraeus* ishlab chiqaradi;
- **Oleandomisin** – *Str. antibioticus* hosil qiladi;
- **Magnamisin** – *Str. halstedii* dan olinadi.

Makrolidlar biologik ta'siriga ko'ra ikki guruhga ajratiladi:

1. Grammusbat bakteriyalarga qarshi faol antibiotiklar;
2. Asosan zamburug'larga ta'sir qiluvchi, bakteriyalarga esa zaifroq ta'sir ko'rsatadigan antibiotiklar.

5-Anzamisınlar. Anzamisınlar aktınomisetlar, nokardıyalar va ayrim yuksak o'simliklar tomonidan sintez qilinadi. Ular o'z nomini molekulasidagi anza-bog' deb ataladigan (lotinchada "qalam") xos tuzilmadan olgan. Lakton bog'i yo'qligi ularni makrolidlardan farqlaydi. Anzamisınlar faqat bakteriyalarga emas, balki ayrim virus va eukariotlarga ham ta'sir ko'rsatadi.

Eng muhim vakillari:

- **Streptovarısınlar** – *Str. spectabilis* ishlab chiqaradi;
- **Rafomisınlar** – *Nocardia mediterranea* va *Micromonospora* turlari hosil qiladi;
- **Tolipomisınlar** – *Str. tolypomyorus* dan olinadi;
- **Galamısınlar** – *Micromonospora halomytica* ishlab chiqaradi;
- **Maytanzinoidlar** – *Nocardia* va ayrim o'simliklar sintez mahsuloti;
- **Naftomısın** – *Str. sollinus* sintez qiladi;
- **Geldanamısın** – *Str. hygrosopicus* hosil qiladigan biologik faol modda.

Aktınomisetlar tomonidan sintez qilinadigan muhim antibiotiklardan yana biri novobiosin hisoblanadi. Bu modda *Str. spheroides* kulturasidan olinadi va grammusbat hamda ayrim grammanfiy bakteriyalarning o'sishini samarali to'xtatadi. Eng muhim jihati shundaki, novobiosin — penisillin, streptomisin, eritromisin, tetrasiklin va neomisinga chidamli mikroorganizmlarga ham ta'sir qiladi. Novobiosin pnevmoniya, enterokokk infeksiyalari, flegmon, angina va boshqa turli yuqumli kasalliklarni davolashda keng qo'llaniladi.

Zamburug'lar tomonidan sintez qilinadigan antibiotiklar. Miselial zamburug'lar tomonidan hosil qilinadigan antibiotik moddalarning soni taxminan 1200 tadan oshadi. Ulardan eng katta amaliy ahamiyatga ega bo'lganlari – penisillinlar, sefalosporinlar, grizeofulvin, trixotesin, fumagillin kabi moddalar hisoblanadi. Ushbu antibiotiklar tibbiyot, qishloq xo'jaligi va boshqa xalq xo'jaligi sohalarida keng qo'llaniladi.

Penisillinlarni asosan *Penicillium* jinsiga mansub zamburug'lar – *P. chrysogenum*, *P. brevicompactum*, *P. nigrisans* va boshqalar, shuningdek *Aspergillus* jinsining ayrim turlari – *A. flavus*, *A. flavipes*, *A. nidulans* ishlab chiqaradi. Eng muhim va samarali penisillin ishlab chiqaruvchisi sifatida *Penicillium chrysogenum* alohida ajralib turadi. Bu zamburug' hayot faoliyati davomida antibiotiklarning har xil turlarini – ularning biologik faolligi, mikroblarga qarshi ta'sir doirasi hamda molekulyar tuzilishidagi farqlari bilan ajralib turadigan shakllarini hosil

qiladi. Mikrobiologiya sohasining rivojlanishi tufayli yangi yuqori faol shtammlar aniqlanmoqda.

Sefalosporinlar — penisillinlarga o'xshash, laktam halqali tuzilishga ega bo'lgan antibiotiklar sinfidir. Ularning birinchi vakili S-sefalosporin bo'lib, u 1955-yilda *Cephalosporium acremonium* (hozirgi *Acremonium*) zamburug'idan ajratib olingan. Sefalosporinlar molekulasida laktam va digidrotiazin sikllardan iborat bisiklik tuzilishga ega bo'lib, ikki asosiy radikal zanjir (S-7 va S-3) bilan farqlanadi. Ularning antibakterial faolligi yuqori, toksikligi esa nisbatan past. Penisillinlarga o'xshash bo'lishiga qaramay, ular penisillinazalarga nisbatan barqarorroq.

Tabiiy sefalosporinlar tibbiyotda kam qo'llaniladi, biroq ularning kimyoviy modifikatsiyasi orqali minglab polisintetik analoglar yaratilgan. Eng samarali va keng qo'llaniladiganlari: sefalotin, sefaloridin, sefaloglisin, sefaleksin kabi preparatlardir. Shuningdek, *Streptomyces clavuligerus* tomonidan sintez qilinadigan S-sefamisin antibiotigi sefalosporinlarga yaqin bo'lib, u grammusbat va grammanfiy bakteriyalarga qarshi yuqori faollik ko'rsatadi va laktamaza enzimlariga chidamli hisoblanadi. Shu asosda samarali preparat — sefoksin ishlab chiqilgan.

Antibiotik ishlab chiqarish texnologiyasi

Antibiotiklar — yuqori biologik faollikka ega bo'lgan moddalardir. Ular mikroorganizmlar, ayniqsa bakteriyalar va zamburug'lar tomonidan sintez qilinadi. Tibbiyotda, veterinariyada, o'simliklarni himoya qilishda, oziq-ovqat sanoatida antibiotiklardan keng foydalaniladi. Shu sababli antibiotiklarni sanoat miqyosida samarali, barqaror va xavfsiz ishlab chiqarish uchun maxsus biotexnologik jarayonlar majmui ishlab chiqilgan.

Antibiotik ishlab chiqarish asosan biosintez yo'li bilan, ya'ni mikroorganizmlarning enzimativ faoliyatidan foydalanib amalga oshiriladi. Bu jarayonlar bir nechta asosiy bosqichlardan iborat:

1. Ishchi shtammlarni tanlash va tayyorlash

Ushbu bosqich antibiotik ishlab chiqarishning eng muhim va strategik qismidir. Antibiotik sintezlovchi mikroorganizmlar orasidan yuqori mahsuldor, barqaror va iqtisodiy jihatdan samarali shtammlar tanlab olinadi.

2. Fermentatsiya (bioreaktorlarda o'stirish va antibiotik sintezi)

Tanlab olingan mikroorganizmlar fermentatsiya jarayoniga yuboriladi. Bu jarayon maxsus enzimatorlar yoki bioreaktorlarda olib boriladi.

Jarayon xususiyatlari quyidagilardan iborat:

- Sterillik: Bioreaktorga boshqa mikroorganizmlar tushmasligi kerak.
- Oziqlantiruvchi muhit: U karbon (glyukoza, kraxmal), azot (soya uni, pepton), mineral tuzlar, vitaminlar va o'sishni stimulyatsiya qiluvchi moddalarni o'z ichiga oladi.
- Sharoitlar nazorati: pH (odatda 6–7), harorat (28–32 °C), kislorod miqdori, aralashtirish tezligi doimiy nazorat ostida bo'ladi.
- Davomiylik: Fermentatsiya odatda 2–10 kun davom etadi.

Jarayon davomida mikroorganizmlar o'sadi va ma'lum bosqichda sekretor faoliyatga o'tib, antibiotik sintez qilishni boshlaydi.

3. Ajratish va tozalash (purifikatsiya bosqichi)

Fermentatsiya yakunlangach, hosil bo'lgan antibiotik madaniy suyuqlikdan ajratiladi. Bu murakkab va ko'p bosqichli kimyoviy-biokimyoviy jarayondir. Antibiotik tozaligi va sifati aynan shu bosqichda ta'minlanadi.

Jarayonni amalga oshiruvchi asosiy usullar quyidagilar:

- Filtratsiya: Suvli eritmadan mikroorganizmlar hujayralarini ajratish.
- Sentrifugalash: Qattiq va suyuq fraksiyalarni ajratish.
- Ekstraksiya: Organik erituvchilar yordamida antibiotikni chiqarib olish (masalan, etilatsetat, butanol).
- Kristallanish: Eritmadan toza antibiotik kristallarini ajratib olish.
- Xromatografiya: Antibiotik aralashmalarni yuqori aniqlikda tozalash (kolonka, gel-filtratsiya, HPLC).

Har bir antibiotik turi o'ziga xos fizik-kimyoviy xususiyatlarga ega bo'lgani sababli, purifikatsiya usullari ham shunga mos tanlanadi.

4. Konsentratsiyalash, quritish va qadoqlash

Ajratilgan va tozalangan antibiotik keyingi bosqichda kerakli miqdorgacha konsentratsiyalanadi va keyin quritiladi. Antibiotik moddalar ko'pincha liofilizatsiya yo'li bilan quritiladi — bu maxsus vakuum ostida muzlatib bug'lantirish usuli.

Tayyor antibiotik quyidagi shakllarda tayyorlanadi:

- Kukun shakli – dori eritmasi tayyorlash uchun.
- Kapsula va planshetlar – og'iz orqali qabul qilish uchun.
- In'ektsion eritmalar – vena yoki mushak ichiga yuborish uchun.

Qadoqlash jarayonida antibiotikning dozalash, saqlash muddati, ishlatilish tartibi va xavfsizlik me'yorlari hisobga olinadi.

Umuman antibiotik ishlab chiqarish ko'p bosqichli, murakkab va nozik nazoratni talab qiluvchi jarayon bo'lib, yuqori malakali mutaxassislar (mikrobiolog, biotexnolog, kimyogar, texnolog) ishtirokida amalga oshiriladi.

Antibiotik sanoati hozirgi kunda eng yirik farmasevtika yo'nalishlaridan biri bo'lib, tibbiyot, veterinariya, o'simlikshunoslik, oziq-ovqat va konservalash sohalarida strategik ahamiyatga ega mahsulotlar bilan ta'minlaydi.

Antibiotik ishlab chiqarishda ishlatiladigan asosiy uskunalar va ularning vazifalari

Sanoat miqyosida barcha biologik faol moddalar ishlab chiqarishda ma'lum bir jihozlar ishlatiladi, shu jumladan antibiotiklarni ham ishlab chiqarishda quyidagi uskunalardan foydalaniladi:

6-jadval

Uskuna nomi	Vazifasi
Enzimator (bioreaktor)	Bu uskuna antibiotik sintezlovchi mikroorganizmlarni steril va nazorat qilinadigan sharoitda o'stirish uchun ishlatiladi. Harorat, pH, havo oqimi, aralashtirish kabi parametrlar avtomatik nazorat qilinadi. Fermentatsiya jarayoni aynan shu bioreaktorda amalga oshadi.
Avtoklav	Fermentatsiya oldidan ozuqa muhitini, idishlarni va uskunalarni sterilizatsiya qilish uchun ishlatiladi. Avtoklav yuqori bosim va haroratda mikroblarni o'ldiradi (odatda 121 °C da 15-30 daqiqa).
Filtrlar	Fermentatsiyadan so'ng hosil bo'lgan madaniy suyuqlikdan mikroorganizmlar hujayralarini ajratish yoki mahsulotni tozalash uchun xizmat qiladi. Filtrlar turlicha: membranali, vakuumli, bosimli bo'lishi mumkin.

Sentrifuga (ajratgich)	Madaniy suyuqlikdagi qattiq va suyuq fraksiyalarni ajratish, ya'ni mikroorganizmlarni yoki antibiotikni suyuqlikdan chiqarib olishda ishlatiladi. Shuningdek, mahsulotni konsentratsiyalash vazifasini ham bajaradi.
Xromatografik ustunlar	Antibiotik moddasini boshqa aralashmalardan yuqori aniqlik bilan tozalash va fraksiyalash (bo'lib olish) uchun ishlatiladi. Xromatografiya antibiotikning sifati va tozaligi uchun muhim bosqich.
Quritish kamerasi (liofilizator)	Antibiotik eritmasini liofilizatsiya yo'li bilan quritish, ya'ni vakuum ostida muzlatib, keyin bug'lantirish orqali tayyor mahsulotni olish uchun mo'ljallangan. Bu usul antibiotikni aktiv holatda saqlashda foydalidir. Quritilgan antibiotik kukun shaklida qadoqlanadi.

Uskunalar o'rtasidagi texnologik bog'liqlik:

1. **Avtoklav** – ish boshlanishidan oldin ozuqa muhitini va idishlarni steril holga keltiradi.
2. **Enzimator** – mikroorganizmlarni o'stirib, antibiotik sintez qiladi.
3. **Filtrlar va sentrifuga** – hosil bo'lgan suyuqlikdan antibiotikni ajratadi.
4. **Xromatografik ustunlar** – ajratilgan antibiotikni tozalab, faolligini saqlab qoladi.
5. **Quritish kamerasi** – tozalangan antibiotikni saqlashga yaroqli shaklga keltiradi.

Antibiotiklar va chidamlilik muammosi

Bugungi kunda antibiotiklarga nisbatan bakteriyalarning chidamlilik (rezistentlik) darajasi global sog'liq muammosiga aylangan. Asosiy sabablar:

- Antibiotiklardan noto'g'ri va ortiqcha foydalanish

- Davolash kurslarini to'liq tugatmaslik
 - Chorvachilikda antibiotiklardan yoppasiga foydalanish
- Chidamli bakteriyalar (masalan, MRSA) tibbiyotda davolashni qiyinlashtiradi va yangi antibiotiklar izlashni taqozo etadi.

Biotexnologiya antibiotik ishlab chiqarish sohasini modernizatsiya qilmoqda. Buning uchun antibiotik ishlab chiqaruvchi shtammlar genetik muhandislik yordamida yuqori mahsuldorlikka ega qilib yaratilmoqda.

Yangi antibiotiklar dizayni uchun kompyuter modellaridan foydalanilmoqda, mutlaqo yangi strukturalarga ega bo'lgan sun'iy antibiotiklar sintez qilinmoqda hamda turli mikroorganizmlarni birgalikda o'stirib, yangi sintez yo'llari ochilmoqda.

Antibiotiklar biologik jihatdan faol moddalar bo'lib, mikroorganizmlarga qarshi kurashishda asosiy vosita hisoblanadi. Ular tabiiy ravishda mikroorganizmlar tomonidan sintez qilinadi va sanoat miqyosida nazoratli fermentatsiya yordamida ishlab chiqariladi. Antibiotiklar bugungi kunda biotexnologiyaning ajralmas qismi bo'lib, ularni ishlab chiqarishdagi innovatsion yondashuvlar yangi davo vositalarini yaratishga xizmat qilmoqda. Shu bilan birga, ularning noto'g'ri qo'llanilishi natijasida vujudga kelayotgan rezistentlik muammosi jahon sog'liqni saqlash tizimida dolzarb masalalardan biri bo'lib qolmoqda.

NAZORAT UCHUN SAVOLLAR

1. Antibiotiklar deganda nima tushuniladi?
2. Antibiotiklar qanday mikroorganizmlar tomonidan ishlab chiqariladi?
3. Antibiotiklar qanday asosiy guruhlariga bo'linadi?
4. Tabiiy va yarim sun'iy antibiotiklar o'rtasida qanday farq bor?
5. Antibiotiklarning bakteriyalarga ta'sir qilish mexanizmlarini sanab bering.
6. Antibiotiklar qanday mikroblarga qarshi samarali bo'ladi?
7. Antibiotiklar selektiv toksiklik xususiyatiga ega deganda nima nazarda tutiladi?
8. Antibiotiklar qanday hujayra komponentlariga ta'sir qiladi (devor, ribosoma, DNK)
9. Mikroblar antibiotiklar qanday biologik faol moddalarga kiradi?
10. Antibiotiklar bilan bog'liq allergik reaksiya va nojo'ya ta'sirlar nimalardan iborat?

ORGANIK KISLOTALAR ISHLAB CHIQARISH

Organik kislotalar – karbonli birikmalar bo'lib, ularning molekulasi tarkibida karboksil guruhi ($-\text{COOH}$) mavjud. Biotexnologik usullar bilan ushbu kislotalarni mikroorganizmlar yordamida olish kimyoviy sintezga nisbatan bir qator afzalliklarga ega:

- **Ekologik toza:** Kimyoviy katalizatorlarsiz, past harorat va bosimda olib boriladi. Atrof-muhitga zararli chiqindilar kam.
- **Xarajat kamligi:** Arzon xom ashyo – qandlar, kraxmal, sellyuloza, melassa, gidrolizatlar ishlatiladi.
- **Barqarorlik:** Fermentatsiya jarayoni avtomatlashtirilgan bo'lishi mumkin, bu esa mahsulot sifatini ta'minlaydi.
- **Tanlab ta'sirchanlik:** Mikroblar faqat kerakli mahsulotni sintez qiladi, bu esa ajratish va tozalashni soddalashtiradi.

Asosiy organik kislotalar va ularning sanoatdagi roli

Sirka kislotasi (CH_3COOH) - *Acetobacter aceti*, *Clostridium acetobutylicum* kabi produsentlar tomonidan aerob sharoitda etanoldan sintezlanadi. Oziq-ovqat (marinadlar, konservatsiya), farmatsevtika (dezinfeksiya) va kimyo sanoati (bo'yoqlar, plastmassalar)da qo'llaniladi.

Limon kislotasi ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) - *Aspergillus niger*, *Candida guilliermondii* kabi produsentlar tomonidan saxaroza, melassa, kraxmal substratlarida sintezlanadi. Oziq-ovqat (E330 konservant), ichimliklar, dori-darmonlar, metal tozalash vositalari sifatida qo'llaniladi.

Glyukon kislotasi ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_7$) - *Gluconobacter oxydans* produsentlar tomonidan sintezlanadi. Sut mahsulotlari, ichimliklar, tibbiyotda infuzion eritmalar, bioo'g'it va chelate birikmalar sifatida qo'llaniladi.

Itakon kislotasi ($\text{C}_5\text{H}_6\text{O}_4$) - *Aspergillus terreus* produsentlar tomonidan sintezlanadi. Polimerlar (bio-plastmassalar), bo'yoqlar, qatronlar, o'simlik himoyasi vositalari sifatida qo'llaniladi.

Fumar kislotasi ($\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$) - *Rhizopus oryzae*, *Mucor spp.* kabi produsentlar tomonidan aerob sharoitda etanoldan sintezlanadi. Oziq-ovqatda kislotalashtiruvchi, tozalovchi vositalar sifatida qo'llaniladi.

Laktat kislotasi ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$) - *Lactobacillus spp.*, *Bacillus coagulans* produsentlar tomonidan sintezlanadi. Sanoatda bioplastmassalar (PLA), ichimliklar va konservalar, teri ishlash, kosmetika olishda ishlatiladi.

Yantar kislotasi ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$) - *Actinobacillus succinogenes*,

Corynebacterium glutamicum produsentlar tomonidan sintezlanadi. Kosmetika, farmatsevtika, o'simlik o'sish stimulyatori, energetik ichimliklar sifatida qo'llaniladi.

Organik kislotalarni ishlab chiqarish texnologik bosqichlari

Biotexnologik asosda organik kislotalarni sanoat miqyosida olish bir necha bosqichli murakkab jarayon bo'lib, har bir bosqichning o'ziga xos texnologik talablari mavjud. Tijoriy maqsadlarda foydalanish uchun organik kislotalarni ishlab chiqarish kimyoviy sintez yoki fermentatsiya yo'li bilan amalga oshiriladi. Fermentatsiya jarayoni yuqori mahsuldorlik, arzonroq xarajatlar va ifloslanishning kamayishi tufayli afzallik beriladi.

Quyida ushbu bosqichlar haqida batafsil ma'lumot keltiriladi:

1. Ishchi shtammlarni tanlash. Ishlab chiqarishning boshlang'ich nuqtasi sifatida, yuqori darajada kislota produtsiyaga ega, barqaror va selektsiyalangan mikroorganizmlar shtammlari tanlab olinadi. Bu shtammlar tabiiy muhitdan ajratilishi yoki genetik muhandislik orqali o'zgartirilgan bo'lishi mumkin. Genetik modifikatsiyalar orqali ular mahsuldorlik, kislota chidamlilik va *fermentatsiya* samaradorligi nuqtai nazaridan optimallashtiriladi.

2. Fermentatsiya (bioreaktorlarda). Tanlab olingan mikroorganizmlar maxsus bioreaktorlarga ekiladi. Bu bosqichda steril va nazorat qilinadigan sharoitda (harorat, pH, gaz almashinuvi, aralashtirish) mikroorganizmlar glukoza, saxaroza, kraxmal yoki boshqa uglevodli substratlarni parchalab, kerakli organik kislotalarni sintez qiladilar. *Fermentatsiya* jarayoni odatda 2–7 kun davom etadi va bu vaqt ichida mikroorganizmlar faol ko'payadi va maksimal miqdorda mahsulot to'planadi.

3. Ajratish va tozalash. Fermentatsiya tugagach, hosil bo'lgan organik kislota kultural suyuqlikdan ajratib olinadi. Buning uchun bir nechta texnologik usullar qo'llaniladi:

- Filtratsiya – mikroorganizmlar biomassasini ajratish;
- Ekstraksiya – kislota organik erituvchilar bilan ajratib olish;
- Kristallanish – toza kislota shakllanishi uchun sharoit yaratish;
- Ion-almashuvchi xromatografiya – kislota ionlarini ajratish va tozalashda qo'llaniladigan yuqori aniqlikdagi usul.

Bu bosqich mahsulot sifatini belgilovchi muhim qadam hisoblanadi.

4. Konsentratsiyalash va quritish. Ajratilgan organik kislota vakuumli bug'latish, bug' chiqarish, sovitish yoki boshqa usullar yordamida kerakli konsentratsiyaga yetkaziladi. So'ngra mahsulot liofilizatsiya (muzlatib quritish), spreysi bilan purkash yoki boshqa usullar orqali quritilib, kukun yoki kristall shaklida tayyorlanadi.

5. Qadoqlash va saqlash. Yakuniy bosqichda tayyor kislota mahsulotlari sanoat, oziq-ovqat yoki farmatsevtika standartlariga muvofiq ravishda qadoqlanadi. Qadoqlash jarayonida gigiyena, namlikdan himoya va uzoq muddatli saqlash talablariga e'tibor beriladi. Saqlash uchun maxsus konteynerlar, vakuumli qadoqlar yoki bankalar ishlatiladi.

Organik kislotalarni biotexnologik usulda ishlab chiqarish nafaqat ekologik toza va iqtisodiy jihatdan samarali, balki mikroorganizmlarning tabiiy yoki modifikatsiyalangan imkoniyatlaridan to'laqonli foydalanishni ta'minlaydi. Har bir texnologik bosqich jarayon sifatiga bevosita ta'sir ko'rsatadi, shuning uchun ularni puxta rejalashtirish va texnik jihatdan nazorat qilish muhim hisoblanadi.

Zamonaviy biotexnologik yondashuvlar

Organik kislotalarni sanoat miqyosida samarali va barqaror ishlab chiqarish uchun zamonaviy biotexnologik yondashuvlar keng qo'llanilmoqda. Ushbu yondashuvlar nafaqat mahsulot hosildorligini oshirish, balki energiya tejamliligi, ekologik xavfsizlik va arzon xom ashyolardan foydalanish imkonini ham beradi.

Genetik modifikatsiya. Zamonaviy biotexnologiyaning asosiy yo'nalishlaridan biri – genetik muhandislik texnologiyalaridir. Ushbu yondashuvda mikroorganizmlar genomi o'zgartiriladi, yangi kislotaprodutsiyaga mas'ul bo'lgan genlar faollashtiriladi yoki ko'paytiriladi, nofoydali metabolik yo'llar o'chirib tashlanadi, chidamlilik genlari kiritiladi (masalan, kislotalarning o'ziga yoki pH o'zgarishiga nisbatan).

Natijada, modifikatsiyalangan mikroorganizmlar yuqori kislotaprodutsiyaga ega bo'lib, fermentatsiya jarayonida ko'proq va sifatli mahsulot beradi. Misol uchun, genetik jihatdan o'zgartirilgan *Aspergillus niger* zamburug'i limon kislotasini an'anaviy shtammlarga nisbatan bir necha baravar ko'proq ishlab chiqaradi.

Metabolik muhandislik. Bu usul mikroorganizmlar ichidagi enzimativ yo'llarni chuqur tahlil qilish va ularni optimal tarzda qayta tuzishga asoslanadi. Metabolik muhandislik quyidagilarga imkon beradi:

- Enzimlar faolligini tartibga solish;
- Metabolik oqimlarni kerakli mahsulot yo'nalishiga yo'naltirish;
- Yaroqsiz yon mahsulotlar hosil bo'lishining oldini olish;
- Substratlarning to'liqroq parchalanishini ta'minlash.

Bu orqali chiqim kamayadi, xomashyo samarali ishlatiladi va umumiy ishlab chiqarish xarajatlari pasayadi. Masalan, *Corynebacterium glutamicum* bakteriyasida enzimlar muvozanatini boshqarish orqali glyukon kislotasi ishlab chiqarish ikki barobar ko'paytirilgan.

Biokonversiya. Biokonversiya – bu arzon va qayta tiklanadigan xom ashyolarni mikroorganizmlar yordamida qimmatli mahsulotga aylantirish texnologiyasidir. Ushbu yondashuvda *qishloq xo'jaligi chiqindilari* (*qamish, somon, jo'xori poyalari*), oziq-ovqat sanoati chiqindilari (*meva po'choqlari, non qoldiqlari*), yog'och yoki sellyulozali materiallar (masalan, talaş, karton) substrat sifatida ishlatiladi.

Bunday chiqindilarni parchalay oladigan mikroorganizmlar (masalan, *Trichoderma reesei*) enzimlar ishlab chiqarib, ularni limon, yantar, sirka kabi kislotalarga aylantiradi. Biokonversiya iqtisodiy jihatdan foydali va ekologik barqaror yechim hisoblanadi.

Yuqori quvvatli bioreaktorlar. *Bioreaktorlar zamonaviy biotexnologik ishlab chiqarishning yuragi hisoblanadi. Yangi avlod bioreaktorlari quyidagi afzalliklarga ega:*

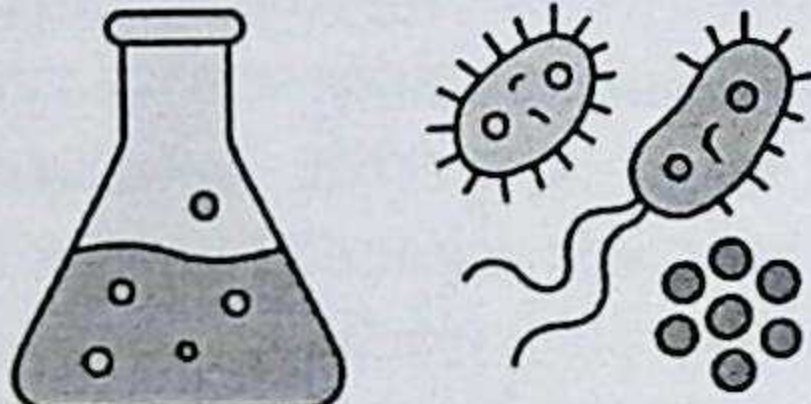
- Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari: pH, harorat, kislorod miqdori va aralashtirish darajasi avtomatik ravishda nazorat qilinadi;
- Energiya samaradorligi: issiqlik va sovitish tizimlari yaxshilangan, sarf kam;
- Skalalanish (kattalashtirish) imkoniyati: laboratoriya sharoitida olingan natijani sanoat darajasiga tez o'tkazish mumkin;
- Sterillikni ta'minlash: infeksiyalarni oldini olish uchun yopiq tizimlar ishlatiladi.

Yuqori quvvatli bioreaktorlar mahsulot sifatini barqaror saqlab qolish, ishlab chiqarish tezligini oshirish va odam aralashuvisiz ishlab chiqarish imkonini beradi.

Organik kislotalar

$$\begin{array}{c} R \\ | \\ R-C-OH \end{array}$$

Mikrobial sintez



Mikrobial sintez

Ularning turlari	
Limon kislotasi	$C_6H_9O_7$
Sirka kislotasi	CH_3COOH
Laktat kislotasi	$CH_3CHOHCOOH$
Glyukon kislotasi	$C_6H_{12}O_7$
Fumar kislotasi	$C_4H_4O_4$
Propion kislotasi	C_2H_5COOH

Qo'llanilishi	
Oziq-ovqat	Farmatsevtika
Qishloq xo'jaligi	Kimyo sanoati

Rasm 8. Organik kislotalar

Zamonaviy biotexnologik yondashuvlar organik kislotalar ishlab chiqarish jarayonini an'anaviy usullarga qaraganda bir necha baravar samaraliroq va ekologik xavfsiz holga keltiradi. Ayniqsa, genetik muhandislik, metabolik optimallashtirish va chiqindilardan foydalanishga asoslangan biokonversiya texnologiyalari sanoatda keng qo'llanila boshladi. Kelajakda bu yondashuvlar yordamida arzon, ekologik toza va yuqori sifatli mahsulotlar ishlab chiqarish imkoniyatlari yanada kengayadi.

NAZORAT UCHUN SAVOLLAR

1. Organik kislotalar deganda nimani tushunasiz?
2. Organik kislotalarning umumiy kimyoviy xossalari nimalardan iborat?
3. Mikroorganizmlar orqali olinadigan asosiy organik kislotalarni sanab bering.
4. Limon kislotasi qanday mikroorganizmlar yordamida sintez qilinadi?
5. Sirkali kislotaning biologik sintezi qanday amalga oshiriladi?
6. Organik kislotalar biotexnologiyada qanday vazifalarni bajaradi?
7. Laktoza kislotasi qanday yo'l bilan mikroorganizmlar tomonidan hosil qilinadi?
8. Organik kislotalar oziq-ovqat sanoatida qanday maqsadlarda ishlatiladi?

MIKROBIAL ENZIMLAR VA ULARNING TEXNOLOGIYASI

Mikrobial enzimlar — bu mikroorganizmlar tomonidan sintez qilinadigan oqsilli moddalar bo'lib, ular turli biokimyoviy reaksiyalarni tezlashtiruvchi biokatalizator sifatida ishlaydi. Ular tabiiy, ekologik toza va an'anaviy kimyoviy katalizatorlarga nisbatan samaraliroq hisoblanadi. Mikrobial enzimlarning afzalliklari quyidagilardan iborat:

- Yuksak faollik va selektivlik;
- Ishlab chiqarishning arzonligi;
- Yangilanuvchi manbalar (bakteriya, zamburug', aktinomisetlar);
- Biologik parchalanuvchanlik;
- Ekologik xavfsizlik.

Enzimlar (enzimlar) — biologik katalizator sifatida turli sohalarda keng qo'llaniladigan moddalar hisoblanadi. Odamlar ularni tibbiyotda, oziq-ovqat sanoatida, qishloq xo'jaligida va boshqa amaliy faoliyatlarda samarali foydalanib kelishmoqda. Enzimlar tabiiy ravishda uchta asosiy manbadan olinadi: hayvon to'qimalari, o'simlik hujayralari va mikroorganizmlar. Hozirgi kunga kelib 2000 dan ortiq enzim turlari aniqlangan bo'lib, ularning bir necha yuztasi toza holatda ajratib olingan va amaliyotga joriy etilgan.

Enzimlar ishlab chiqarishda mikroorganizmlar eng muhim manba sifatida ajralib turadi. Bunga sabab ular arzon substratlarda tez o'sishi va yuqori darajada enzim hosil qilish qobiliyatiga ega bo'lishidir.

Mikrobial enzimlar asosan quyidagi mikroorganizmlar yordamida ishlab chiqariladi:

- **Bakteriyalar:** *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis*, *Pseudomonas spp.*
- **Zamburug'lar:** *Aspergillus niger*, *A. oryzae*, *Penicillium spp.*
- **Aktinomisetlar:** *Streptomyces spp.*

Bu mikroblar ma'lum oziqlanish sharoitida fermentlar ishlab chiqaradi, ular esa fermentatsiya texnologiyalari yordamida ajratib olinadi.

Ozuqa muhitining tarkibi o'zgartirilishi orqali kerakli enzimni xohlagan miqdorda olish mumkin. Bundan tashqari, ko'pgina mikroorganizmlar enzimlarni hujayra tashqarisiga ajratadi, bu esa ularni yig'ib olish va tozalashni ancha osonlashtiradi.

Mikroorganizmlarning yana bir ustunligi — ularning tez o'sishidir. Masalan, ayrim shtammlar atigi 24–72 soat ichida katta miqdorda

enzimlar hosil qilishi mumkin. Bunday tezkorlik hayvon yoki o'simlik to'qimalaridan enzim ajratishga nisbatan ancha samarali va iqtisodiy foydalidir.

Ko'plab mikroorganizmlar chiqindi materiallardan, masalan sellyuloza, metan, metanol, neft fraksiyalari kabi moddalardan ham foydalanib, o'sishi mumkin. Bu moddalar odamlarga yoki hayvonlarga toksik bo'lishi mumkin, biroq mikroorganizmlar ularni qayta ishlab, foydali enzimlar ishlab chiqaradi. Shunday qilib, ular faqat enzim ishlab chiqarmasdan, balki ekologik muhitni tozalashga ham xizmat qiladi.

Ba'zi enzimlarning mikroorganizmlar hujayrasida miqdori juda yuqori bo'ladi. Masalan, ribulozobifosfatkarboksilaza enzimi ayrim fototrof bakteriyalarda suvda eriydigan oqsillarning 40–60 foizini tashkil qilishi mumkin.

Ko'plab mikroorganizmlar gidrolitik enzimlarni — ya'ni oqsil, yog', sellyuloza va boshqa murakkab moddalarni parchalaydigan enzimlarni ko'p miqdorda ishlab chiqaradi. Bu enzimlar ko'pincha hujayradan tashqariga ajratiladi. Shuningdek, faqat mikroorganizmlar sintez qiladigan maxsus enzimlar ham mavjud. Masalan, azot fiksatsiyasida qatnashadigan nitrogenaza enzimi faqat azotni o'zlashtiruvchi mikroorganizmlarda uchraydi.

Ba'zi bakteriyalar ammiak, nitrit, sulfid, oltingugurt birikmalari va ikki valentli temir kabi anorganik substratlarni oksidlay oladi. Bu jarayonlar maxsus enzimlar — oksidazalar, redutazalar ishtirokida kechadi. Shu kabi, ayrim bakteriyalar va suv o'tlari vodorod ishlab chiqarish, metan va metanol kabi moddalarni substrat sifatida parchalash xususiyatiga ega bo'lib, bunda degidrogenaza kabi enzimlar faol qatnashadi.

Mikroorganizmlar ishlab chiqaradigan enzimlar sanoat ifloslantiruvchilarini parchalashda ham qo'llaniladi. Masalan, plastmassa, pestitsidlar va boshqa zaharli moddalarni oddiy birikmalarga aylantirish orqali ekologik tozalanish jarayoniga yordam beradi. Enzimlar orasida glikozidazalar muhim o'rinni egallaydi — bu enzimlar glikozid bog'larini gidrolizlaydi. Bu guruhga amilolitik enzimlar kiradi: alfa-amilaza, beta-amilaza, glikoamilaza. Mikroorganizmlar odatda alfa-amilaza ishlab chiqaradi, beta-amilaza esa kam uchraydi. Amaliyotda ishlatiladigan alfa-amilaza *Bacillus licheniformis*, *Bas. amyloliquefaciens*, *Aspergillus oryzae* kabi mikroorganizmlardan olinadi. Ayniqsa *Bacillus licheniformis*dan olingan alfa-amilaza 100 °C

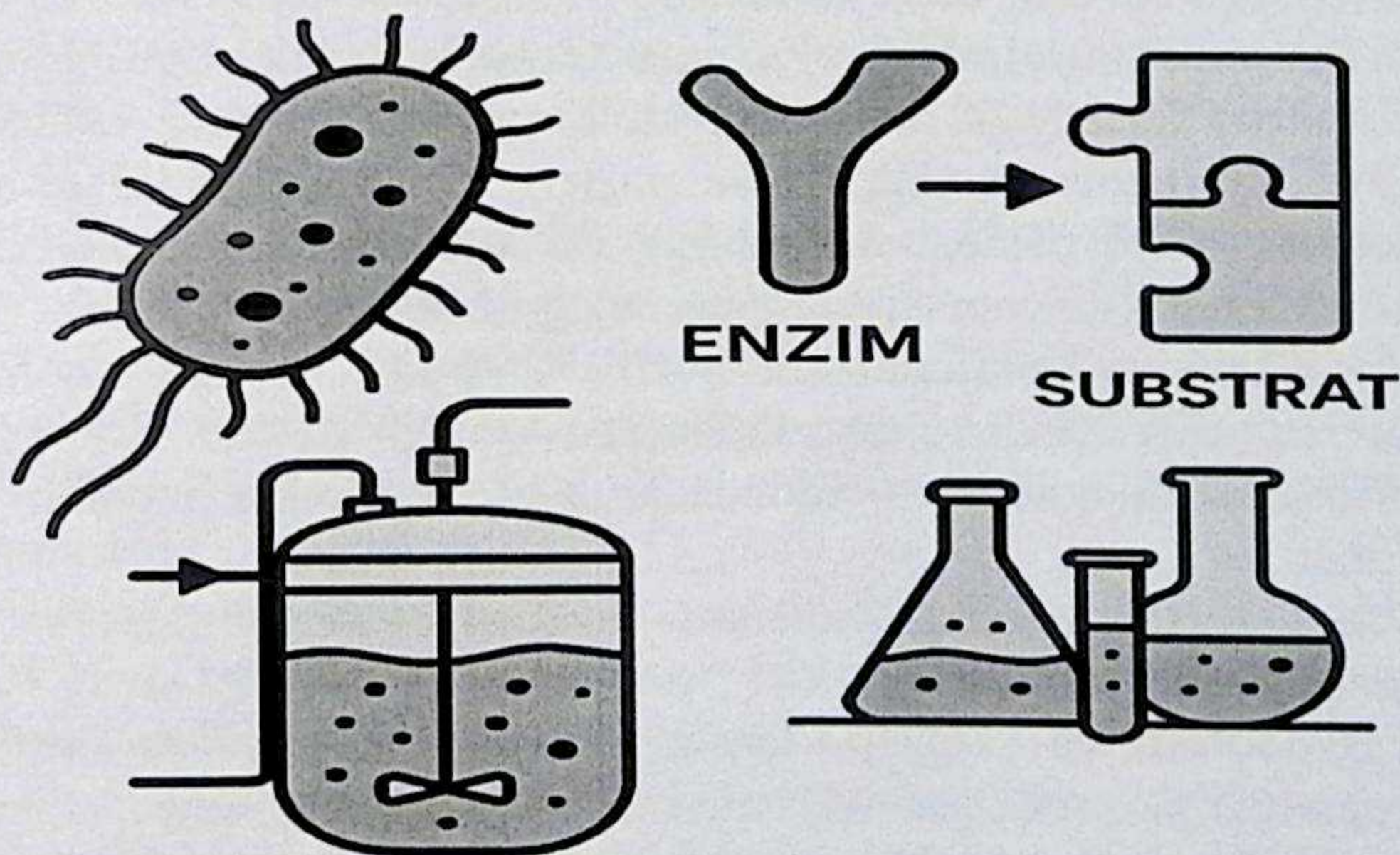
atrofida ham o'z faolligini saqlab qoladi, bu esa uni sanoat sharoitida qo'llashda juda muhim qiladi.

Mikroorganizmlar ekstremal sharoitda — yuqori yoki past haroratda, kislorodsiz muhitda, kislota yoki ishqorli sharoitda, tuz konsentratsiyasi yuqori bo'lgan muhitda ham o'sishga vaenzim ishlab chiqarishga qodirdir. Ularning enzimlari ham shunga mos holda moslashgan bo'ladi. Shu sababli, mikroorganizmlar orqali bajariladigan enzimativ reaksiyalar, boshqa usullar bilan amalga oshirish mushkul bo'lgan murakkab jarayonlarni soddalashtirish imkonini beradi.

Mikrobiale nzimlar ishlab chiqarish texnologiyasi

Mikrobiale nzimlarni sanoat miqyosida ishlab chiqarish jarayoni bir nechta izchil bosqichlardan iborat bo'lib, har bir bosqich fermentlarning sifatli va barqaror olinishini ta'minlashga qaratilgan. Ushbu texnologik jarayon quyidagi asosiy bosqichlarni o'z ichiga oladi:

1. Ishchi shtammlarni tanlash. Eng yuqori enzim ishlab chiqarish qobiliyatiga ega bo'lgan mikroorganizmlar tanlab olinadi. Tanlangan shtammlar seleksiya usullari orqali optimallashtiriladi yoki genetik modifikatsiya orqali ferment hosil qilish faolligi kuchaytiriladi. Bunda rekombinatsion DNK texnologiyasi va molekulyar biologiya yondashuvlari qo'llanilishi mumkin.



Rasm 9. Ferment substar ta'siri

2. Fermentatsiya jarayoni (bioreaktorlarda). Tanlab olingan shtammlar maxsus tayyorlangan steril muhitda o'stiriladi va ularning enzim ishlab chiqarish faoliyati fermentatsiya orqali amalga oshiriladi. Fermentatsiya ikki asosiy shaklda olib boriladi:

- **Suyuq fazali fermentatsiya** – bu eng keng qo'llaniladigan usul bo'lib, unda mikroorganizmlar oziqaviy suyuqlikda ko'payadi va ferment ajratadi.

- **Qattiq fazali fermentatsiya** – bu usulda mikroblar nam holatdagi qattiq substratda o'stiriladi (masalan, bug'doy kepeklerida). Ushbu usul xususan ayrim qo'ziqorinlar uchun samarali hisoblanadi.

Fermentatsiya davomida muhitning harorati, pH darajasi, aeratsiya va aralashtirish kabi parametrlari qat'iy nazorat ostida bo'ladi.

3. Enzimni ajratish va tozalash. Fermentatsiya natijasida hosil bo'lgan fermentlar madaniy suyuqlikdan ajratib olinadi. Buning uchun:

- **Filtratsiya** – qo'pol zarrachalarni ushlab qoladi;
- **Sentrifugirovka** – hujayralarni ajratish uchun aylantirish usuli qo'llaniladi;
- **Cho'ktirish (precipitatsiya)** – ammoniy sulfat yoki etanol yordamida fermentlarni cho'ktirib olish mumkin;
- **Xromatografiya** – molekulalarning hajmi, zaryadi yoki o'xshashligiga qarab ajratish usulidir.

Tozalash jarayoni fermentning tozalik darajasiga, faolligiga va barqarorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

4. Konsentratsiyalash va barqarorlashtirish. Ajratilgan ferment kerakli konsentratsiyaga keltiriladi va barqarorlashtiruvchi moddalar (masalan, glyukoza, sorbitol yoki tuzlar) bilan aralashtiriladi. Bu fermentning uzoq muddat saqlanishini va faoliyatini saqlab qolishiga yordam beradi. Konsentratsiyalashdan so'ng fermentlar:

- **Liofilizatsiya (sublimatsion quritish)** – past haroratda quritish orqali fermentlar kukun holatiga keltiriladi;
- **Purkagichli quritish** – fermentlar nozik aerosolda purkalib, tez quritiladi.

Bu bosqich fermentning saqlanish muddati, tashish qulayligi va barqarorligiga ta'sir qiladi.

6. Qadoqlash va saqlash. Tayyor fermentlar sanoat va amaliyot ehtiyojlariga mos shaklda qadoqlanadi. Ular kukun, suyuq eritma, granulalar yoki kapsula holatida tayyorlanadi. Har bir mahsulot belgilangan standartlarga muvofiq saqlash sharoitlariga rioya qilingan holda omborlarga yoki iste'molchilarga yuboriladi.

Mikrobal enzimlarning sanoatdagi qo'llanilishi

Oziq-ovqat sanoatida. Mikroorganizmlar tomonidan sintez qilinadigan fermentlar oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarish, saqlash va sifatini yaxshilashda muhim rol o'ynaydi:

- Amilazalar – kraxmalni qandga aylantirib, nonni yaxshi ko'tarilishini, yumshoqligini ta'minlaydi.
- Pektinazalar – meva sharbatlarini tiniqlashtiradi, pishloq va sharbat ishlab chiqarishda shilimshiqlikni kamaytiradi.
- Proteazalar – pishloq tayyorlashda sut oqsillarini parchalashda qo'llaniladi, lazzat va tuzilmani yaxshilaydi.
- Laktazalar – laktoza (sut shakari) intoleransiyasi bo'lganlar uchun sut mahsulotlarida laktozani parchalab, hazm qilishni osonlashtiradi.

Farmatsevtika sanoatida. Farmatsevtik preparatlar tayyorlashda fermentlar katalizator sifatida ishlatiladi:

- Fermentlar murakkab kimyoviy reaksiyalarni tezlashtirib, antibiotiklar, gormonlar, vitaminlar kabi dorilarni sintez qilishni ancha soddalashtiradi.
- Fermentlar yordamida optik izomerlar ajratiladi (dori molekulalarining faolligi faqat bir izomerda bo'ladi).

To'qimachilik va charm sanoati. Fermentlar bu sohada kimyoviy moddalar o'rini bosib, **ekologik toza** usulni ta'minlaydi:

- Katalazalar, proteazalar, lipazalar – matolarni tozalash, yumshatish va oqartirishda qo'llaniladi.
- Charm sanoatida fermentlar – teri silliqligini va elastikligini oshiradi, shuningdek, ortiqcha oqsillarni olib tashlaydi (degelatinizatsiya).

Bioyoqilg'i ishlab chiqarishda. Energiya manbai sifatida biomassani parchalaydigan fermentlar keng qo'llaniladi:

- Sellyulazalar va gemisellyulazalar – o'simlik qoldiqlaridagi selluloza va gemisellyulozani glyukoza molekulalariga aylantiradi.
- Ushbu glyukoza etanol fermentatsiyasi orqali bioyoqilg'iga aylantiriladi.
- Bu jarayon arzon va qayta tiklanuvchi energiya manbai hisoblanadi.

Qishloq xo'jaligida. Fermentlar hayvonlar va parrandalar uchun hazmni yaxshilovchi sifatida ishlatiladi:

- Yemga qo'shiladigan amilaza, proteaza, fitaza, sellyulaza kabi fermentlar hazm bo'lishni yaxshilaydi, ozuqaning biologik qiymatini oshiradi.

- Bu hayvonlarning o'sishini tezlashtiradi, immunitetini kuchaytiradi va ozuqa sarfini kamaytiradi.

Mikrobial fermentlar bugungi kunda sanoatning ko'plab sohalarida kimyoviy moddalarga muqobil ekologik toza, samarali vosita sifatida ishlatilmoqda. Ular yordamida ishlab chiqarish energiya tejamkor, atrof-muhitga zarar yetkazmaydigan va iqtisodiy jihatdan foydali bo'lib bormoqda.

Zamonaviy yondashuvlar. Mikrobial enzim ishlab chiqarishda quyidagi zamonaviy texnologiyalar qo'llaniladi:

- Genetik muhandislik- enzim sintezlovchi genlar kuchaytiriladi;
- Metabolik muhandislik-fermentativ yo'llar qayta tuziladi;
- Ferment immobilizatsiyasi- fermentlar maxsus materiallarga biriktiriladi va qayta ishlatiladi;
- Nanotexnologiya - enzimlar barqarorligini oshiruvchi nanostrukturalar bilan birlashtiriladi.

Bu usullar enzim hosildorligini, barqarorligini va sanoatga mosligini oshirishga xizmat qiladi.

Mahsulot sifatini nazorat qilish. Enzimlar sanoatda qo'llanilayotganligi sababli, ularning sifati qat'iy nazorat qilinadi. Bunda:

- Faollik darajasi (IU/mg) o'lchanadi;
- Soflik darajasi (protein tarkibi, iflosliklar);
- Saqlash barqarorligi (harorat, pH sharoitlari);
- Mikrobiologik xavfsizlik (patogen yo'qligi) tahlil qilinadi.

Nazorat jarayoni ISO, GMP va HACCP talablariga asoslanadi.

Mikrobial enzimlar – zamonaviy biotexnologiya­ning eng muhim yo'nalishlaridan biridir. Ular sanoat tarmoqlarida ekologik toza, samarali va iqtisodiy jihatdan foydali biokatalizatorlar sifatida xizmat qiladi. Genetik va metabolik yondashuvlar esa ularning ishlab chiqarish samaradorligini yanada oshirmoqda. Shu bois, mikrobial enzimlar kelajak biotexnologiyasining ustuvor yo'nalishlaridan biri bo'lib qoladi.

NAZORAT UCHUN SAVOLLAR

1. Mikrobial fermentlarning biologik vazifasi nimadan iborat?
2. Mikrobial fermentlar boshqa manbalardan olingan fermentlardan qanday farq qiladi?
3. Amilaza fermentining mikroorganizmdagi vazifasini tushuntiring.
4. Mikrobial fermentlar qanday yo'l bilan olinadi?
5. Fermentlar ishlab chiqarishda steril muhit nima uchun kerak?

6. Nima sababdan mikroorganizmlardan ferment olish boshqa biologik manbalarga nisbatan afzalroq hisoblanadi?
7. Mikrobial fermentatsiya davomida oziqa moddalari tanlovi qanday ahamiyatga ega?
8. Agar sizga proteaz fermentini sanoat miqyosida ishlab chiqarish topshirilsa, qanday texnologik jarayonlarni rejalashtirgan bo'lardingiz?
9. Mikrobial enzimlarning oziq-ovqat sanoatidagi muhim roli nimalarda namoyon bo'ladi?
10. Mikrobial fermentlarni tibbiyotda qo'llashning afzallik va xavf omillarini taqqoslang.

BIOLOGIK FAOL MODDALAR ISHLAB CHIQARISHDA MIKROORGANIZMLAR

Biologik faol moddalar ishlab chiqarishda mikroorganizmlarning o'рни

Mikroorganizmlar zamonaviy biotexnologiyada biologik faol moddalar (BFM) ishlab chiqaruvchi eng muhim tabiiy manba hisoblanadi. BFM deganda organizmlarning fiziologik jarayonlariga ijobiy yoki o'ziga xos ta'sir ko'rsatuvchi tabiiy yoki yarim sun'iy moddalarga aytiladi. Mikroorganizmlar orqali bunday moddalarni ishlab chiqarish arzon, tezkor, ekologik xavfsiz va sanoat miqyosida samarali hisoblanadi.

Mikroorganizmlar biologik faol moddalarni tabiiy yashash muhitida o'z raqobatchilarini bostirish yoki tashqi omillarga qarshi kurashish uchun sintez qiladi. Ularning aynan shu xossasidan foydalanib, insoniyat ularni dorilar, oziq-ovqat qo'shimchalari, immunomodulyatorlar va boshqa maqsadlarda ishlab chiqaradi.

Biotexnologiyada mikroorganizmlar yordamida ishlab chiqariladigan asosiy biologik faol moddalar turlari va ularni sintezlovchi produsentlari:

7-jadval

Mikroorganizmlar tomonidan

Modda turi	Foydalanish sohasi	Produsentlari
Antibiotiklar	Infekcion kasalliklarni davolash (streptomisin, rifampisin)	Penicillium, Streptomyces, Bacillus turlari
Vitaminlar (B ₂ , B ₁₂)	Tibbiyot, ozuqa sanoati, hayvon yemlari	Ashbya gossypii (riboflavin), Propionibacterium (B ₁₂), Erwinia (C)
Fermentlar	Oziq-ovqat, farmatsevtika, bioyoqilg'i sanoati	Aspergillus oryzae, Bacillus subtilis, Streptomyces griseus
Aminokislotalar	Sport ovqati, farmatsevtika, yem sanoati	Corynebacterium glutamicum, Escherichia coli, Bacillus subtilis

Organik kislotalar	Limon, sut, sirka kislotalari – konservatsiya, farmatsiya	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Acetobacter</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Rhizopus</i>
Immunomodulyatorlar	Tabiiy immunitetni rag'batlantirish	<i>Lactobacillus</i> spp., <i>Bifidobacterium</i> spp., <i>Escherichia</i> <i>coli</i> , <i>Salmonella</i> spp.
Pigmentlar (karotenoidlar)	Kosmetika, oziq-ovqat va farmatsevtika	<i>Monascus</i> <i>purpureus</i> , <i>Serratia</i> <i>marcescens</i>
Biopolimerlar (xan, alginatlar)	Bioplastmassa, dori tashuvchilari, kapsulalar	<i>Xanthomonas</i> <i>campestris</i> (ksantan), <i>Leuconostoc</i> <i>mesenteroides</i> (dekstran)
Interferon va boshqa bioproteinlar	Viruslarga qarshi kurashuvchi oqsillar va immunomodulyatorlar.	<i>Escherichia coli</i> (rekombinant), <i>Saccharomyces</i> <i>cerevisiae</i>
Fitogormonlar	O'simliklarning o'sishiga ta'sir qiluvchi tabiiy moddalardi	<i>Azospirillum</i> , <i>Rhizobium</i> , <i>Bacillus</i> <i>subtilis</i>

Biologik faol moddalar ishlab chiqarish texnologiyasi bosqichlari

Biologik faol moddalar ishlab chiqarish odatda quyidagi bosqichlardan iborat:

1. Ishchi shtammlarni tanlash va optimallashtirish. Bu jarayon quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- Tanlab olingan mikroorganizmlar yuqori hosildorlikka ega bo'lishi kerak.
- Seleksiya, mutageniz va genetik modifikatsiya usullari orqali shtamm yaxshilanadi.
- BFM sintezlovchi asosiy fermentlarning geni kuchaytiriladi.

2. Fermentatsiya jarayoni (biosintez bosqichi). Muhim bosqich bo'lib, mikroblar biologik faol moddalarni ishlab chiqaradi. Biologik

faol moddalar ishlab chiqarishda quyidagi fermentatsiya texnologiyalari qo'llaniladi:

- Suyuq fazali fermentatsiya – suyuq oziqa muhitda olib boriladi; ko'p hollarda aeratsiyali bioreaktorlar ishlatiladi.
- Qattiq fazali fermentatsiya (SSF) – nam qattiq substratlarda (bran, qamish, kartoshka chiqindilari) olib boriladi.
- Ikkinchi darajali metabolit fermentatsiyasi – antibiotik va vitaminlar kabi moddalarning sintezida qo'llaniladi.

Fermentatsiya jarayonida quyidagi parametrlarga e'tibor qaratiladi :

- Harorat: 25–37 °C (fermentga qarab)
- pH: odatda 5.5–7.5
- Kislorod miqdori: aeratsiya bilan tartibga solinadi.
- Aralashtirish tezligi: bir xillikni ta'minlaydi.

3. Mahsulotni ajratish va tozalash. Biologik faol moddalar sintez qilinganidan so'ng, kultural suyuqlikdan quyida keltirilgan usullardan biri yordamida ajratiladi:

- Filtratsiya yoki sentrifugirovka: mikroorganizmlarni ajratish
- Ekstraksiya: erituvchi yordamida faol modda ajrat
- Xromatografiya (ion, gel yoki suyuqlik): tozalash
- Kristallanish: so'nggi tozalash bosqichi, ayniqsa :

4. Konsentratsiyalash va barqarorlashtirish. ajratiladi va kerakli konsentratsiyaga yetkaziladi. quyidagi usullardan fjdalaniladi:

- Quritish: liofilizatsiya (sublimatsion quritish) yoki quritish (sprey-dryer).
- Stabilizatorlar qo'shiladi: oqsil, shakar, polimerlar.

5. Qadoqlash va saqlash. Mahsulot dori (kapsula, tabletk in'ektsiya), ozuqa qo'shimchasi yoki texnik modda ko'rinishida qadoqlanadi.

Mahsulot sifatiga muvofiqlik spektrofotometriya, HPLC, bioanaliz yordamida baholanadi.

Zamonaviy texnologik yondashuvlar

Zamonaviy biotexnologiyada biologik faol moddalar ishlab chiqarish quyidagi ilg'or yondashuvlar asosida takomillashtirilmoqda:

- **Genetik muhandislik:** Mikroorganizmlarga kerakli genlarni kiritib, maqsadli modda sintezini kuchaytirish.

- **Metabolik muhandislik:** Mikroorganizmlarning metabolik yo'llarini qayta yo'naltirish orqali hosildorlikni oshirish.
- **Biokonversiya:** Arzon va chiqindilar asosidagi substratlardan BFM olish texnologiyasi (sellyuloza, bagassa va boshqalar).
- **Avtomatlashtirilgan bioreaktorlar:** Sifat, temperatura, pH, kislorod miqdorini real vaqtda nazorat qilish orqali mahsulot samaradorligini oshirish.

Mikroorganizmlar orqali biologik faol moddalar ishlab chiqarish bugungi zamonaviy biotexnologiyaning asosiy yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Bu yo'nalish farmatsevtika, qishloq xo'jaligi, oziq-ovqat va tarmoqlarini yuqori samarali, ekologik toza va usullar bilan ta'minlamoqda.

UCHUN SAVOLLAR

1. Teganda nima tushuniladi?

2. faol moddalarni ishlab chiqaradi?

3. organizmlar tomonidan sintez

4. olinadi?

5. iz?

6. organizmlarning

BIOGAZ VA BIOYOQILG'I ISHLAB CHIQARISH

Biogaz — bu hayvon axlati, o'simlik qoldiqlari, oziq-ovqat chiqindilari, kanalizatsiya loyqalari kabi organik moddalar mikroorganizmlar ishtirokida anaerob (kislorodsiz) sharoitda parchalanishi natijasida hosil bo'ladigan yonuvchan gaz aralashmasidir. Biogaz tarkibida, asosan, metan (CH_4) va uglerod(IV) oksid (CO_2) mavjud bo'lib, metan biogazning energiya qiymatini ta'minlovchi asosiy komponent hisoblanadi. Bundan tashqari, tarkibida vodorod (H_2), vodorodsulfid (H_2S), azot (N_2) va kislorod (O_2) kabi iz gazlar ham bo'lishi mumkin.

Biogaz ishlab chiqarish jarayoni 4 bosqichli biokimyoviy fermentatsiya asosida sodir bo'ladi.

Biogaz nafaqat energiya manbai sifatida, balki atrof-muhitni tozalash, chiqindilarni qayta ishlash va organik o'g'it olish kabi barqaror rivojlanishga xizmat qiluvchi texnologiyadir.

Bioyoqilg'i — bu tirik organizmlardan (o'simliklar, mikroorganizmlar) olinadigan, qayta tiklanuvchi va biologik asosga ega bo'lgan suyuq yoki qattiq shakldagi yoqilg'ilardir. Bioyoqilg'i turlari orasida quyidagilar eng keng tarqalgan:

- Bioetanol — shakarli yoki kraxmalli mahsulotlardan (jo'xori, shakarqamish) fermentatsiya yo'li bilan olinadi. Benzin bilan aralashtirib avtomobillarda ishlatiladi.
- Biodizel — o'simlik moylari yoki hayvon yog'lari metanol bilan transesterifikatsiyalanib olinadi. Dizel dvigatellarida qo'llaniladi.
- Biobutanol — ABE fermentatsiyasi orqali Clostridium bakteriyalari yordamida olinadi, benzina o'xshash yoqilg'i hisoblanadi.
- Biovodorod — vodorod ishlab chiqaruvchi bakteriyalar (masalan, Clostridium spp., Cyanobacteria) tomonidan anaerob yoki fotosintez yo'li bilan hosil qilinadi.

Bioyoqilg'ilar an'anaviy neft mahsulotlariga nisbatan kam ifloslantiruvchi, qayta tiklanuvchi va ekologik xavfsiz alternativ hisoblanadi. Ularning ishlab chiqarilishi va qo'llanilishi iqtisodiy, ekologik va energetik mustaqillikni ta'minlashda muhim o'rin tutadi.

Biogaz ishlab chiqarish — bu turli xil organik chiqindilarni (masalan, hayvon axlati, o'simlik qoldiqlari, oziq-ovqat chiqindilari) anaerob sharoitda mikroorganizmlar yordamida fermentatsiya qilish orqali yonuvchan gaz aralashmasini — biogazni hosil qilish jarayonidir. Ushbu jarayon murakkab biologik parchalanish bo'lib, ketma-ketlikda bir necha

bosqichda amalga oshadi. Har bir bosqichda o'ziga xos mikroorganizmlar ishtirok etadi.

8-jadval

Biogaz va bioyoqilg'ilarning turlari

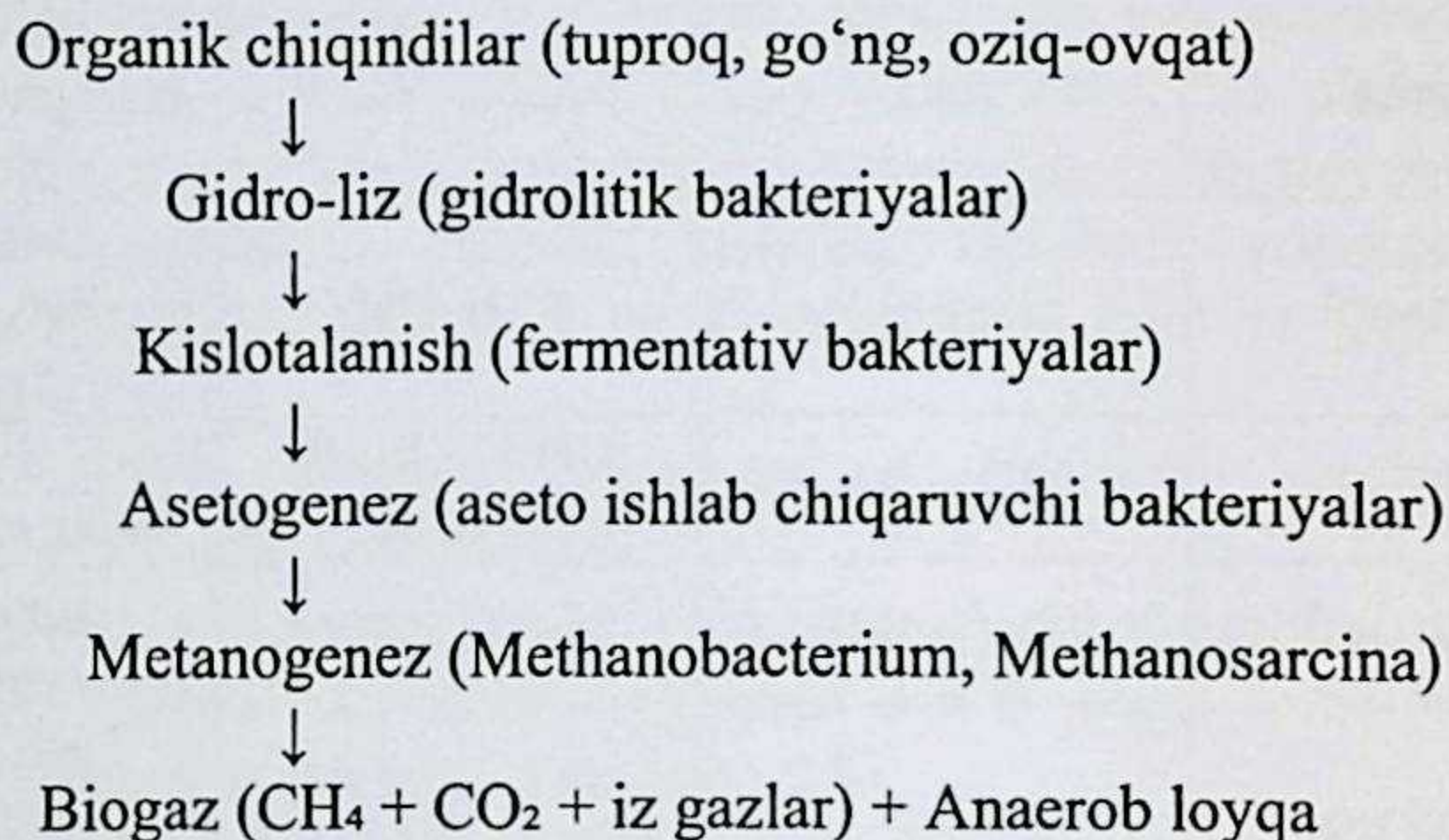
Yoqilg'i turi	Shakli	Asosiy tarkibi	Qo'llanilishi
Biogaz	Gaz	CH ₄ , CO ₂	Isitish, elektr energiyasi ishlab chiqarish
Bioetanol	Suyuqlik	C ₂ H ₅ OH	Avtomobil yoqilg'isi (benzin o'rnida)
Biodizel	Suyuqlik	Metil yoki etil efirlari	Dizel dvigatellari uchun yoqilg'i
Biobutanol	Suyuqlik	C ₄ H ₉ OH	Benzinga o'xshash yoqilg'i
Biovodorod	Gaz	H ₂	Toza yonish, yo'nalgan energiya manbai

Biogaz ishlab chiqarishning to'rt bosqichi:

1. **Gidroliz.** Bu boshlang'ich bosqichda murakkab organik birikmalar — oqsillar, sellyuloza, yog'lar va uglevodlar — maxsus gidrolitik fermentlar yordamida oddiyroq moddalarga parchalanadi. Masalan, oqsillar aminokislotalarga, kraxmal va sellyuloza esa monosaxaridlarga, yog'lar esa glitserin va yog' kislotalariga bo'linadi. Bu bosqichda gidrolitik bakteriyalar faol ishtirok etadi.
2. **Atsidogenez (kislotalanish).** Hidroliz natijasida hosil bo'lgan oddiy moddalardan organik kislotalar (masalan, sirkali, propionat va butirat kislotasi), spirtlar (etanol, butanol), vodorod (H₂) va CO₂ hosil bo'ladi. Ushbu bosqichda atsidogen bakteriyalar ishtirok etib, muhitni kislotali holga keltiradi.
3. **Atsetogenez.** Bu bosqichda organik kislotalar va spirtlar atsetat (sirka kislotasi), vodorod va karbonat angidrid kabi oddiyroq birikmalarga aylantiriladi. Bu jarayon atsetogen bakteriyalar tomonidan amalga oshiriladi. Bu bosqich metan hosil qilish uchun zarur bo'lgan asosiy oraliq mahsulotlarni tayyorlaydi.
4. **Metanogenez.** Bu oxirgi bosqich bo'lib, metanogen bakteriyalar yordamida sirka kislotasi, vodorod va karbonat angidrididan to'g'ridan-to'g'ri metan (CH₄) va CO₂ hosil bo'ladi. Aynan metan biogazning

yonuvchan va energetik jihatdan qimmatli komponentidir. Bu bosqich faqat anaerob (kislorodsiz) sharoitda faoliyat yurituvchi metanogen arkebakteriyalar tomonidan amalga oshiriladi.

Biogaz ishlab chiqarish biologik bosqichlari (sxema ko'rinishida)



Biogaz ishlab chiqaruvchi mikroorganizmlar

1. **Gidrolizlovchi (gidrolitik) mikroorganizmlar.** Murakkab organik birikmalar (oqsillar, uglevodlar, yog'lar)ni oddiy moddalarga parchalanadi. Bu jarayonda *Clostridium* spp., *Bacteroides* spp. *Cellulomonas* spp. Mikroorganizmlar ishtiroq etadi va aminokislotalar, qandlar, yog' kislotalari hosil qiladilar.

2. **Atsidogenezlovchi (kislotali) bakteriyalar.** Gidroliz natijasida hosil bo'lgan moddalardan organik kislotalar, spirtlar, vodorod hosil qilish. Bu jarayonda *Escherichia coli*, *Clostridium acetobutylicum*, *Streptococcus faecalis* ishtiroq etadi va sirkali, propion, yog' kislotalari, H_2 , CO_2 hosil qiladilar.

3. **Atsetogenezlovchi mikroblar.** Kislotali bakteriyalar hosil qilgan moddalarni sirka kislotasi va vodorodga aylantirish. Bu jarayonda *Syntrophomonas* spp, *Syntrophomonas* spp *Syntrophobacter* spp. mikroorganizmlar ishtiroq etadi. Bu jarayon ko'pincha metanogen mikroblar bilan simbioz tarzda amalga oshadi.

4. **Metanogenezlovchi arxeya (arkebakteriyalar).** Atsetat, H_2 va CO_2 ni metanga aylantirish — biogazning asosiy bosqichi bo'lib, mikroorganizmlardan *Methanobacterium* spp., *Methanosaeta* spp., *Methanococcus* spp., *Methanosarcina* spp. ishtiroq etadilar.

Metan hosil qilish yo'llari:

- Atsetotrof metanogenez: $\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}_2$
- Vodorodotrof metanogenez: $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

Biogaz ishlab chiqarishda muhim jihatlar:

- **Mutualizm** (birgalikda yashash): Metanogenlar atsetogenezlovchilar bilan birga ishlaydi — ular chiqargan vodorod metanogenlar tomonidan o'zlashtiriladi, bu jarayonni termodinamik jihatdan barqaror qiladi.
- **Harorat:** Mezofil ($30\text{--}40^\circ\text{C}$) yoki termofil ($50\text{--}60^\circ\text{C}$) diapazonlarda faol.
- **pH:** $6.8\text{--}7.2$ oralig'ida eng faol metanogenez sodir bo'ladi.

Bioyoqilg'i ishlab chiqarishda quyida keltirilgan parametrlarga rioya qilish lozim:

- **Anaerob sharoit** bu mikroorganizmlar uchun majburiy hisoblanadi, chunki kislorod ularning metabolik faoliyatini susaytiradi yoki butunlay to'xtatadi.
- **Bioyoqilg'i ishlab chiqarishda** mikroorganizmlarning genetik modifikatsiyasi, metabolik yo'llarni optimallashtirish (metabolik muhandislik) va yuqori quvvatli bioreaktorlar asosiy innovatsion yo'nalishlardir.
- **Algal biotexnologiya** (suvo'tlar asosidagi yoqilg'i) — barqaror rivojlanish uchun istiqbolli yo'nalish bo'lib, CO_2 ni yutib, bioyoqilg'i ishlab chiqarishga yordam beradi.

9-jadval

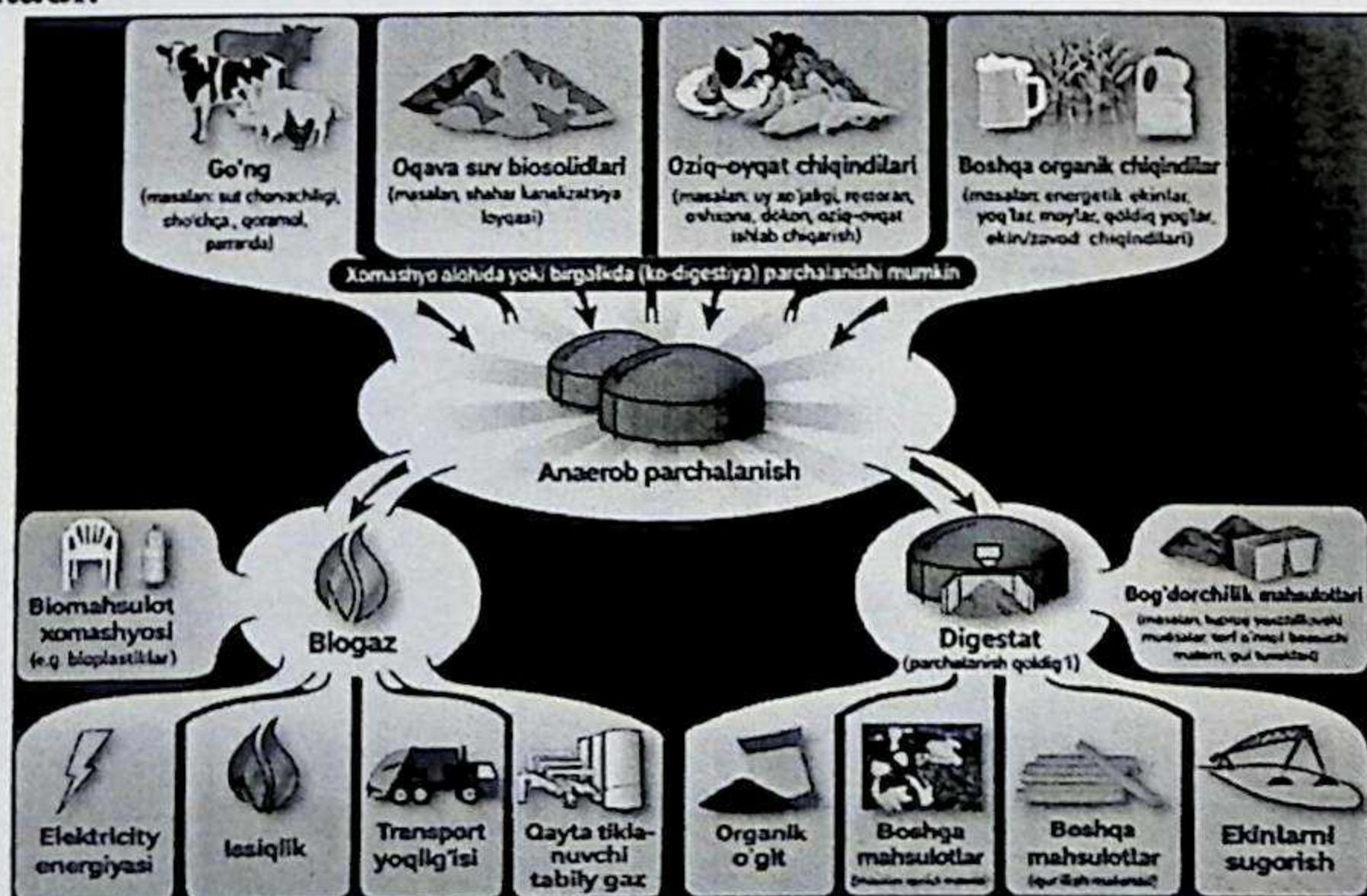
Bioyoqilg'i ishlab chiqaruvchi mikroorganizmlar va ularning roli

Bioyoqilg'i turi	Mikroorganizmlar	Izoh
Bioetanol	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Zymomonas mobilis</i>	Bu mikroorganizmlar qand va kraxmal kabi uglevodlarni spirtga (etanol) aylantiradi. Xususan, <i>S. cerevisiae</i> (pivo achitqii) eng ko'p o'rganilgan va sanoatda keng qo'llaniladigan organizmdir.
Biodizel	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Nannochloropsis spp.</i>	Bu mikroalga (mikroskopik suvo'tlar) yog'larni (lipidlarni) biosintez qiladi. Bu yog'lar transesterifikatsiya orqali biodizelga aylantiriladi. Algal biotexnologiya hozirgi kunda ekologik toza yoqilg'i manbai sifatida rivojlanmoqda.

Biobutanol	<i>Clostridium acetobutylicum</i>	Ushbu anaerob bakteriya qandli substratlarni biobutanol , asetonda va etanolda fermentatsiyalaydi (ABE fermentatsiya). Butanol etanoldan yuqori energiya samaradorligiga ega va benzin bilan aralashtirilishi oson.
Biovodorod	<i>Rhodobacter sphaeroides</i> , <i>Enterobacter spp.</i> , <i>Clostridium spp.</i>	Bu bakteriyalar anaerob va fototrof sharoitda 120rganic substratlarni vodorod gaziga aylantiradi. Ayniqsa, <i>Clostridium</i> turi vodorod hosil qilishda yuqori aktivlikka ega. Biovodorod – eng ekologik toza bioyoqilg‘ilardan biri hisoblanadi.
Biogaz	<i>Methanobacterium</i> , <i>Methanosarcina</i> , <i>Methanococcus</i>	Bu arkebakteriyalar anaerob muhitda 120rganic moddalarni parchalaydi va natijada metan va uglerod(IV) oksid (CO₂) hosil qiladi. Ular biogaz fermentatsiyasining so‘nggi bosqichida (metanogenez) ishtirok etadi.

Bioyoqilg‘i ishlab chiqarishda quyida keltirilgan parametrlarga rioya qilish lozim:

- **Anaerob sharoit** bu mikroorganizmlar uchun majburiy hisoblanadi, chunki kislorod ularning metabolik faoliyatini susaytiradi yoki butunlay to‘xtatadi.



Rasm 10. Biogaz va bioyoqilg‘i olish

Bioyoqilg'i ishlab chiqarishda mikroorganizmlarning genetik modifikatsiyasi, metabolik yo'llarni optimallashtirish (metabolik muhandislik) va yuqori quvvatli bioreaktorlar asosiy innovatsion yo'nalishlardir.

Algal biotexnologiya (suvo'tlar asosidagi yoqilg'i) – barqaror rivojlanish uchun istiqbolli yo'nalish bo'lib, CO₂ ni yutib, bioyoqilg'i ishlab chiqarishga yordam beradi.

Ishlab chiqarish texnologiyasi bosqichlari

Biogaz ishlab chiqarish bosqichlari:

1. Xom ashyoni tayyorlash: Chiqindilar (go'ng, qoldiqlar) maydalab fermentatorga solinadi.
2. Fermentatsiya: Anaerob sharoitda 35–55°C da 15–30 kun davom etadi.
3. Gazni yig'ish: Biogaz fermentator ustidan to'planadi va filtrlanadi.
4. Qoldiqni ajratish: Olingan biochiqindilar (digestat) o'g'it sifatida ishlatiladi.

Bioyoqilg'i ishlab chiqarish bosqichlari:

1. Xom ashyo (o'simlik, qamish, makkajo'xori) tayyorlash
2. Fermentatsiya (etanol uchun) yoki transesterifikatsiya (biodizel uchun)
3. Ajratish va tozalash (distillatsiya, filtratsiya)
4. Saqlash va qadoqlash

Biogaz va bioyoqilg'ilarning qo'llanilishi:

- Biogaz: isitish, elektr stansiyalarida yonilg'i sifatida, qishloq xo'jalik xo'jaliklarida issiqlik manbai sifatida.
- Bioetanol: avtomobil benziniga qo'shimcha (E10, E85 markalari).
- Biodizel: dizel motorli transport vositalarida.
- Biovodorod: vodorod yonilg'ili dvigatellar va toza energiya tizimlarida.

Biogaz olish jarayonida ishlatiladigan muhim jihozlar va qurilmalar

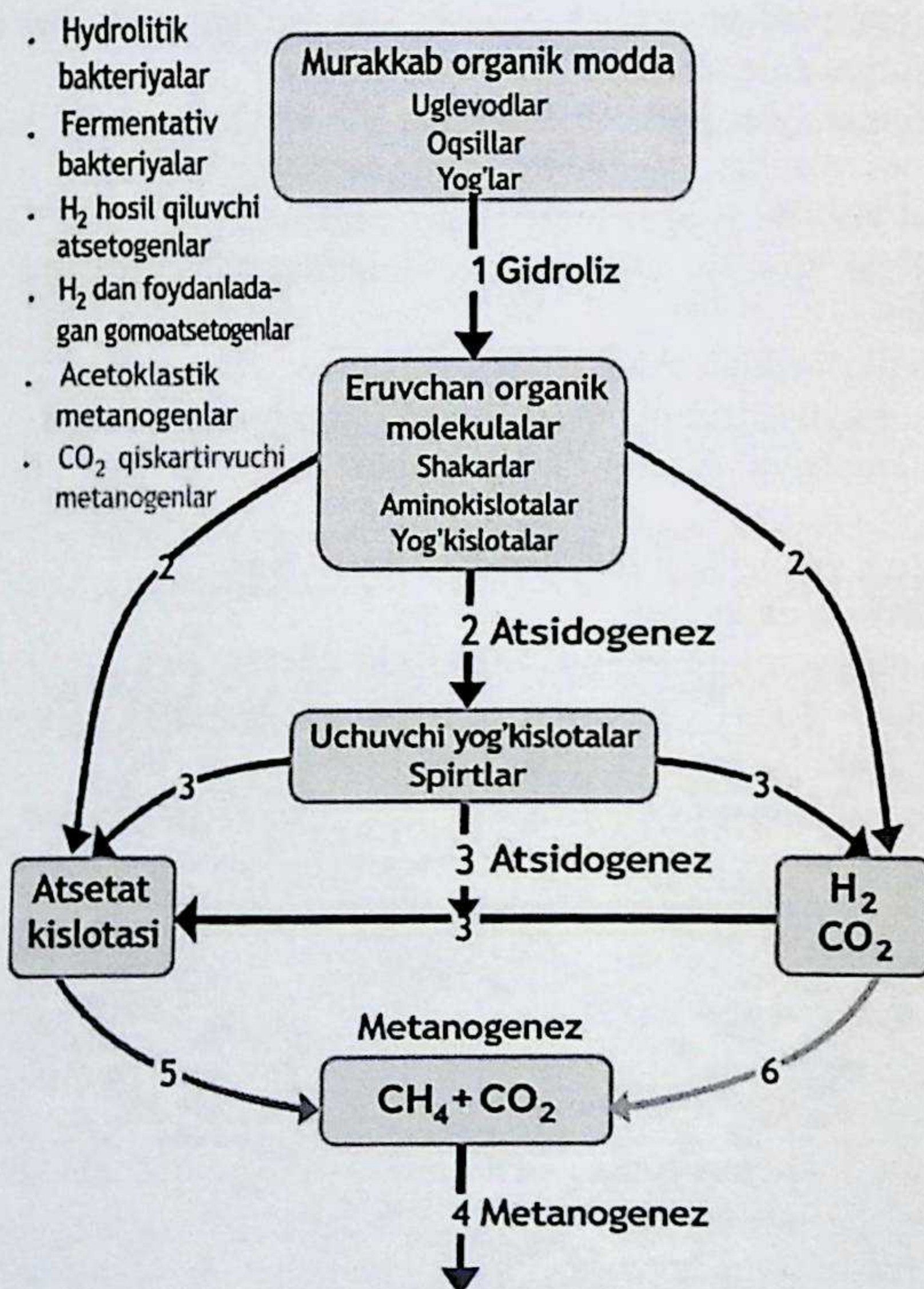
Biogaz olish jarayonida bir qancha muhim jihozlar va qurilmalar qo'llaniladi. Ular biogaz ishlab chiqarish, saqlash va undan foydalanish uchun zarur bo'lgan texnologik bosqichlarni amalga oshiradi.

Quyida biogaz olishda ishlatiladigan asosiy jihozlar haqida batafsil ma'lumot beriladi.

1. Fermentator (bioreaktor). Biogaz olishning yuragi hisoblanadi. U organik chiqindilarni anaerob (kislorodsiz) sharoitda parchalaydi. Statsionar (doimiy o'rnatilgan) va harakatchan (kichik hajmli, ko'chma turdagi) turlari mavjud.

2. Aralashtiruvchi tizim (mikser). Substrat (organik material)ning fermentator ichida bir xilda harakatlanishini ta'minlaydi, parchalanish tezligini oshiradi va cho'kma hosil bo'lishining oldini oladi.

3. Isitish tizimi (termoregulyator). Fermentatsiya uchun optimal haroratni (masalan, 30–40°C yoki 50–60°C) saqlab turadi. Elektr isitgichlar, issiqlik almashinish tizimlari yoki qayta ishlangan gaz issiqligidan foydalanadi.

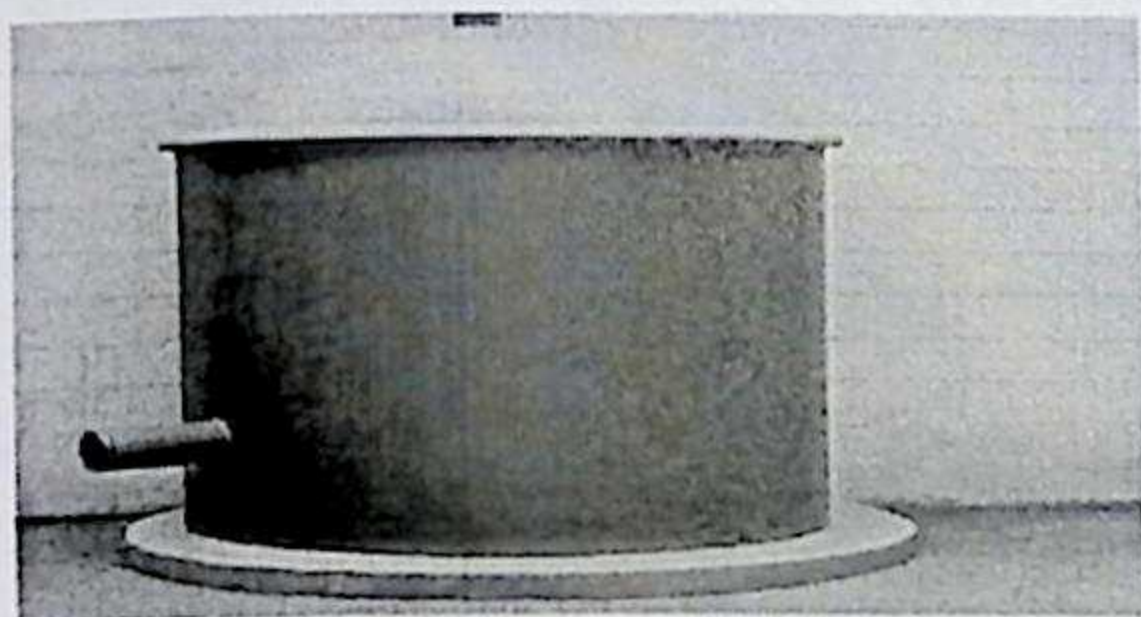


Rasm 11. Biogaz olish bosqichlari

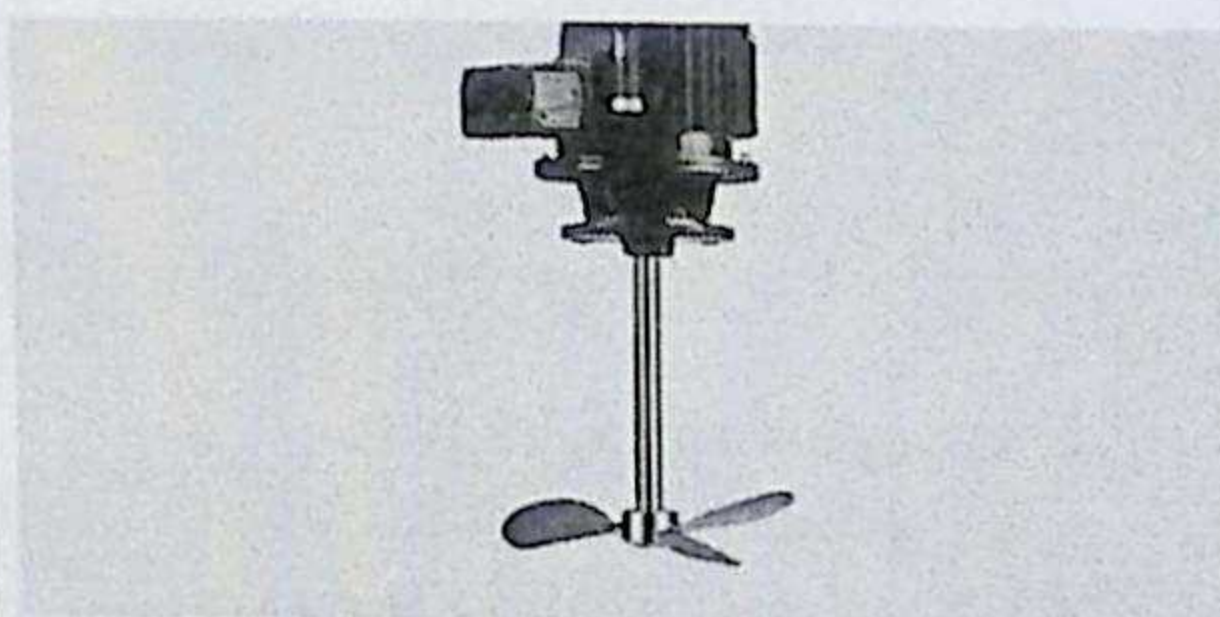
Biogaz va bioyoqilg'i ishlab chiqarishda qo'llaniladigan xom ashyolar

Manba	Qo'llanilishi
Chorva go'ngi	Biogaz ishlab chiqarishda
Qishloq xo'jalik chiqindilari	Biogaz, bioetanol
Qandli o'simliklar	Bioetanol (shakarqamish, makkajo'xori)
Yog'li o'simliklar	Biodizel (soya, kungaboqar)
Suv o'tlari	Biodizel va biovodorod

4. Gaz ajratgich (gaz-separator). Biogaz tarkibidagi namlik va oltingugurt birikmalarini ajratib olishga xizmat qiladi. Natijada sofroq va tozaroq biogaz olinadi, bu esa yonish sifatini oshiradi va uskunalarning zanglashini kamaytiradi.



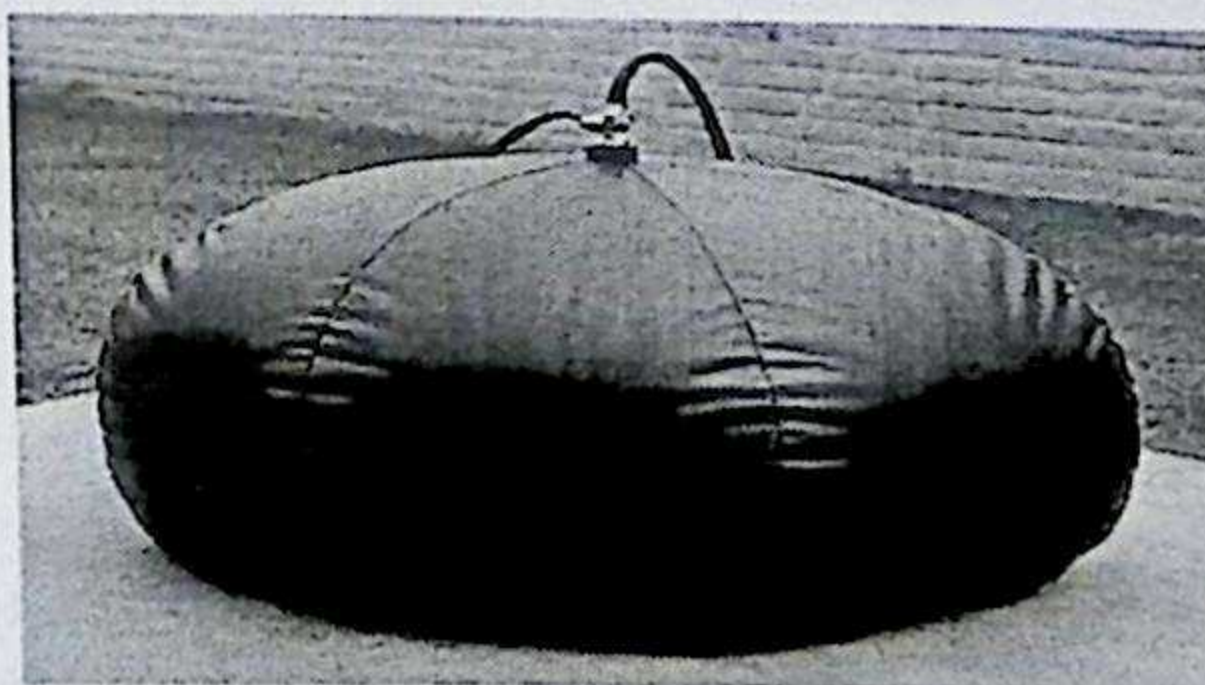
Fermentor



Aralashtirgich tizimi



Isitish tizimi



Gaz saqlagich

Rasm 12. Yoqilg'ilar ishlab chiqarishda qo'llaniladigan qurilmalar.

5. Gaz saqlash qurilmasi (gazxolder). Hosil bo'lgan biogazni vaqtincha saqlab turish vazifasini bajaradi. Yumshoq (plastik ballon

ko'rinishida), qattiq metall konteynerlar va ko'p kamerali saqlash tizimlar turlari bor.

6. Gaz o'lchagich (gaz meter). Biogazning hajmi va oqimini o'lchaydi. Ishlab chiqarilgan gaz miqdorini nazorat qilish va tizim samaradorligini baholashga yordam beradi.

7. pH va harorat sensorlari. Fermentatsiya jarayonining optimal sharoitda davom etishini kuzatib boradi. pH sensori substratning kislotali-ishqoriy muhitini nazorat qiladi. Harorat sensori: anaerob bakteriyalarga qulay haroratni ta'minlaydi.

8. Chiqindi materiallar va digestat chiqarish tizimi. Fermentatsiyadan so'ng hosil bo'lgan qoldiq (digestat)ni chiqarib olish vazifasini bajaradi.

Qoldiqlardan o'g'it sifatida foydalanish mumkin (organik, boy azot va fosfarga ega).

9. Qo'shimcha uskuna va elementlar:

- Nasoslar: substratni fermentatorga yuborish uchun
- Filtrlar: H_2S , CO_2 yoki boshqa aralashmalarni tozalash uchun
- Avtomatlashtirilgan boshqaruv paneli: butun tizimni monitoring qilish va boshqarish uchun

Ekologik va iqtisodiy afzalliklar

Ekologik afzalliklar:

1. Issiqxona gazlari chiqindisi kamayadi
 - An'anaviy yoqilg'ilar (ko'mir, neft) bilan solishtirganda biogazdan foydalanish natijasida CH_4 va CO_2 atmosferaga chiqishi sezilarli darajada kamayadi.
 - Metan havoga chiqib ketish o'rniga yoqilib, energiyaga aylantiriladi — bu esa issiqxona effektini kamaytirishga xizmat qiladi.
2. Chiqindilarning kamaytirilishi va qayta ishlanishi
 - Biogaz ishlab chiqarish uchun hayvon axlati, oziq-ovqat qoldiqlari, o'simlik qoldiqlaridan foydalaniladi.
 - Bunda chiqindilar atrof-muhitni ifloslantirmasdan foydali mahsulotga aylantiriladi.
3. Tabiiy resurslarga bosim kamayadi
 - Biogaz tabiiy gaz, bioyoqilg'i esa benzin, dizel o'rmini bosuvchi alternativ energiya manbaidir.

- Bu esa qazilma yoqilg'ilarga bo'lgan ehtiyojni kamaytirib, ularni asrashga yordam beradi.

Iqtisodiy afzalliklar:

1. Energiya mustaqilligi va xavfsizligini oshiradi
 - Mahalliy darajada ishlab chiqarilgan biogaz yoki bioyoqilg'i yordamida qishloq xo'jalik fermer xo'jaliklari, mahalliy korxonalar tashqi energiya manbalariga kamroq bog'liq bo'ladi.
2. Qishloq xo'jaligi chiqindilaridan foyda olish imkoniyati
 - Chorvachilik va dehqonchilikdan chiqqan ortiqcha materiallar (go'ng, pichan, po'stloqlar) energiya manbaiga aylantiriladi.
 - Bu orqali chiqindilarni yo'q qilishga sarflanadigan xarajatlar o'rniga foyda olinadi.
3. Arzon va barqaror energiya manbai
 - Biogaz qurilmalari bir marta qurilgach, ko'p yillar davomida kam xarajat bilan ishlaydi.
 - Elektr va gaz energiyasi uchun to'lovlar kamayadi yoki umuman yo'qoladi.
 - Ortiqcha biogaz boshqa iste'molchilarga sotilishi mumkin, bu esa qo'shimcha daromad manbai bo'ladi.

NAZORAT UCHUN SAVOLLAR

1. Biogaz nima va u qanday xom ashyolardan olinadi?
2. Bioyoqilg'i deganda nima tushuniladi?
3. Biogaz ishlab chiqarishda anaerob sharoit nima uchun kerak?
4. Metanogen bakteriyalar qanday rol o'ynaydi?
5. Biogaz ishlab chiqarishda haroratning roli qanday?
6. Biogaz ishlab chiqarishning ekologik va iqtisodiy afzalliklarini tahlil qiling.
7. Qanday omillar biogaz hosildorligiga ta'sir qiladi?
8. Biogaz va an'anaviy yoqilg'larni taqqoslang: energiya samaradorligi, chiqindi, xavfsizlik.
9. Sizning mintaqangizda biogaz ishlab chiqarishni rivojlantirish mumkinmi? Nima uchun?
10. Bioyoqilg'larni ommaviy ishlab chiqarish qanday global muammolarni hal qilishga yordam beradi?

BIOPOLIMERLAR VA ULARNING ISHLAB CHIQARILISHI

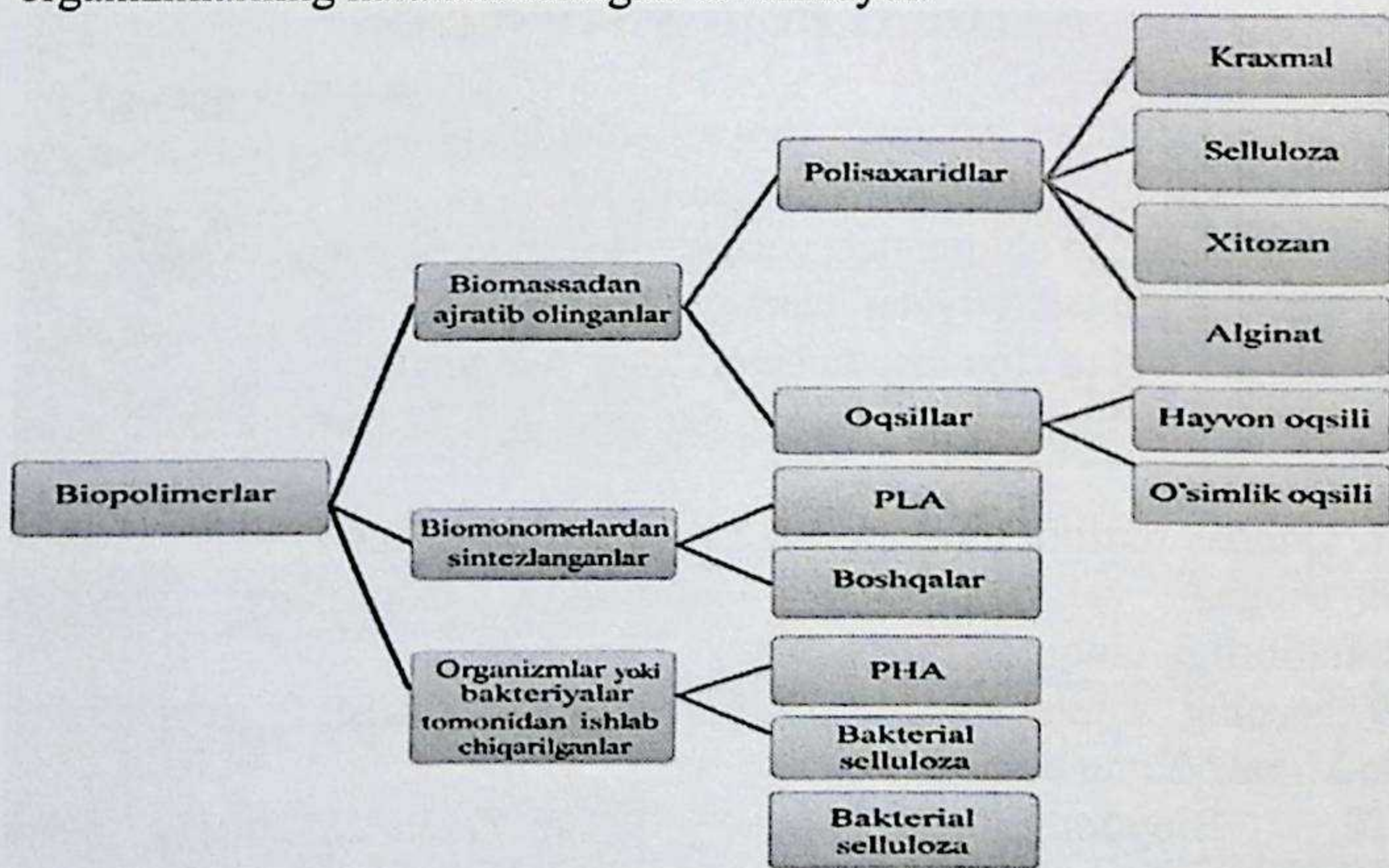
Biopolimerlar — bu tirik organizmlarning asosiy hayotiy jarayonlarida muhim rol o'ynaydigan, yirik molekulalardan iborat tabiiy moddalardir. Ular tarkib jihatidan uch asosiy guruhga bo'linadi: nuklein kislotalar, oqsillar va polisaxaridlar. Shuningdek, aralash biopolimerlar ham mavjud bo'lib, ular bir nechta turli kimyoviy guruhlarning birikmasidan tashkil topgan. Masalan, nukleoproteidlar, glikoproteidlar, lipoproteidlar, glikolipidlar va liposaxaridlar shular jumlasidandir.

Biopolimerlarning har biri organizmdagi muayyan biologik vazifalarni bajaradi:

Nuklein kislotalar (DNK va RNK) hujayralarda genetik ma'lumotni saqlash va uzatish funksiyasini bajaradi. Ular irsiy belgilarni avloddan-avlodga yetkazishda asosiy vosita hisoblanadi.

Oqsillar esa hujayraning asosiy tarkibiy qismlaridan biri bo'lib, ko'plab hayotiy funksiyalarni amalga oshiradi. Ferment oqsillar turli biokimyoviy reaksiyalarni tezlashtiradi va ularni aniq tartibda olib boradi.

Muscul tolalari, xivchinlar va vorsinkalar qisqarish xususiyatiga ega bo'lib, kimyoviy energiyani harakat energiyasiga aylantiradi. Bu jarayon organizmlarning harakatchanligini ta'minlaydi.



Rasm 13. Biopolimerlar

Qon oqsillari, masalan gemoglobin, kislorodni to'qimalarga tashish bilan shug'ullanadi, immunoglobulinlar esa organizmni begona oqsillardan himoya qiladi. Shuningdek, ayrim oqsillar qon ivishi jarayonida ishtirok etadi.

Polisaxaridlar esa hujayra va to'qima tuzilishida muhim rol o'ynaydi, shuningdek, energiya zahirasi sifatida xizmat qiladi. Masalan, o'simliklardagi sellyuloza hujayra devorining mustahkamligini ta'minlasa, kraxmal esa zaxira oziqa sifatida to'planadi.

Biopolimerlarning bunday murakkab va mukammal tuzilishi ularning millionlab yillar davomida kechgan evolyutsion rivojlanish natijasi bo'lib, bu ularni organizmdagi maxsus biologik vazifalarga mukammal darajada moslashtirgan.

Biopolimerlarning xossalari ularning tuzilishi, kelib chiqishi va ishlatilish sohasiga qarab farq qiladi. Biopolimerlar – bu tirik organizmlar tomonidan tabiiy ravishda sintez qilinadigan, yuqori molekulyar massaga ega organik birikmalardir. Ular odatda qayta tiklanuvchi xomashyolardan olinadi va ekologik xavfsiz hisoblanadi.

Quyida biopolimerlarning asosiy fizik-kimyoviy, mexanik va biologik xossalari batafsil bayon etilgan.

Fizik-kimyoviy xossalari. Biopolimerlarning fizik xossalari quyidagilardan iborat:

a) **Biologik parchalanuvchanligi (biodegradatsiya).** Bu biopolimerlarning asosiy afzalliklaridan biri bo'lib, mikroorganizmlar, enzimlar yoki boshqa tabiiy omillar ta'sirida parchalanadi va natijada CO₂, suv, biokumush va boshqa zararsiz moddalar hosil bo'ladi.

b) **Gigroskopiklik (namlikni yutish).** Ko'pchilik biopolimerlar (masalan, krahmal, sellyuloza) namlikni o'ziga tortadi. Bu ularning saqlanish muddatiga va ishlatilish joyiga ta'sir ko'rsatadi.

c) **Kimyoviy barqarorlik.** Biopolimerlar kislotali va ishqoriy muhitda farqli darajada barqarorlikka ega. Ularning tarkibida gidrofil (suvni sevuvchi) guruhlar mavjud bo'lishi ularning kimyoviy faolligini oshiradi.

d) **Erituvchilarga sezuvchanlik.** Ayrim biopolimerlar (masalan, PLA) organik erituvchilarda erishi yoki shishib ketishi mumkin.

Mexanik xossalari. Mustahkamlik va cho'ziluvchanlik - biopolimerlar plastmassa kabi mexanik mustahkamlikka ega bo'lishi mumkin. Ular qattiq yoki elastik holatda bo'lishi mumkin (masalan, PHA – qattiq, agar – elastik).

Qattqlik (moddiy zichlik) - ba'zi biopolimerlar (masalan, keratin, xitin) juda zich va qattiq bo'lishi mumkin. Bu ularning mustahkam qadoqlash materiallari sifatida ishlatilishiga imkon beradi.

Issiqlikka chidamlilik - biopolimerlarning issiqlikka chidamliligi odatda cheklangan. Masalan, PLA $\sim 60^{\circ}\text{C}$ dan yuqori haroratda shaklini yo'qotadi.

Biologik xossalari. Biokompatibilik - inson organizmi bilan mosligi yuqori. Tibbiyotda (masalan, tikuv materiallari, protezlar) keng qo'llaniladi.

Toksik emasligi- tabiiy kelib chiqishi sababli ko'pchilik biopolimerlar toksik ta'sir ko'rsatmaydi. Ekologik xavfsizligi yuqori baholanadi.

Antimikrobial xususiyatlar - ba'zi biopolimerlar (masalan, xitozan) mikroblarga qarshi ta'sirga ega. Bu xususiyat ulardan oziq-ovqat sanoatida qadoqlash material sifatida foydalanishga imkon beradi.

Ekologik xossalari. Qayta tiklanuvchi manbalardan olinishi - o'simliklar (kraxmal, sellyuloza), hayvonlar (keratin, kollagen) yoki mikroorganizmlar (PHA) manbai hisoblanadi.

Kompostlanuvchanligi- maxsus sharoitda tezda kompostga aylanadi (uy yoki sanoat kompostlash). Tabiatga zarar qilmaydi.

Texnologik xossalari. Yaxshi shakllanuvchanligi -turli shakllar (plyonka, idish, plastmassa) hosil qilish oson. Qadoqlash sanoatida keng foydalaniladi.

Termoplastiklik- ba'zi biopolimerlar (masalan, PLA) qizdirilganda yumshaydi va qoliplash mumkin.

Yopishqoqlik va plyonka hosil qilish xususiyati - oziq-ovqat qadoqlashda plyonka shaklida ishlatiladi (masalan, krahmal asosidagi bioplyonka).

Biopolimerlar – ekologik toza, qayta tiklanuvchi, parchalanadigan materiallar bo'lib, ularning kimyoviy va biologik xossalari ularni sog'liqni saqlash, oziq-ovqat sanoati, qadoqlash va atrof-muhitni muhofaza qilishda keng qo'llash imkonini beradi. Har bir biopolimer turi o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'lib, kerakli sohada tanlab ishlatiladi.

Biopolimerlar ishlab chiqaruvchi mikroorganizmlar

Mikroorganizmlar biopolimerlarni ishlab chiqaruvchi muhim manba hisoblanadi. Ular biosintez yo'li bilan ekologik xavfsiz, parchalanadigan va qayta tiklanuvchi biopolimerlarni hosil qiladi. Quyida eng ko'p uchraydigan mikroblar va ularning sintez qiladigan biopolimerlari keltirilgan:

Biopolimerlar ishlab chiqaradigan mikroorganizmlar

Mikroorganizmlar	Ishlab chiqariladigan biopolimer	Izoh
<i>Ralstonia eutropha</i> (<i>Cupriavidus necator</i>)	Poligidroksibutirat (PHB)	Bioplastmassa sifatida ishlatiladi; 100% biodegradatsiyalanadi.
<i>Azotobacter chroococcum</i>	PHB, poligidroksialkanoatlar (PHA)	Azot fiksatsiyasi bilan birga biopolimer ishlab chiqaradi.
<i>Bacillus megaterium</i>	PHB	Tuproq va o'simliklar rizosferasida uchraydi, yuqori hosildorlikka ega.
<i>Xanthomonas campestris</i>	Ksantan saqich	Suyuqliklar uchun qalinlashtiruvchi vosita; oziq-ovqat, farmatsiya sanoatida qo'llanadi.
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	Dekstran	Qon o'rmini bosuvchi vosita sifatida tibbiyotda ishlatiladi.
<i>Lactobacillus spp.</i>	Polisaxaridlar	Fermentatsiya mahsuloti sifatida oziq-ovqatda qo'llaniladi.
<i>Streptococcus spp.</i>	Gialuron kislotasi	Kosmetologiya va ortopediya sohalarida qo'llaniladi.
<i>Alcaligenes eutrophus</i>	PHA	Turli kimyoviy tuzilishli biopolimerlar sintez qiladi.

Biopolimerlar ishlab chiqarish texnologiyasi

1. Ishchi shtammlarni tanlash va modifikatsiya qilish

- Yuqori biopolimer sintezlovchi mikroorganizmlar aniqlanadi.
- Genetik modifikatsiyalar yordamida fermentlar faolligi oshiriladi.
- Mikroorganizmlar substratga moslashtiriladi (masalan, qamish, kraxmal, yog'lar).

2. Fermentatsiya (biosintez) jarayoni

- Bioreaktorlarda mikroblar arzon ozuqa (glyukoza, melassa, oziq-ovqat chiqindilari) bilan oziqlantiriladi.

- Mikroblar metabolizmi natijasida biopolimer (PHA, laktat, alginat va h.k.) hosil bo'ladi.
- Fermentatsiya anaerob yoki aerob sharoitda olib boriladi.

3. Biopolimerni ajratish

- Madaniy suyuqlikdan biopolimerlar filtratsiya, sentrifugirovka, cho'ktirish usuli bilan ajratiladi.
- Hujayralar parchalanadi va biopolimerlar ekstraksiya qilinadi (masalan, xloroform yordamida).

4. Tozalash va konsentratsiyalash

- Biopolimerlar yuviladi, keraksiz oqsillar, lipidlardan tozalanadi.
- Quritiladi yoki kerakli konsentratsiyaga yetkaziladi.

5. Qadoqlash va saqlash

- Kukun, plastmassa, plyonka yoki eritma shaklida tayyor mahsulot olinadi.
- Maxsus ekologik talablarga mos qadoqlarda saqlanadi.

Zamonaviy texnologik yondashuvlar

Zamonaviy biotexnologiya quyidagi yondashuvlar orqali biopolimer ishlab chiqarishni yanada samarali qilmoqda:

Genetik muhandislik:

- Biopolimer sintezlovchi genlar boshqa mikroorganizmlarga ko'chiriladi.
- Modifikatsiyalangan shtammlar yuqori hosildorlikka ega bo'ladi.

Metabolik muhandislik:

- Fermentativ yo'llar o'zgartirilib, kerakli moddalarga oqim yo'naltiriladi.
- Yon mahsulotlar kamaytiriladi.

Arzon xom ashyolardan foydalanish:

- Sabzavot qoldiqlari, makkajo'xori po'choqlari, qamish, oziq-ovqat chiqindilari va yog'li substratlar ishlatiladi.

Bioreaktorlarning avtomatlashtirilgan boshqaruvi:

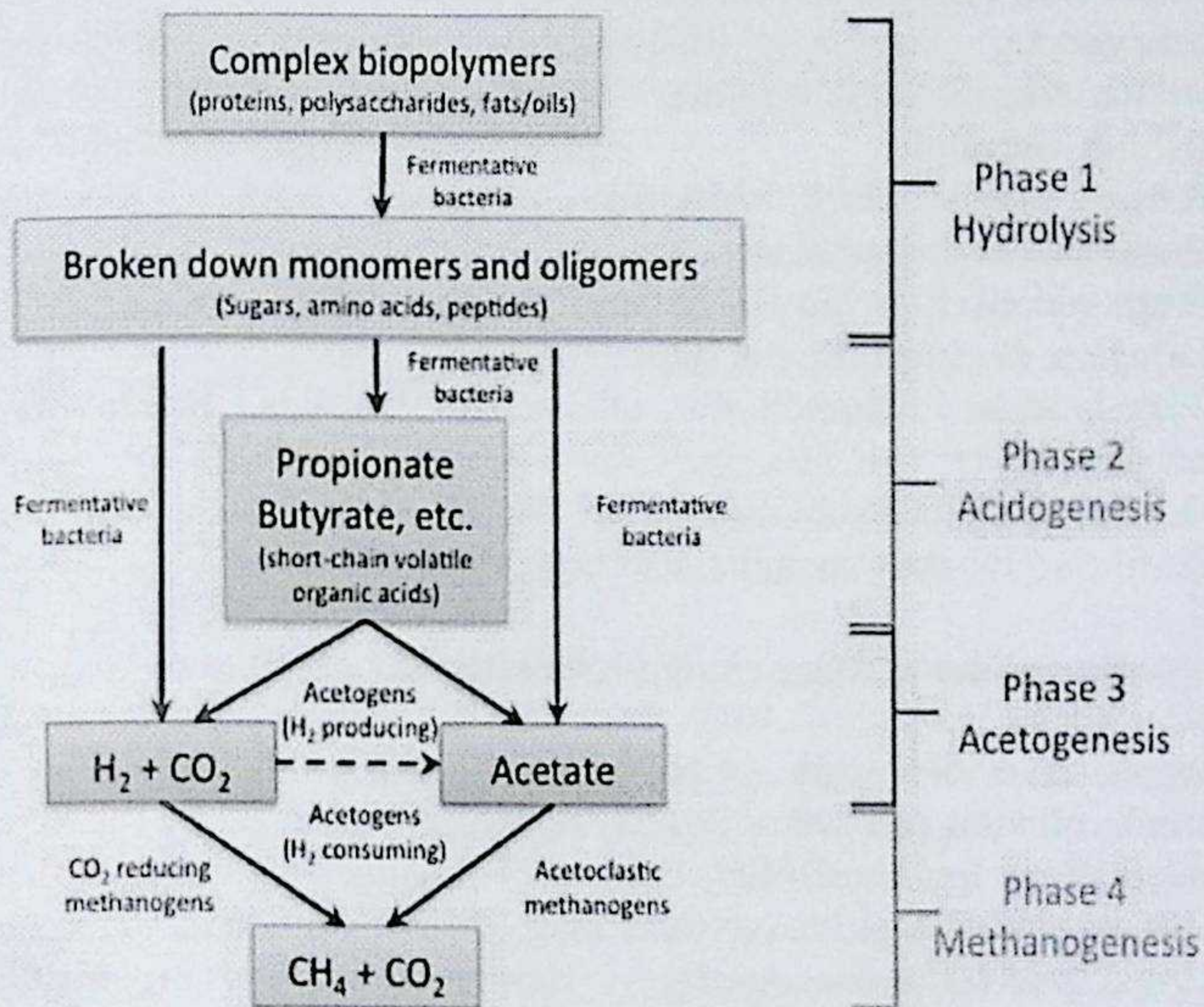
- Harorat, pH, gaz almashinuvi, aralashtirish tezligi avtomatik nazorat qilinadi.

Biopolimerlar o'zlarining ekologik xavfsizligi, biologik moslashuvchanligi va qayta tiklanuvchanligi tufayli ko'plab sohalarda qo'llaniladi:

Tibbiyot va farmatsevtika

- Biologik protezlar, shifobaxsh kapsulalar, tutqich (implant) qoplamalari

- Yaralarni yopuvchi plyonkalar, chiriydigan jarrohlik iplar
- Dori vositalarining uzaytirilgan ajralishini ta'minlovchi modda
- Biopolimerlar (masalan, PHB, gelan, alginatlar) organizmda eriydi va zaharli emas



Rasm 14. Biopolimerlarning qo'llanilish sohalari

Oziq-ovqat sanoati

- Biopolimerlardan oziq-ovqat mahsulotlari uchun biologik qadoqlash materiallari tayyorlanadi
- Stabilizator, emulgator, jel hosil qiluvchi moddalar sifatida ishlatiladi (masalan, ksantan, dekstran)
- Tiniqlashtiruvchi, quyuqlashtiruvchi vosita sifatida sharbat va souslarda qo'llaniladi

Biotibbiy vositalar va biotexnologiya

- Bioreaktorlar, biosensorlar, hujayra kulturalari uchun ozuqa muhitlari tarkibida
- Genetik muhandislik tajribalarida plazmidlar tashuvchisi (vektor) sifatida

- Enzim va hujayralarni immobilizatsiya qilish uchun matriks sifatida (masalan, alginat kapsulalar)

Qadoqlash va plastik sanoati

- Neftdan olinadigan plastmassalarga muqobil sifatida bioplastiklar (masalan, PHA, PLA) ishlab chiqariladi
- Chiriydigan, qayta ishlanadigan qadoqlar, oziq-ovqat mahsulotlarining ekologik o'ramlari

Qishloq xo'jaligi

- Tuproq qoplamalari, biogelik o'g'itlar, usimlik o'sishini rag'batlantiruvchi qoplamalar
- Urug' qadoqlash, sekin parchalanadigan agro plyonkalar

Ekologiya va chiqindilarni qayta ishlash

- Biopolimerlar chiqindilarni utilizatsiya qilishda biomuhofaza qatlami sifatida
- Neft va pestitsidlarni biologik parchalashda vositachilik qiladi
- Biofiltrlar, bioaktiv membranalar tayyorlanadi

Biopolimerlarning ekologik va iqtisodiy afzalliklari

Biopolimerlar — tirik organizmlar, ayniqsa mikroorganizmlar yordamida olinadigan **biodegradatsiyalanuvchi**, ya'ni tabiiy sharoitda parchalanadigan polimerlardir. Ular atrof-muhitga do'stona bo'lishi bilan bir qancha ekologik muammolarning yechimi sifatida qaraladi.

Biologik parchalanish xususiyati. Biopolimerlar mikroorganizmlar (bakteriyalar, zamburug'lar) ta'sirida suv, karbonat angidrid (CO_2), metan (CH_4) yoki boshqa oddiy moddalarga parchalanadi. Ular plastik chiqindilar kabi yillar davomida tabiatda saqlanib qolmaydi.

An'anaviy plastmassalar neftdan olinadi va yillar davomida parchalanmaydi, bu esa okeanlar, tuproq va havoni ifloslantiradi. Biopolimerlar esa chiqindi bo'lsa ham, tabiat tomonidan tezda qayta o'zlashtiriladi.

Biopolimerlar qayta o'suvchi resurslardan (o'simliklar, oziq-ovqat chiqindilari, mikrobiyal substratlar) olinadi. Bu esa ularni neft mahsulotlariga nisbatan barqarorroq va barqaror rivojlanishga mos variantga aylantiradi.

Biopolimer ishlab chiqarish jarayoni ko'pincha past haroratda, kam toksik reaktivlar bilan olib boriladi, bu esa atmosfera chiqindilarini kamaytiradi.

Zamonaviy biotexnologiya biopolimerlarni ishlab chiqarish orqali yangi sanoat tarmoqlarini yaratmoqda. Bu jarayon iqtisodiy jihatdan ham foydali bo'lib, quyidagi afzalliklarni beradi:

1. Mahalliy xom ashyolarni ishlatish imkoniyati

Biopolimerlar oziq-ovqat sanoati chiqindilari, qamish, makkajo'xori, yog'och sellyulozasi, kraxmalli qoldiqlardan olinadi. Bular ko'pincha arzon yoki yirik miqdorda mavjud bo'lgan agro chiqindilardir.

2. Yangi ish o'rinlarini yaratadi

Biopolimer sanoati fermentatsiya, ekstraksiya, tozalash, qadoqlash, biologik monitoring va chiqindini qayta ishlash kabi ko'plab texnologik yo'nalishlarni qamrab oladi. Bu esa ilmiy-texnik kadrlar va muhandislar uchun ish imkoniyatlarini oshiradi.

3. Import o'rnini bosish

Ko'plab neft asosidagi plastmassalar import qilinadi. Biopolimerlar esa lokal xom ashyolar asosida ishlab chiqarilib, valyuta tejash va iqtisodiy mustaqillikka xizmat qiladi.

4. Yuqori qo'shilgan qiymat

Oddiy qishloq xo'jaligi chiqindisidan yoki oson topiladigan substratdan yuqori qiymatli, tibbiy, farmatsevtik yoki qadoqlash sanoati uchun mo'ljallangan mahsulotlar olish mumkin. Bu esa rentabellikni oshiradi.

5. "Yashil texnologiyalar" subsidiyasi va sarmoyasi

Ekologik toza texnologiyalarga ko'plab davlatlar, xalqaro tashkilotlar va investorlar moliyaviy yordam ko'rsatmoqda. Biopolimer sanoati ham ushbu yo'nalishda rivojlanayotgan "yashil iqtisodiyot"ga kiritiladi.

NAZORAT UCHUN SAVOLLAR

1. Biopolimerlar qanday moddalardan sintez qilinadi?
2. Biopolimerlar odatiy plastmassalardan qanday farq qiladi?
3. PLA (polilaktik kislota) qanday o'simlik manbalaridan olinadi?
4. Mikrobal yo'l bilan qanday biopolimerlar ishlab chiqariladi?
5. Biopolimerlarni qanday sanoat tarmoqlari qo'llaydi?
6. Oddiy polimerlar bilan solishtirganda biopolimerlarning afzallik va kamchiliklarini tahlil qiling.
7. Sizning fikringizcha, qaysi turdagi biopolimerlar eng istiqbolli hisoblanadi? Nima sababdan?
8. Biopolimer ishlab chiqarish texnologiyasini qisqacha tavsiflang.
9. Biopolimer ishlab chiqarishni ommaviylashtirish qanday ekologik muammolarni bartaraf etadi?
10. Biopolimer ishlab chiqarishdagi asosiy to'siqlar nimalar va ularni qanday yengish mumkin?

GENETIK MODIFIKATSIYALANGAN MIKROORGANIZMLAR

Genetik modifikatsiyalangan mikroorganizmlar (GMM) — bu tabiiy genetik tuzilmasi sun'iy ravishda o'zgartirilgan mikroorganizmlar bo'lib, ularning genetik materiali rekombinant DNK texnologiyasi yordamida ma'lum maqsadlar uchun o'zgartirilgan bo'ladi. GMMlar orqali mikroorganizmlarga yangi xususiyatlar beriladi yoki mavjud funksiyalar kuchaytiriladi. Bu ularni biotexnologiya, sanoat, tibbiyot va qishloq xo'jaligi sohalarida juda samarali vositaga aylantiradi.

Genetik modifikatsiyalangan mikroorganizmlarni (GMM) yaratishning bir qancha asosiy maqsadlari mavjud.

Yuqori mahsuldor biomahsulotlar olish. Biotexnologiyada eng muhim maqsadlardan biri — foydali moddalarni ko'p miqdorda, iqtisodiy jihatdan samarali yo'l bilan ishlab chiqarishdir. GMMlar yordamida quyidagi biomahsulotlar katta miqdorda olinadi:

- **Antibiotiklar** – Streptomyces turidagi bakteriyalar genetik jihatdan o'zgartirilib, turli antibiotiklar (masalan, eritromitsin, streptomitsin) ishlab chiqarish qobiliyati oshiriladi.
- **Vitaminlar** – Masalan, genetik o'zgartirilgan *Propionibacterium shermanii* B12 vitamini sintezini ko'paytiradi.
- **Fermentlar** – *Bacillus subtilis* yoki *Aspergillus niger* kabi mikroorganizmlar ferment ishlab chiqarishda (amilaza, proteaza) keng qo'llaniladi.
- **Aminokislotalar** – *Corynebacterium glutamicum* genetik modifikatsiyasi natijasida lizin, glutamin kabi aminokislotalarning biosintezi sezilarli darajada ortadi.

GMMlar yordamida ishlab chiqarish samaradorligi bir necha baravarga oshadi va ularning sanoatdagi o'rni mustahkamlanadi.

Metabolik yo'llarni optimallashtirish. Mikroorganizmlarda moddalar almashinuvi murakkab tizim orqali amalga oshadi. Genetik manipulyatsiyalar yordamida keraksiz yoki zararli metabolitlar ishlab chiqarish yo'li bloklanadi, muayyan mahsulotlar sintezi yo'nalishi kuchaytiriladi.

Masalan, *E. coli* bakteriyasida pirodruvin kislotasidan laktat emas, balki sitrat sintezini faollashtirish orqali kerakli yo'nalishga o'zgartirish mumkin. Bunday metabolik injiniring mahsulot sifatini, tozaligini va miqdorini oshiradi.

Atrof-muhitni tozalash (bioremidatsiya). Ekologik muammolar (neft to'kilishi, kimyoviy ifloslanish, og'ir metallarning yig'ilishi) global darajadagi xavf hisoblanadi. GMMlar quyidagi yo'nalishlarda ishlatiladi:

- Neft mahsulotlarini parchalovchi bakteriyalar (*Pseudomonas putida*) genetik jihatdan takomillashtiriladi, bu ularni yirik ekologik tozalash ishlariga moslashtiradi.
- Og'ir metall ionlarini bog'lab, inert holga keltiruvchi GMMlar – bu turdagi mikroblar biofiltrlar tarkibida ishlatiladi.
- Pestitsid va nitrat qoldiqlarini parchalovchi bakteriyalar – suv havzalari va qishloq xo'jaligida foydalaniladi.

Ushbu usullar kimyoviy tozalash usullariga qaraganda ekologik va iqtisodiy jihatdan qulaydir.

Vaktsinalar va terapevtik oqsillar sintezi. Tibbiy biotexnologiyada GMMlar muhim rol o'ynaydi. Xususan:

- **Rekombinant insulin** – *E. coli* bakteriyasi genetik jihatdan o'zgartirilib, inson insulinini sintez qilishi ta'minlangan.
- **Interferonlar va interleykinlar** – immunitetni kuchaytiruvchi oqsillar genetik o'zgartirilgan hujayralarda ishlab chiqariladi.
- **Rekombinant vaktsinalar** – masalan, gepatit B vaktsinasi GMMlar yordamida ishlab chiqariladi. Bu usul an'anaviy usullarga qaraganda tezroq, xavfsizroq va arzonroq hisoblanadi.

Bu sohada GMMlar nafaqat dori vositalarini ishlab chiqarishda, balki gen terapiyasi, onkologik davolash, monoklonal antitanachalar tayyorlashda ham ishlatilmoqda.

5. Xavfli patogenlarni zaiflashtirish yoki neytrallashtirish. GMM texnologiyasi orqali patogen (kasallik qo'zg'atuvchi) mikroblarning zararli genlari olib tashlanadi yoki faolligi susaytiriladi. Ular endi kasallik chaqirmaydi, lekin immun tizimni faollashtiruvchi antigen saqlab qoladi. Bunday mikroblardan jonli, lekin zaiflashtirilgan vaktsinalar (masalan, salmonellyoz yoki vabo vaktsinalari), diagnostik vositalar (patogenni aniqlovchi, lekin zararsiz shakllar) tayyorlanadi.

Bunday GMMlar maxsus biologik xavfsizlik choralarida ishlatiladi.

Yangi tabiiy yoki tabiiyda mavjud bo'lmagan birikmalarni sintez qilish. GMMlar yordamida ilgari hech qanday tirik organizmda ishlab chiqarilmagan, lekin inson uchun foydali bo'lgan moddalar hosil qilinadi. Bularga quyidagilarni kiritish mumkin:

- **Yangi avlod antibiotiklar** – ba’zi *Streptomyces* turlarida gen kombinatsiyasi orqali yangi struktura va faoliyatga ega antibakterial moddalar sintez qilinadi.
- **Fitogormonlar (masalan, auksin, gibberellin)** – o’simliklarning o’sishini rag’batlantiruvchi moddalarning sanoat miqyosida ishlab chiqarilishi.
- **Sintetik biologiya mahsulotlari** – to’liq sun’iy yo’l bilan tuzilgan DNK asosida yangi biosistemalar yaratilmoqda.

Bu yo’nalish GMMlarning eng istiqbolli va innovatsion sohalaridan biridir.

Umuman GMM yaratishning asosiy maqsadlari — bu mikroorganizmlarni inson ehtiyojlariga moslashtirish, ularning biologik faolligini oshirish, ekologik va sanoat muammolarga ilmiy yechimlar topishdir. Har bir maqsad o’z yo’nalishida katta ixtirolar, iqtisodiy samaradorlik va sog’liqni saqlashga ijobiy ta’sir ko’rsatadi. Shunga qaramay, xavfsizlik, nazorat va etika tamoyillariga qat’iy amal qilish doimo ustuvor bo’lib qoladi.

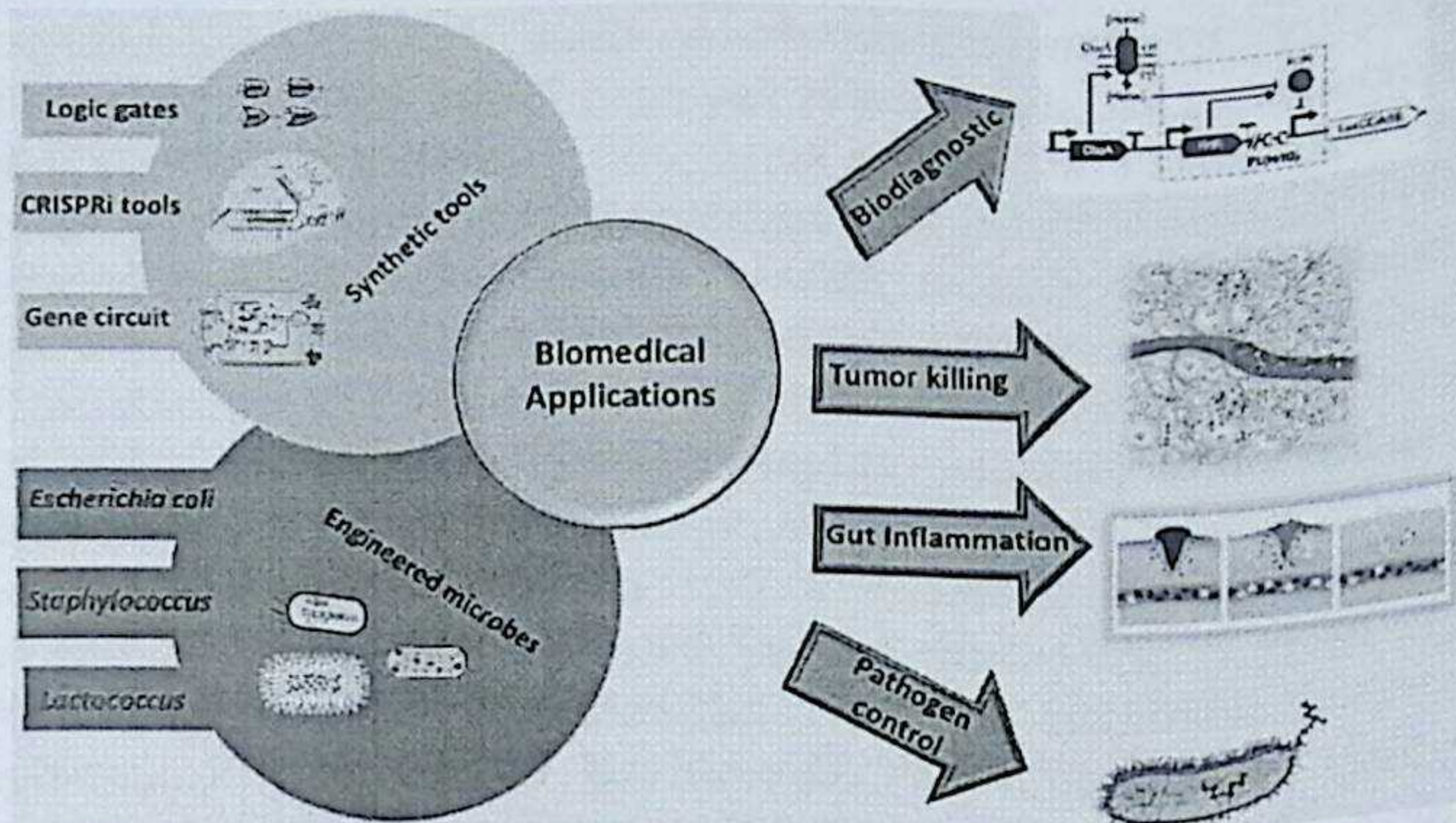
Genetik modifikatsiyalangan mikroorganizmlarni yaratish – bu murakkab, ammo aniq ketma-ketlikdagi ilmiy-texnologik jarayonlar majmuasidir. Ushbu bosqichlar orqali tanlangan genetik material mikroorganizmlarga kiritilib, ularda kerakli mahsulotni sintez qilish xususiyati paydo qilinadi.

1. Maqsadli gen tanlash. GMM yaratishning birinchi va eng muhim qadami — bu organizmga kiritiladigan maqsadli genni tanlashdir. Bu gen foydali oqsil yoki ferment sintezini kodlashi, organizmga antibiotikga chidamlilik berishi, yoki muayyan metabolitni sintez qilish xususiyatiga ega bo’lishi kerak.

Masalan Insulin geni — diabetiklar uchun dori vositasi ishlab chiqarishda, Bt (*Bacillus thuringiensis*) geni — zararkunandalarga qarshi biologik vositalarda qo’llaniladi.

Tanlangan gen manbai boshqa mikroorganizmlar, o’simliklar, hayvonlar yoki sun’iy sintezlangan DNK bo’lishi mumkin.

2. Gen konstruksiyasini yaratish. Maqsadli gen maxsus vektor (ko’chuvchi gen elementlari — plazmidlar, bakteriofaglar) yordamida mikroorganizmlarga kiritiladi. Buning uchun gen promotor bilan birlashtiriladi — bu genning ifodalanishini boshqaruvchi DNK qismi. Keyin bu butun genetik konstruksiya vektorga joylanadi.



Rasm 15. GMMlar sintezi va sintetik biologiya

Genetik modifikatsiyalangan mikroorganizmlarni (GMM) yaratishning texnologik bosqichlari

Bu bosqichda genning faol ishlashi, transkripsiya tezligi va barqarorligi e'tiborga olinadi.

3. Transformatsiya (gen kiritish). Bu bosqichda tayyorlangan genetik konstruktsiya tanlangan mikroorganizmlar hujayrasiga kiritiladi. Buning bir nechta usullari mavjud:

- Elektroporatsiya – hujayra membranasiga elektr zarbasi berilib, DNKning hujayraga kirishiga yo'l ochiladi.
- Issiqlik zarbasi – bakteriyalarni haroratni keskin o'zgartirish orqali transformatsiyalash.
- Mikroinjeksiya – genlar to'g'ridan-to'g'ri hujayra yadrosiga yuboriladi (ko'proq eukaryotlarda).
- Viruslar (bakteriofaglar) orqali gen kiritish.

Ushbu bosqichda maqsad — genetik materialni hujayraga muvaffaqiyatli kiritish va u yerda barqaror ishlashini ta'minlashdir.

4. Seleksiya va skrining. Gen kiritilganidan so'ng, barcha mikroorganizmlar genni qabul qilmagan bo'lishi mumkin. Shuning uchun seleksiya bosqichida genni qabul qilgan hujayralar ajratiladi. Odatda, bu maxsus antibiotik rezistentligi geni orqali amalga oshiriladi. Skrining orqali foydali xususiyatlar aniqlanadi: ya'ni, gen hujayrada ifodalanayotganini (ekspressiya) va kerakli oqsil sintezlanayotganini aniqlash.

5. Ekspressiya va fermentativ faollikni baholash. Tanlangan mikroorganizmlar tarkibida gen ishlayotgan bo'lsa, ular kerakli oqsil, ferment yoki boshqa mahsulotni sintez qilishi kerak. Ushbu bosqichda genetik ifoda (transkripsiya va translatsiya) faoliyati aniqlanadi. Sintez qilingan mahsulotning miqdori, sifati va fermentativ faolligi baholanadi.

Bunda spektrofotometriya, elektroforez, fermentativ testlar va boshqa biokimyoviy metodlar qo'llaniladi.

6. Masshtabli ishlab chiqarish (sanoatlashtirish). Kerakli mahsulotni samarali ishlab chiqarayotgan GMM namunasi **masshtabli bioreaktorlarga** o'tkaziladi. Bu bosqichda bioreaktorlarda mikroblarning o'sishi uchun optimal harorat, pH, ozuqa, kislorod va aralashtirish sharoitlari yaratiladi. Mikrobial biomassa ko'paytirilib, mahsulotni olish, ajratib olish (ekstraksiya) va tozalash bosqichlariga o'tiladi.

Ushbu bosqich biotexnologik sanoatda eng muhim va iqtisodiy jihatdan ahamiyatli qadamdir.

GMM yaratish bosqichlari bir-biri bilan chambarchas bog'liq va har bir qadamda genetik, biokimyoviy va texnologik nazorat muhim ahamiyatga ega. Maqsadli genning tanlanishidan tortib, sanoat miqyosida mahsulot ishlab chiqarishgacha bo'lgan jarayon murakkab, lekin yuqori samarali natijalar beradigan ilmiy asoslangan texnologiyadir.

Genetik modifikatsiyalangan mikroorganizmlarning asosiy turlari

Genetik modifikatsiyalangan mikroorganizmlar (GMM) turli biologik xususiyatlari, genetik boshqaruv qulayligi va amaliyotdagi qo'llanish imkoniyatlariga ko'ra bir necha asosiy guruhlariga bo'linadi. Quyida eng muhim va keng qo'llaniladigan GMM turlari keltirilgan.

1. Escherichia coli - ichak tayoqchasi bo'lib, genetik manipulyatsiyalar uchun eng ko'p tanlanadigan model mikroorganizmdir. Chunki uning genetik tuzilmasi yaxshi o'rganilgan, oson o'sadi va tez ko'payadi, plazmidlar orqali gen kiritish texnologiyasi mukammal ishlab chiqilgan.

Rekombinant oqsillar sintezida (insulin, interferon, somatotropin), gen ekspressiya tizimlarini o'rganish, laboratoriyada gen tahriri (CRISPR) tajribalarida qo'llaniladi.

E. coli asosidagi GMMlar tibbiyot, biokimyo, molekulyar biologiya va diagnostika sohalarida muhim o'rin egallaydi.

2. Bacillus subtilis — gram-musbat, sporalar hosil qiluvchi, tuproqda yashovchi bakteriya. Genetik o'zgartirishga oson beriladi va

ekzotoksinlar ajratmaydi, ya'ni inson va hayvonlar uchun xavfsiz, fermentativ faolligi yuqori, sekretiya (oqsillarni tashqi muhitga chiqarish) tizimi kuchli.

Oziq-ovqat sanoatida fermentlar (amilaza, proteaza) ishlab chiqarishda, probiotik vositalar yaratishda, farmatsevtikada fermentativ davolash vositalari ishlab chiqishda qo'llaniladi.

Bacillus subtilis asosidagi GMMlar xavfsizligi sababli ko'plab mamlakatlarda "GRAS" (Generally Recognized As Safe) maqomiga ega.

3. *Pseudomonas* — bu turdagi mikroblar murakkab organik moddalarni parchalaydi, metabolik yo'llari xilma-xildir. Bioremidatsiya (atmosfera, suv, tuproqni tozalash) uchun mos.

GMM shaklida neftni parchalovchi, og'ir metallarni yutuvchi shtammlar yaratilgan.

4. *Streptomyces* — tuproq bakteriyalari bo'lib, tabiiy antibiotiklar ishlab chiqaradi. Genetik manipulyatsiya orqali yangi antibiotiklar sintez qilinadi.

Masalan, streptomisin, eritromitsin, tetratsiklin kabi antibiotiklar aynan shu turdan olinadi.

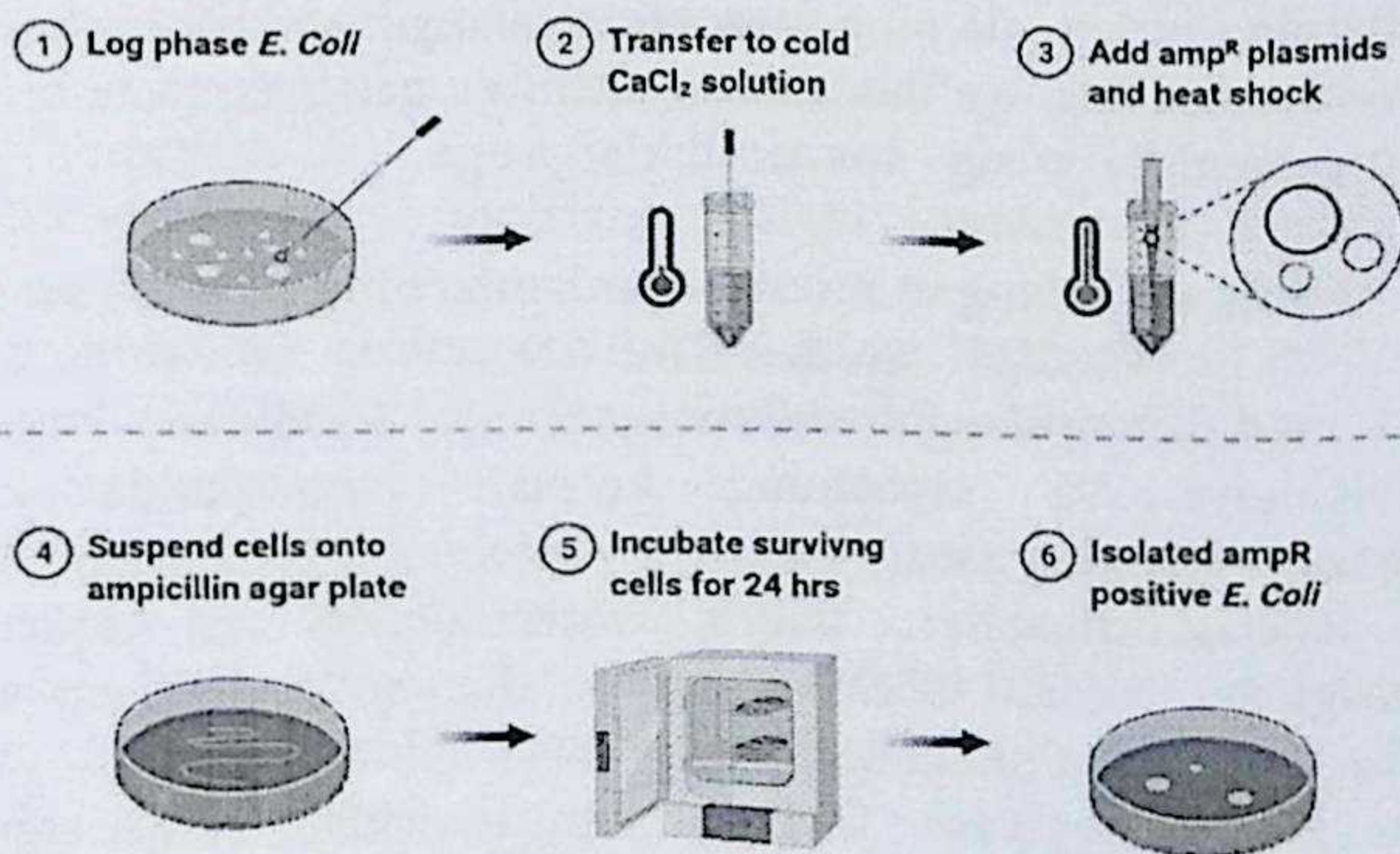
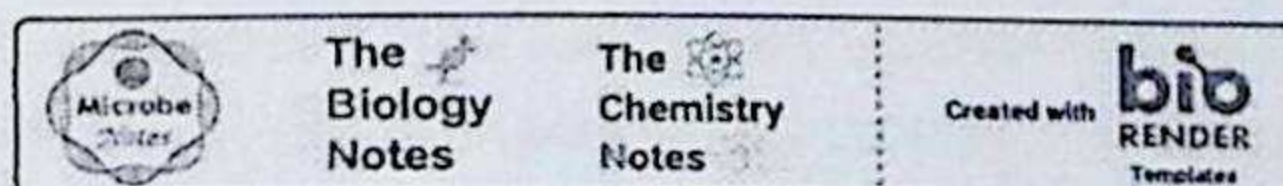


Figure: Cell Transformation (*E. coli*)



Rasm 16. Plazmidlar orqali transformatsiya jarayoni

5. **Saccharomyces cerevisiae** — spirtli fermentatsiyada ishlatiladigan achitqi bo'lib, eukaryotik hujayra modeli hisoblanadi. Genetik manipulyatsiyaga ochiq. Kompleks oqsillar va vaktsinalarni ishlab chiqarishga mos.

Masalan, gepatit B vaktsinasi aynan shu achitqi asosida ishlab chiqilgan.

6. **Fotosintetik mikroorganizmlar (Cyanobacteria).** Fotosintetik GMMlar ekologik muammolarni hal qilish, qayta tiklanuvchi resurslardan foydalanish va atmosfera CO₂ ni kamaytirishda katta salohiyatga ega.

Cyanobacteria quyosh nuri va karbonat angidrid asosida biosintez qiladi, o'simliklardagi kabi xlorofillga ega, suv muhitida yaxshi o'sadi va tez ko'payadi.

Bioyoqilg'i ishlab chiqarishda etanol, butanol, biodizel singari energiya manbalari sifatida, CO₂ fiksatsiyasi orqalo atmosferadagi ortiqcha karbonat angidridni yutib olib, iqlim o'zgarishiga qarshi kurash, oziqaviy oqsilga boy qo'shimchalar sifatida ishlatiladi.

Ular ayniqsa "yashil biotexnologiya" (green biotechnology) yo'nalishida istiqbolli hisoblanadi.

GMMlarning turlari ularning biologik tabiatiga, genetik boshqaruv darajasiga va sanoatdagi qo'llanish maqsadlariga qarab farqlanadi. Har bir mikroorganizm turi o'ziga xos afzalliklarga ega.

Genetik modifikatsiyalangan mikroorganizmlarning (GMM) amaliy qo'llanilishi

Genetik modifikatsiyalangan mikroorganizmlar (GMMlar) bugungi kunda biologiya va sanoatning ko'plab tarmoqlarida keng qo'llanilmoqda. Ularning asosiy ustunligi — genetik jihatdan maqsadga muvofiq moslashtirilganligi, yuqori mahsuldorligi va iqtisodiy samaradorligidir. Quyida GMMlarning amaliy qo'llaniladigan to'rt asosiy sohasi haqida ma'lumot beriladi.

Sanoat biotexnologiyasi. GMMlar sanoat ishlab chiqarishining ko'plab yo'nalishlarida, xususan, oziq-ovqat, kimyo va farmatsevtika sohalarida muhim ahamiyatga ega.

a) Fermentlar ishlab chiqarish. GMMlar yordamida fermentlar - biologik katalizatorlar — yuqori miqdorda olinadi. Masalan:

- **Amilaza** – kraxmalni shakar (dekstrin)ga aylantirish uchun,
- **Proteaza** – oqsillarni parchalash uchun (kir yuvish vositalarida, oziq-ovqat sanoatida),

- **Lipaza** – yog'larni parchalaydi (pishloq, margarin ishlab chiqarishda).

GMMlar ushbu fermentlarni arzon va tez ishlab chiqarishga imkon beradi.

b) **Aminokislotalar biosintezi.** GMMlar yordamida glutamin, lizin, treonin kabi muhim aminokislotalar biosintez qilinadi. Ayniqsa, *Corynebacterium glutamicum* kabi bakteriyalar genetik o'zgartirilib, aminokislotalarni ko'p miqdorda ishlab chiqaradi.

c) **Fermentatsiya mahsulotlari.** GMMlar etanol (spirt), sirka kislotasi, limon kislotasi (sitrat) kabi moddalarni fermentatsiya orqali ishlab chiqarishda ishlatiladi.

- *Saccharomyces cerevisiae* — genetik modifikatsiya orqali etanol hosildorligi oshiriladi.

- *Aspergillus niger* — sitrat ishlab chiqaruvchi zamburug', lekin genetik optimallashtirilgan.

Bu mahsulotlar oziq-ovqat, tibbiyot, kosmetika va kimyo sanoatida keng qo'llaniladi.

Tibbiyotda. Tibbiyot GMMlardan eng keng foydalanuvchi sohalardan biridir. GMMlar quyidagi yo'nalishlarda ishlatiladi:

Rekombinant dori vositalari sintezi:

- **Insulin** – genetik modifikatsiyalangan *E. coli* bakteriyasi yordamida ishlab chiqariladi.

- **Interferonlar** – viruslarga qarshi immunitetni kuchaytiruvchi oqsillar.

- **Monoklonal antitanachalar** – o'sma hujayralarni aniqlovchi va yo'q qiluvchi oqsillar (onkologik terapiyada ishlatiladi).

Gen terapiyasi:

- GMMlar vektor sifatida ishlatiladi — ya'ni zararlangan inson hujayrasiga sog'lom genlarni olib kiradi.

- Masalan, retroviruslar asosida tayyorlangan vektorlar oraliq organizm sifatida genlarni hujayraga kiritadi.

c) Rekombinant vaktsinalar

- **Gepatit B vaktsinasi** — *Saccharomyces cerevisiae* (achitqi) asosida ishlab chiqilgan.

- **HPV (bachadon bo'yni saratoni) vaktsinasi** ham rekombinant texnologiya bilan olinadi.

Ushbu vaktsinalar hayvonlardan emas, balki GMMlardan olinganligi tufayli xavfsiz, toza va aniq dozada bo'ladi.

Qishloq xo'jaligida. GMMlar qishloq xo'jaligida o'simliklarni oziqlantirish, kasalliklardan himoya qilish va tuproq unumdorligini oshirishda foydalaniladi.

Azot fiksatsiyasini yaxshilovchi mikroblar. Ba'zi bakteriyalar (masalan, *Rhizobium*) leguminoz (dukkakli) o'simliklar ildizida yashab, havodagi azotni o'zlashtiradi.

GMM texnologiyasi yordamida bu bakteriyalarning samaradorligi oshiriladi — ya'ni azotni tezroq va ko'proq bog'laydi.

O'g'it sifatida ishlatiladigan GMMlar. GMMlar o'simliklar uchun foydali moddalarni ishlab chiqaradi: fosfor, kaliy, fitogormonlar (auksin, gibberellin).

Bunday mikroorganizmlar biogumus va biofertilizator tarkibida qo'shiladi.

O'simlik kasalliklariga qarshi kurash. *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus thuringiensis* kabi bakteriyalar o'simliklarga zararli mikroorganizmlarga qarshi ishlatiladi.

GMMlar bu bakteriyalarni yanada kuchaytirib, biokontrol agent sifatida foydalanishga moslashtiriladi.

Ekologiya va bioremidatsiya. Ekologik muammolarni hal qilishda GMMlarning roli tobora ortib bormoqda. Ayniqsa, bioremidatsiya - ya'ni biologik tozalash texnologiyasida ular muhim vosita bo'lib xizmat qiladi.

Zaharli chiqindilarni parchalovchi mikroblar. GMMlar neft, pestitsidlar, bo'yoqlar, to'qimachilik chiqindilari kabi zararli moddalarni parchalab yoki zararsizlantirib yuboradi.

Masalan, *Pseudomonas putida* bakteriyasi genetik modifikatsiya orqali neftni parchalovchi GMMga aylantirilgan.

Plastiklarni parchalaydigan mikroblar. Genetik o'zgartirilgan bakteriyalar va zamburug'lar polimer moddalarni (masalan, PET plastmassa) parchalay oladi.

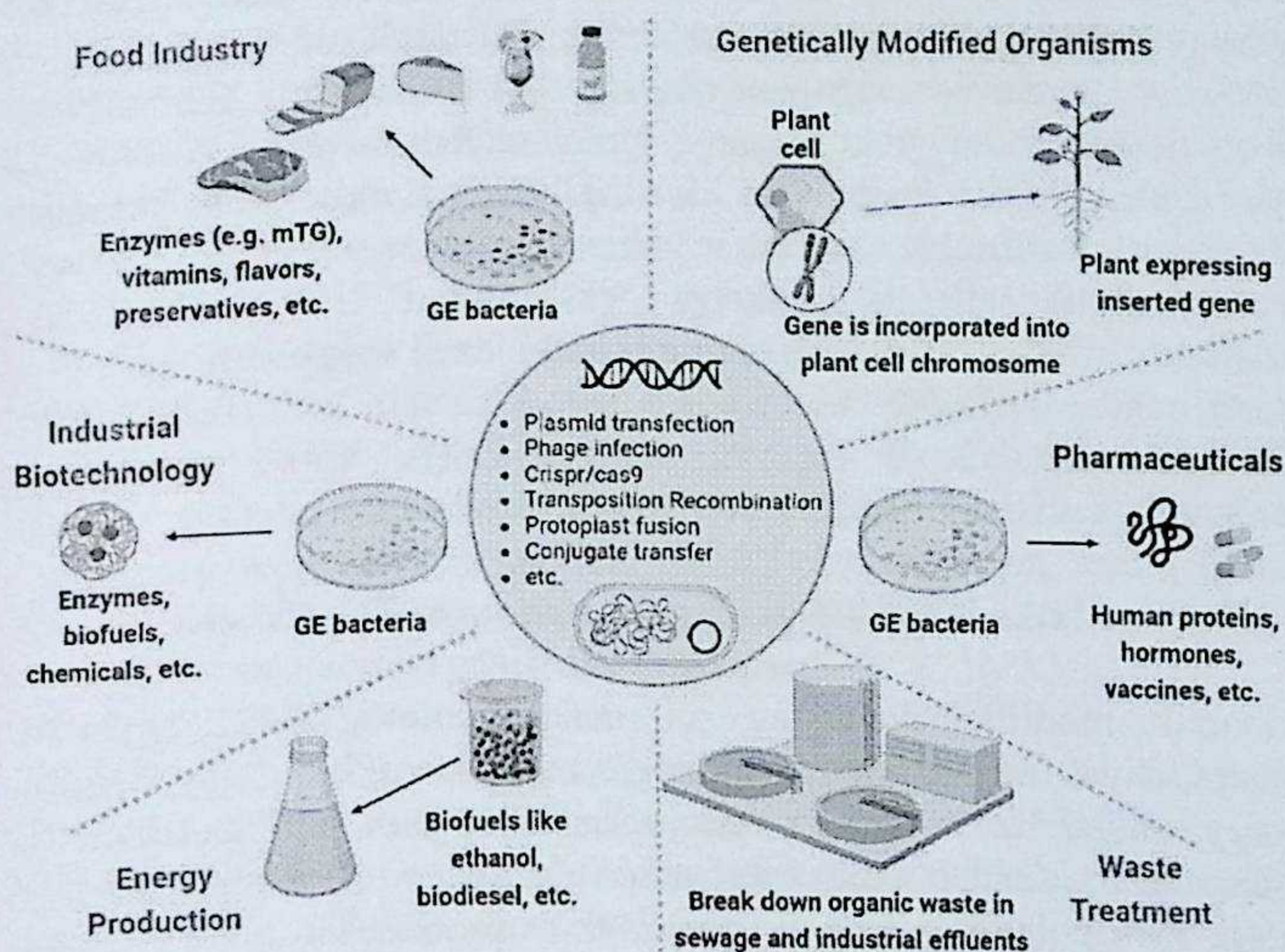
Bu texnologiya global plastik ifloslanish muammosiga yechim bo'lishi mumkin.

Og'ir metallarni yutuvchi mikroblar. GMMlar og'ir metall ionlarini (masalan, qo'rg'oshin, simob, kadmiy) o'z hujayra ichiga yutib, biologik tozalashni amalga oshiradi.

Bu mikroblar suv tozalash inshootlarida, kon sanoatida va sanoat chiqindilari bilan ishlashda foydalaniladi.

Genetik modifikatsiyalangan mikroorganizmlardan (GMM) foydalanishning xavfsizlik masalalari

Genetik modifikatsiyalangan mikroorganizmlar (GMMlar) zamonaviy biotexnologiyada katta ilmiy va amaliy ahamiyatga ega bo'lsa-da, ularning nazoratsiz yoki noto'g'ri qo'llanilishi turli xavf-xatarlarni keltirib chiqarishi mumkin. Shu sababli, GMMlar bilan ishlashda biologik xavfsizlik, ekologik nazorat va sog'liqni muhofaza qilish kabi tamoyillarga qat'iy amal qilinadi.



Rasm 17. Mikrobiom bilan GMM o'rtasidagi o'zaro ta'sirlar

Agar genetik modifikatsiyalangan mikroorganizmlar nazoratsiz tarzda atrof-muhitga chiqib ketsa, ular mahalliy mikroflora va mikrofaunani siqib chiqarishi, ekologik muvozanatni buzishi, begona genlarni boshqa mikroorganizmlarga o'tkazishi (gorizontal gen transferi), yoki genetik ifloslanish keltirib chiqarishi mumkin.

Masalan azot fiksatsiyalovchi GMM bakteriyasi tabiiy muhitda haddan tashqari ko'payib ketsa, boshqa foydali mikroblarning o'sishini to'xtatishi mumkin.

Shuning uchun GMMlar ochiq muhitda emas, balki yopiq va nazoratli sharoitlarda saqlanishi shart.

GMMlar bilan ishlovchi laboratoriya, tadqiqot muassasalari yoki biotexnologik korxonalar yopiq tizimlarda faoliyat yuritishi kerak. Bu tizimlar bioreaktorlar, maxsus filtrlovchi ventilyatsiya tizimlari, sterilizatsiya vositalari bilan jihozlangan bo'ladi. Chiqindilar (suyuqlik, havo, biologik material) maxsus usulda zararsizlantiriladi. Ishchi xodimlar shaxsiy himoya vositalari, biologik xavfsizlik shkaflari (BSC) orqali himoyalangani.

Yopiq tizimlar GMMlarning tashqariga chiqishining oldini oladi va inson, hayvon, o'simlik va tabiat xavfsizligini ta'minlaydi.

GMMlar yordamida olingan mahsulotlar - masalan, fermentlar, oqsillar, dori vositalari yoki ozuqaviy qo'shimchalar - bozorda sotuvga chiqarilishdan oldin sinovdan o'tkaziladi. Bunda toksikologik tekshiruvlar (mahsulot zaharli yoki organizmga zararli ta'sir ko'rsatmaydimi), allergik reaksiya tekshiruvlari (insonlarda yoki hayvonlarda allergiya chaqirish ehtimoli mavjudmi) aniqlanadi.

Har qanday GMM mahsuloti xalqaro standartlar bo'yicha hayvonlarda (in vivo), hujayra darajasida (in vitro) va inson organizmida xavfsizlik jihatidan sinovdan o'tkaziladi.

GMMlar bilan ishlashdagi xalqaro qonunchilik va xavfsizlik protokollari

Genetik modifikatsiyalangan mikroorganizmlar (GMMlar) bilan bog'liq faoliyat faqat ilmiy va texnologik masala bo'lib qolmay, balki u huquqiy, xavfsizlik va axloqiy me'yorlar bilan ham tartibga solinadi. Ayniqsa, ularni ishlab chiqarish, tashish, sotish yoki ochiq muhitda qo'llash kabi holatlarda xalqaro qonunlar va protokollarga qat'iy amal qilish talab etiladi.

Masalan Cartagena Protokoli (2000-yil) — eng muhim xalqaro hujjat

Cartagena Protokoli Birlashgan Millatlar Tashkiloti qoshidagi Biologik xilma-xillik to'g'risidagi Konvensiya doirasida 2000-yilda qabul qilingan. Bu protokol dunyo miqyosida GMMlar bilan bog'liq xavflarni nazorat qilishga qaratilgan.

Asosiy maqsadi tirik genetik modifikatsiyalangan organizmlar (LMO)ning xalqaro savdosi, tashilishi, ishlatilishi yoki chiqarilishi bilan bog'liq xavflarni kamaytirish. Shu yerda LMOga izoh berishni lozim topdik. LMO — Living Modified Organism (tirik modifikatsiyalangan organizm). Cartagena Protokoliga ko'ra LMO bu genetik materialiga

tabiiy bo'lmagan yoki laboratoriyada qo'llaniladigan biotexnologik usullar orqali o'zgartirish kiritilgan tirik organizmdir. Hamda o'simlik, hayvon, mikroorganizmlar orqali ekotizimga ta'sir qiluvchi omillarni nazoratga olish.

Protokolning asosiy talab va mexanizmlariga quyidagilar kiradi :

1. Xavfsizlik sertifikat- har qanday GMM mahsuloti, ayniqsa tirik organizm bo'lsa (masalan, urug', mikroblar), biologik xavfsizlik sertifikat bilan hujjatlashtirilishi shart. Bu sertifikat GMMning xavfsizligi, toksikologiyasi, genetik tarkibi va ekologik ta'siri haqidagi hujjatli dalillarni o'z ichiga oladi.
2. Oldindan xabardor qilish (Advance Informed Agreement – AIA)- GMMni bir mamlakatdan boshqasiga eksport qilish uchun import qiluvchi davlatga oldindan rasmiy ogohlantirish yuborilishi lozim. Bu ogohlantirish orqali import qiluvchi davlat GMMning xavfsizligi, maqsadi va qo'llanish shartlarini o'rganadi va ruxsat beradi yoki rad etadi.
3. Ochiq muhitda qo'llash - GMMni ochiq muhitga (masalan, dala, suv havzasi, o'rmon) chiqarish faqat maxsus ilmiy-ekspertiza asosida berilgan ruxsatnoma bilan amalga oshiriladi. Ekotizimga salbiy ta'sir ehtimoli oldindan tahlil qilinadi.

Masalan azot fiksatsiyalovchi GMM bakteriyasini ochiq dalaga chiqarish uchun avvalo ekotizimga ta'siri bir necha oy yoki yil davomida nazoratda o'rganiladi.

Qo'shimcha xalqaro me'yorlar:

Codex Alimentarius (FAO/WHO tomonidan ishlab chiqilgan)- GMMdan olingan oziq-ovqatlar uchun xalqaro xavfsizlik standartlarini belgilaydi. Oziq-ovqat mahsulotlaridagi GMM izlari, allergiklik, toksiklik bo'yicha tavsiyalar beradi.

OECD (Iqtisodiy hamkorlik va taraqqiyot tashkiloti) - GMMlar bilan bog'liq xavflarni baholash metodologiyasi, ekologik monitoring va sinov protokollarini ishlab chiqqan.

O'zbekiston ham xalqaro xavfsizlik talablarini inobatga olgan holda milliy qonunchilik bazasini shakllantirmoqda. 2020-yillardan boshlab "Biologik xavfsizlik to'g'risida"gi qonun loyihasi ishlab chiqilgan. Ushbu hujjat asosida GMMlarning ishlab chiqarilishi, sinovdan o'tkazilishi, ochiq muhitga chiqarilishi, eksport va importi nazoratga olinadi.

Milliy nazoratni Sanitariya-epidemiologik xizmat, Ekologiya qo'mitasi, Ilmiy-tekshiruv muassasalari olib boradi.

GMMlardan foydalanishning xavfsizligi — ularning foydali tomonlari kabi muhim. Faqat nazoratli, qonuniy va ehtiyotkorlik bilan yondashilgan holatdagina GMMlar insoniyat va tabiat uchun foydali bo‘la oladi.

Genetik modifikatsiyalangan mikroorganizmlarga (GMM) oid qonunchilik va etika masalalari

GMMlardan foydalanish ilm-fan, sanoat va tibbiyotda muhim natijalar bermoqda. Ammo ular bilan ishlash faqat ilmiy va texnik jihatdan emas, balki huquqiy va axloqiy (etik) tamoyillar asosida ham tartibga solinishi lozim. Bu holat inson sog‘lig‘i, ekologik xavfsizlik va iste‘molchilarning huquqlarini himoya qilish nuqtayi nazaridan muhim ahamiyatga ega.

Maxsus ruxsatnomalar va litsenziyalar. Har bir davlat GMMlarni ishlab chiqarish, sinovdan o‘tkazish, eksport-import qilish, shuningdek ularni ochiq muhitda qo‘llash uchun alohida ruxsatnomalar tizimini joriy etadi. Bu jarayonda ekspertiza, xavfsizlik tahlili va muvofiqlik baholash bosqichlari muhim ahamiyatga ega.

BMT Biologik xilma-xillik konventsiyasi. GMMlar bilan bog‘liq global siyosat Birlashgan Millatlar Tashkilotining “Biologik xilma-xillik to‘g‘risidagi Konvensiyasi” va uning Cartagena Protokoli asosida olib boriladi. Bu hujjatlar orqali GMMlar xalqaro darajada huquqiy tartibga solinadi, ekologik xavfsizlik va davlatlararo axborot almashinuvi ta‘minlanadi.

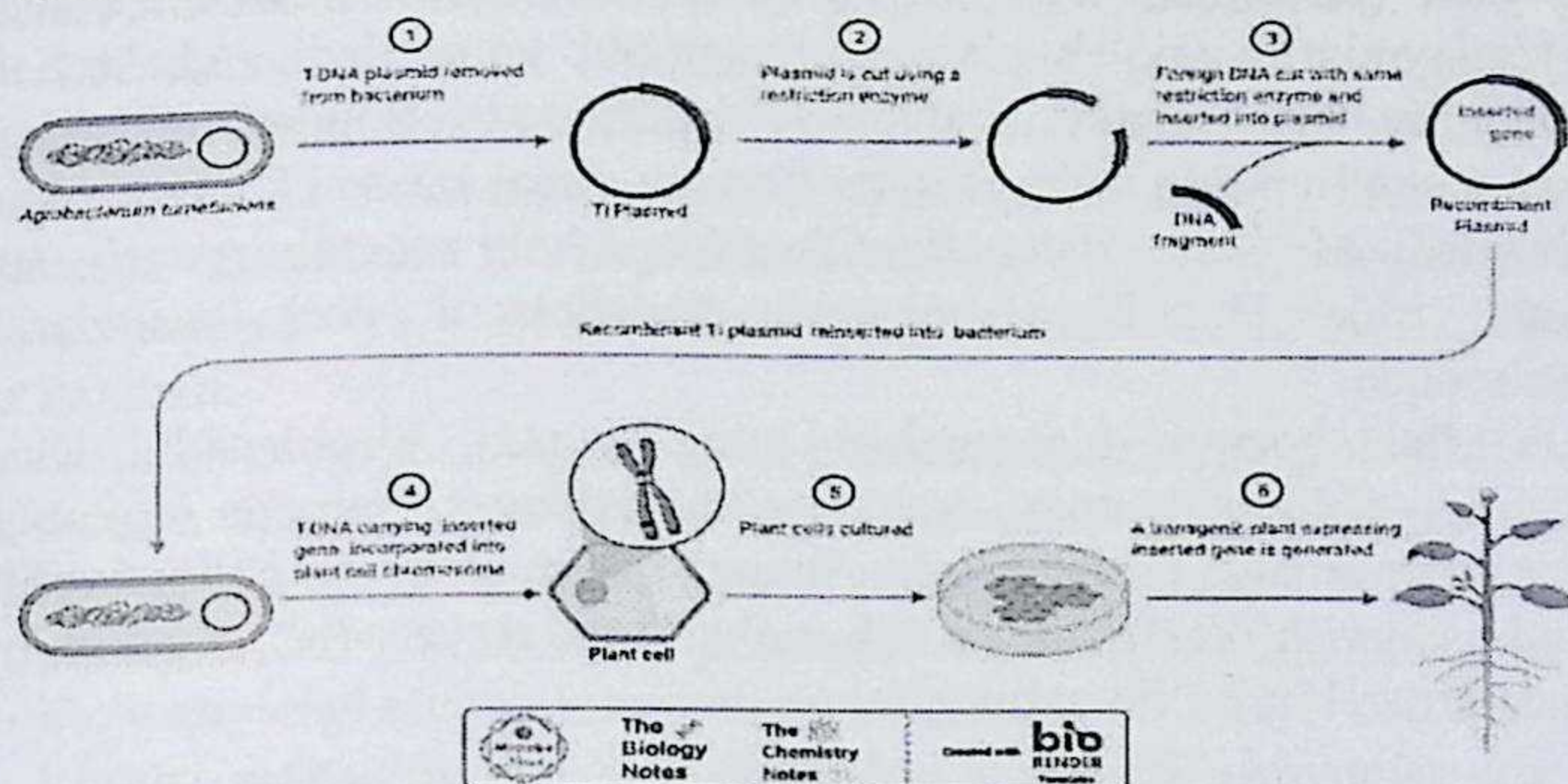
O‘zbekiston misolida. Biologik xavfsizlik sohasida O‘zbekistonda “Biologik xavfsizlik to‘g‘risida”gi qonun loyihalari ishlab chiqilgan. Bu qonunlar orqali GMMlar bo‘yicha nazorat, sertifikatlash, laboratoriya rejimlari, nazorat organlari vakolatlari aniqlashtirilmoqda.

GMMlar bilan bog‘liq etika muammolar ko‘pincha jamoatchilik va diniy qarashlar bilan chambarchas bog‘liq. Quyida asosiy masalalar bayon etilgan: **Inson sog‘lig‘i, nasl va ekologiyaga ta‘siri.** GMMlarning uzoq muddatli ta‘siri to‘liq o‘rganilmaganligi sababli “genetik xavf” tushunchasi ko‘p muhokamalarga sabab bo‘ladi. Mutatsiyalar, genetik merosga ta‘sir, yoki ekologik muvozanat buzilishi ehtimoli xavotir uyg‘otadi.

Diniy, madaniy va iste‘molchi nuqtayi nazaridan masalalar. Halol (halal) yoki vegetarian mahsulotlar ishlab chiqarishda GMMlar foydalanilgan bo‘lsa, bu iste‘molchilar uchun axloqiy va diniy muammo tug‘diradi.

Masalan, hayvon genlari ishtirok etgan GMM mahsulotini musulmon yoki vegetarian iste'mol qilmasligi mumkin. **Shaffof yorliqlash (etiketkalash)**. GMM ishlatilgan mahsulotlar albatta maxsus belgi va izohlar bilan yorliqlanishi kerak. Bu iste'molchilarga erkin tanlov huquqini beradi. Shaffoflik — ishonchli va axloqiy savdoning asosi.

Agrobacterium-Mediated Transformation



Rasm 18. GMMlarni ekologik va biotexnologik qo'llanilishi

GMMlar bilan bog'liq kelajakdagi istiqbollar

Texnologiyalar jadal sur'atda rivojlanar ekan, GMMlarning imkoniyatlari ham tobora kengaymoqda. Quyida yaqin va uzoq kelajakda GMMlardan qanday foydalanish ko'zda tutilayotgani bayon etiladi:

Sintetik biologiya va sun'iy hayot shakllari- ilm-fan butunlay yangi, inson tomonidan laboratoriyada yaratilgan hayot shakllarini yaratishga intilmoqda. Bu sun'iy mikroorganizmlar foydali metabolitlar ishlab chiqarish, dori vositalari sintezi yoki ekologik muammolarni hal etishda qo'llanilishi mumkin.

Masalan DNKni butkul sun'iy yaratib, mikroorganizmlar asosida ishlovchi biokompyuterlar loyihalanmoqda.

CRISPR-Cas9 texnologiyasi asosida gen tahriri - CRISPR texnologiyasi GMMlar yaratishda yuqori aniqlik, tezlik va samaradorlikni ta'minlaydi. Bu orqali mikroorganizmlarda zarur genlarni aniq kesib olish yoki joylashtirish mumkin.

Masalan faqat biror antibiotikka chidamli genni olib tashlash yoki qo'shish orqali yangi dori-turg'un bakteriyalar yaratish mumkin.

Ekotizimni tiklash va bioyoqilg'i ishlab chiqarish - GMMlar orqali CO₂ ni yutuvchi, bioyoqilg'i (biogaz, biodizel) ishlab chiqaruvchi mikroorganizmlar yaratilmoqda. Bu esa iqlim o'zgarishini kamaytirish, ifloslanishni bartaraf etish va energiya muammosini yechishda muhim vositaga aylanishi mumkin. Cyanobacteria asosidagi GMMlar quyosh nuri yordamida bioyoqilg'i sintez qilishda ishlatiladi. Bakterial terapiyalar (onkologik kasalliklarga qarshi kurash) - GMMlar o'simta (rak) hujayralarini aniqlab, ularni nishonga olib yo'q qiladigan bakterial terapiya vositalari sifatida sinovdan o'tkazilmoqda. Bunday mikroblar tanadagi sog'lom to'qimalarga zarar bermay, faqat saraton hujayralariga ta'sir qiladi. Masalan *Salmonella*, *Clostridium* kabi anaerob bakteriyalar asosida ishlab chiqilgan bakterial "intellektual dori vositalari" yaratilmoqda.

GMMlar hozirgi biotexnologiyaning yuragi hisoblanadi. Ular yordamida tibbiyot, sanoat, ekologiya va qishloq xo'jaligida inqilobiy o'zgarishlar amalga oshirilmoqda. Shunga qaramay, ularni ehtiyotkorlik bilan boshqarish, xavfsizlik va etik me'yorlarga rioya qilish eng muhim masalalardan biri bo'lib qolmoqda.

MIKROBIAL BIOTEXNOLOGIYADA OMMAVIY ISHLAB CHIQRISH

Mikrobial biotexnologiya — bu mikroorganizmlarni sanoat, tibbiyot, qishloq xo'jaligi va ekologiya sohalarida amaliy maqsadlar uchun ishlatishga asoslangan yo'nalishdir. Bu soha mikroorganizmlarning tabiiy yoki genetik modifikatsiyalangan shakllarini ishlab chiqarishda qo'llab, foydali mahsulotlarni biosintez qilish imkonini beradi.

Sanoatda mikrobial biotexnologiya antibiotiklar, fermentlar, vitaminlar, aminokislotalar, organik kislotalar, spirtli ichimliklar va boshqa ko'plab moddalarning ishlab chiqarilishida asosiy o'rin tutadi. Ekologik sohada esa u chiqindilarni utilizatsiya qilish, biogaz olish, bioremedatsiya va atrof-muhitni ifloslanishdan himoya qilishda qo'llaniladi.

Mikrobial biotexnologiya — bu mikroorganizmlarning biokimyoviy faoliyatidan foydalangan holda, sanoat miqyosida foydali mahsulotlar ishlab chiqarishga yo'naltirilgan zamonaviy ilmiy yo'nalishdir. Ommaviy ishlab chiqarish bu jarayonni sanoat sharoitiga tatbiq etish bo'lib, u quyidagi muhim maqsadlarni ko'zlaydi.

Yuqori mahsuldorlikka erishish. Mikrobiologik jarayonlar odatda laboratoriya sharoitida sinovdan o'tkaziladi. Biroq, sanoat ishlab chiqarishi katta hajmda, minglab litr yoki tonnalab xom ashyoni qayta ishlashga mo'ljallangan. Shuning uchun:

- ishlab chiqarilayotgan mahsulot miqdori maksimal darajaga yetkazilishi kerak;
- fermentatsiya va biosintez jarayonlari iloji boricha qisqa vaqt ichida tugallanishi zarur;
- yuqori hosildor shtammlar (mikroorganizmlar) tanlab olinadi yoki genetik muhandislik orqali yaratiladi;
- fermentatsiya jarayonining har bir bosqichi mukammal rejalashtiriladi.

Bu maqsadga erishish sanoat uchun mahsulot yetkazib berish muddatlarini qisqartirish va ishlab chiqarish samaradorligini oshirish imkonini beradi.

Mahsulot sifatining barqarorligini ta'minlash. Ishlab chiqarilayotgan har bir partiya bir xil sifatga ega bo'lishi kerak. Bu quyidagilarni anglatadi:

- har bir mahsulotda biologik faollik, tozalik, pH darajasi, ta'sir kuchi va boshqa kimyoviy-fizikaviy xossalarni qat'iy nazorat qilinadi;
- standart operatsion protokollar (sop) asosida ishlash talab etiladi;

- sifat tizimi haccp, iso yoki gmp standartlariga muvofiq bo'lishi lozim;
- laboratoriya va ishlab chiqarish bo'limlari o'rtasida moslik ta'minlanadi.

Bu talablar ayniqsa farmatsevtik va oziq-ovqat sanoati uchun nihoyatda muhimdir, chunki mahsulot iste'molchi sog'lig'iga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

Energiya va resurslardan samarali foydalanish. Energiya, suv, substratlar (shakar, kraxmal, oqsil, tuzlar) — bularning barchasi ishlab chiqarish uchun muhim resurslardir. Ularning isrof qilinmasligi quyidagi usullar bilan ta'minlanadi:

- substratning optimal konsentratsiyasi aniqlanadi;
- qayta ishlanadigan yoki chiqindidan olinadigan xom ashyolardan foydalaniladi (masalan, melassa, bug'doy kepagi);
- energiya tejamkor bioreaktorlar (yaxshi issiqlik izolyatsiyalangan va avtomatlashtirilgan) qo'llaniladi;
- aeratsiya (kislorod bilan ta'minlash) va aralashtirish tizimlari minimal energiya bilan maksimal natija beradigan tarzda loyihalashtiriladi.

Bunday yondashuv ishlab chiqarish tannarxini pasaytiradi va ekologik xavflarni kamaytiradi.

Ekologik xavfsizlikni ta'minlash. Mikrobia ishlab chiqarish sanoatining atrof-muhitga salbiy ta'sirini minimallashtirish ham asosiy vazifalardan biridir. Bu quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- fermentatsiya natijasida hosil bo'ladigan chiqindi suvlar (ph o'zgargan, organik moddalar bilan boyitilgan) tozalanadi;
- biogaz va metan kabi chiqindilar energiya manbaiga aylantiriladi;
- kompostlash orqali organik qoldiqlar o'g'itga aylantiriladi;
- mikrobial kontaminatsiyani oldini olish uchun steril uskunalar va yopiq tizimlar ishlatiladi.

Bunday ishlab chiqarish “yashil biotexnologiya” deb atalib, global iqlim o'zgarishiga qarshi kurashishda katta ahamiyatga ega.

Iqtisodiy samaradorlik va raqobatbardoshlik. Har qanday biotexnologik loyiha oxir-oqibat iqtisodiy jihatdan foydali bo'lishi kerak. Buning uchun mahsulot tannarxi imkon qadar past bo'lishi zarur (xom ashyo, energiya, mehnat xarajatlari optimallashtiriladi). Ishlab chiqarilgan mahsulot ichki va tashqi bozorlarda raqobatbardosh bo'lishi lozim. Tez aylanuvchi texnologiyalar va qisqa ishlab chiqarish sikllari

joriy qilinadi, mahsulotlar keng qo'llanilish sohasiga ega bo'lishi uchun sertifikatlanadi.

Innovatsiyalar, avtomatlashtirish, sun'iy intellekt va tarmoq tizimlaridan foydalanish bu maqsadga erishishda muhim vositalar hisoblanadi.

Mikrobia**l** biotexnologiyada ommaviy ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va xavfsiz, arzon, yuqori sifatli mahsulot olish uchun ishlab chiqarishning har bir bosqichi strategik rejalashtirilgan bo'lishi zarur. Yuqorida keltirilgan beshta asosiy maqsad sanoat biotexnologiyasining muvaffaqiyatli rivojlanishida hal qiluvchi rol o'ynaydi.

Mikrobial** biotexnologiyada ommaviy ishlab chiqarishning texnologik jarayonlari**

Mikrobia**l** biotexnologiyadagi ishlab chiqarish jarayoni odatda quyidagi bosqichlardan iborat:

1. **Mikroorganizmlarni tanlash va saqlash** – faol, barqaror va yuqori mahsulдор shtammlar tanlanadi.
2. **Inokulyatsiya** – mikroorganizmlarni muhitga kiritish.
3. **Fermentatsiya** – mikroorganizmlar foydali mahsulotlarni biosintez qiladi.
4. **Ajratish (separatsiya)** – biomassani mahsulotdan ajratish.
5. **Tozalash (purifikatsiya)** – kerakli mahsulotni ortiqcha moddalar va kontaminantlardan ajratish.
6. **Qadoqlash va saqlash** – tayyor mahsulotni iste'molga tayyorlash va saqlash.

Bu jarayonlar har bir mahsulot turi uchun individual tarzda modifikatsiyalanadi va optimallashtiriladi (6-bobda fermentatsiya va uning turlari haqida batafsil ma'lumot berilgan).

Ommaviy ishlab chiqarishda qo'llaniladigan mikroorganizmlar

Mikrobia**l** biotexnologiyada ommaviy ishlab chiqarishning muvaffaqiyati ko'p jihatdan ishlatiladigan mikroorganizmlarga bog'liq. Sanoat sharoitida tanlangan mikroorganizmlar quyidagi xossalarga ega bo'lishi kerak:

- tez o'sishi va ko'payishi;
- yuqori mahsulдорlik (mahsulotni ko'p miqdorda sintez qilish);
- arzon xom ashyoda rivojlana olish;

- oson fermentatsiya sharoitlariga moslashish;
- genetik jihatdan barqarorlik.

12-jadval

Mahsulot turlari va ularga mos mikroorganizmlar

Mahsulot turi	Ishlatiladigan mikroorganizmlar	Izoh
Antibiotiklar	<i>Streptomyces</i> spp., <i>Penicillium</i> spp.	Tabiiy antibiotiklar ishlab chiqaruvchi mikroblar. Beta-laktam, streptomitsin, tetratsiklinlar manbai.
Fermentlar (enzimlar)	<i>Bacillus</i> subtilis, <i>Aspergillus niger</i>	Amilaza, proteaza, lipaza kabi sanoat fermentlari ishlab chiqariladi. Oziq-ovqat, tibbiyot, yuvish vositalarida qo'llaniladi.
Aminokislotalar	<i>Corynebacterium glutamicum</i>	Glutamin va lizin kabi oziq-ovqat va yem uchun zarur aminokislotalarni sintezlaydi.
Organik kislotalar	<i>Lactobacillus</i> spp., <i>Aspergillus</i> spp.	Sut kislotasi, sitrat, fumarat kabi organik kislotalar ishlab chiqaradi. Oziq-ovqat va farmatsevtika sanoatida muhim.
Spirt va biogaz	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Methanobacterium</i> spp.	Spirtli ichimliklar va bioyoqilg'i (etanol, metan) ishlab chiqarishda ishlatiladi.
Bioremidatsiya vositalari	<i>Pseudomonas</i> spp., <i>Alcanivorax</i> , <i>Rhodococcus</i> spp.	Neft, pestitsid, og'ir metallarni parchalovchi mikroorganizmlar. Ekologik tozalashda qo'llaniladi.

Ushbu mikroorganizmlarning sanoatdagi afzalliklari haqida qisqacha ma'lumotni quyida keltiramiz:

1. **Streptomyces** spp. – aktinomitsetlar turkumiga kiradi. Tabiatda antibiotik ishlab chiqarishda eng sermahsul mikroblardan biri. Har xil ikkilamchi metabolitlarni sintez qiladi.

2. **Penicillium spp.** – Penitsillin antibiotikining manbai bo'lib, antibiotik sanoatida revolyutsion burilish yasagan. Shuningdek, ba'zi turlari oziq-ovqat fermentatsiyasida ham qo'llaniladi.
3. **Bacillus subtilis** – aerob sharoitda ferment ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi. Gram-musbat, sporali bakteriya bo'lib, sanoatda juda barqaror hisoblanadi.
4. **Aspergillus niger** – zamburug' bo'lib, sanoatda limon kislotasi, glukoza oksidaza, amilaza kabi ko'plab fermentlar ishlab chiqarishda muhim rol o'ynaydi.
5. **Corynebacterium glutamicum** – metabolik yo'llari yaxshi o'rganilgan va genetik modifikatsiyaga mos, aminokislotalar sintezida yetakchi bakteriya.
6. **Lactobacillus spp.** – probiotik hisoblanadi. Sut mahsulotlari (yogurt, kefir), organik kislotalar va konservantlar ishlab chiqarishda ishlatiladi.
7. **Saccharomyces cerevisiae** – pivo achitgichidir. Etanol (spirt) ishlab chiqarishda, non pishirish va biotexnologik sintezda asosiy model organizm.
8. **Methanobacterium** – anaerob arxeya bo'lib, biogaz fermentatsiyasi orqali metan ishlab chiqaradi. Qishloq xo'jalik chiqindilari asosida bioyoqilg'i olishda ishlatiladi.
9. **Pseudomonas spp.** – ekologik ifloslanishlarni bartaraf etishda muhim bakteriyalar. Parchalanishi qiyin moddalarni (benzol, neft, fenol) yo'q qilishda yordam beradi.
10. **Alcanivorax** – neftni biodegradatsiya qiluvchi ixtisoslashgan mikroblardan biri. Dengiz neft to'kilishlarini bartaraf etishda muhim.

Mikrobal biotexnologiyada mikroorganizmlarni to'g'ri tanlash va ularni sanoat miqyosida muvaffaqiyatli qo'llash — ishlab chiqarishning samaradorligi, mahsulot sifati va ekologik xavfsizlikni ta'minlashda asosiy omillardan biridir. Har bir mikroorganizm ma'lum biokimyoviy imkoniyatlarga ega bo'lib, ular tegishli sharoitda yuqori sifatli va arzon mahsulotlar ishlab chiqarishni ta'minlaydi.

Mikroorganizmlarni optimallashtirish. Ommaviy ishlab chiqarish samaradorligi mikroorganizmlarning genetik va fiziologik xususiyatlariga bog'liq. Shuning uchun ular quyidagi usullar bilan optimallashtiriladi:

- **Mutatsiya seleksiyasi** – tabiiy yoki sun'iy mutatsiyalar orqali eng faol shtammlarni tanlash.

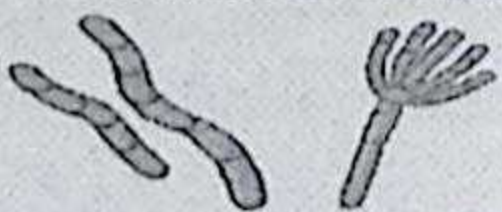
- **Rekombinant DNK texnologiyasi** – maqsadli genlar yordamida mikroorganizmlarni genetik modifikatsiya qilish.
- **Adaptatsiya va stressga moslashtirish** – og‘ir sharoitlarga chidamli mikroblarni tanlash.
- **Simbioz mikroblar tizimi** – bir nechta mikroorganizmlarni qo‘shib ishlatish orqali umumiy samarani oshirish.

Mikroorganizmlar yordamida ishlab chiqarilayotgan mahsulotlar (antibiotiklar, fermentlar, vitaminlar, biopolimerlar va boshqalar) farmatsevtika, oziq-ovqat, qishloq xo‘jaligi va atrof-muhit muhofazasi sohalarida keng qo‘llaniladi. Ushbu mahsulotlarning sifati, xavfsizligi va standartlarga mosligi sanoat biotexnologiyasida eng asosiy talablar sirasiga kiradi. Shu sababli, **sifat nazorati** – ommaviy ishlab chiqarishdagi ajralmas bosqich hisoblanadi.

Ommaviy ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan mikroorganizmlar

Antibiotiklar

Streptomyces spp.
Penicillium spp.



Fermentlar

Bacillus subtilis
Aspergillus niger



Aminokislotalar

Corynebacterium
glutamicum



Organik kislotalar

Lactobacillus
Aspergillus



Spirt va biogaz

Saccharomyces cerevisiae
Methanobacterium



Bioremidatsiya vositalari

Pseudomonas
Alcanivorax
Rhodococcus



Rasm 19. Mahsulot sifatini nazorat qilish

Sifat nazoratining asosiy maqsadi. **Mahsulot sifatini nazorat qilish quyidagi maqsadlarga xizmat qiladi:**

- yakuniy mahsulotning standartlarga javob berishini ta'minlash;
- ifloslanish yoki kontaminatsiyani erta aniqlash;
- fermentatsiya jarayonining barqarorligini nazorat qilish;
- hujayra o'sish sur'atlarini baholash;
- sanoatdagi sertifikatlash, eksport va sotuvga chiqish jarayonlarida talab etiladigan hujjatlarni taqdim etish.

Sifat nazoratining asosiy yo'nalishlari quyidagilardan iborat:

Mikrobiologik nazorat. Bu nazorat turi ishlab chiqarish muhitining sterilligini saqlash, hujayra kulturaining tozaligini baholash va kontaminatsiyani aniqlash uchun amalga oshiriladi.

Bajariladigan asosiy ishlar:

- fermentatsiya muhitidan namunalar olish va bakterial yoki zamburug' ifloslanishlarini aniqlash;
- petri idishlarida koloniya hosil qilish usullari (cfu — colony forming unit hisoblash);
- gram bo'yash va mikroskopik tahlil yordamida begona mikroorganizmlarni aniqlash;
- ishlab chiqarish xonasi, fermenter, naychalar va havo tizimlarining tozaligini tekshirish.

Asosiy maqsadi begona mikroblarning kirib kelishini erta aniqlash va partiyani to'xtatish orqali yirik iqtisodiy zararlarning oldini olish.

Biokimyoviy tahlillar. Fermentatsiya jarayonida asosiy parametrlarning doimiy nazorati mahsulot sifati va ishlab chiqarish samaradorligining kafolatidir. Bunda quyidagi parametrlar hisobga olinadi:

- **pH darajasi** — fermentatsiya davomida o'zgaradi; fermentlar faolligi va hujayra o'sishi pH ga bog'liq;
- **DO (dissolved oxygen)** — eritilgan kislorod miqdori, aerob mikroorganizmlar uchun muhim;
- **Substrat (glukoza, laktoza va boshqalar)** miqdori — fermentatsiyaning ozuqa holatini ifodalaydi;
- **Metabolitlar (etanol, laktat, asetat va h.k.)** — hosil bo'layotgan moddalar darajasini ko'rsatadi;
- **Mahsulot kontsentratsiyasi** — necha foiz yoki gramm/litr mahsulot hosil bo'lganini aniqlash.

Spektrofotometrik nazorat. Spektrofotometriya yordamida fermentatsiya muhitidagi mikroorganizmlar biomassasining o'sish sur'ati aniqlanadi. Bu usul tez, oddiy va nisbatan arzon hisoblanadi. Uning asosiy ko'rsatkichi:

- **OD600 (155ptic zichlik 600 nm da)** — bu ko'rsatkich hujayralar tomonidan yorug'likning so'rilishini o'lchaydi va biomassaning zichligiga mos ravishda oshadi.

Uning yordamida real vaqt rejimida natija olish mumkin, hujayralarni buzmasdan nazorat qilish, har bir fermentatsiya sikli davomida hujayra o'sishini solishtirish imkoniyatini aniqlash mumkin.

Xromatografik va elektroforetik usullar. Mahsulot tarkibini va uning tozaligini aniqlashda xromatografiya va elektroforez keng qo'llaniladi.

Xromatografiya:

- **G'ovak suyuqlik xromatografiyasi (HPLC)** — mahsulot tarkibini komponentlarga ajratib, har birining kontsentratsiyasini aniqlaydi.
- **Gaz xromatografiyasi** — uchuvchi moddalar (masalan, etanol)ni aniqlash uchun.

Elektroforez:

- **SDS-PAGE** – oqsillarni molekulyar og'irlik bo'yicha ajratadi.
- **Izofokus elektroforezi** – oqsillarni izoelektrik nuqtasi asosida tahlil qiladi.

Bu usullar mahsulotning tozaligini, faol modda miqdorini va har qanday aralashmalarni aniqlashda asosiy vositadir.

Avtomashtirilgan monitoring tizimlari

Zamonaviy sanoat fermentatsiya tizimlarida avtomatik sensorlar va raqamli boshqaruv tizimlari keng joriy etilgan. Ular:

- Harorat, pH, DO, bosim va ko'pik darajasini real vaqtda o'lchaydi;
- Axborotni kompyuter tizimlariga uzatadi;
- Belgilangan chegaralardan chetga chiqish hollari bo'yicha ogohlantirish beradi;
- Avtomatik ravishda substrat yoki kislota/qo'shimcha reagent kiritishni amalga oshiradi.

Bunday tizimlar operatorlarga doimiy kuzatuv imkoniyatini beradi va inson omilidan kelib chiqadigan xatolarni kamaytiradi.

Mahsulot sifatini nazorat qilish mikrobial biotexnologik ishlab chiqarishning ajralmas qismi hisoblanadi. Bu jarayon orqali nafaqat yakuniy mahsulot sifati ta'minlanadi, balki ishlab chiqarishning barcha bosqichlari optimallashtiriladi, xavfsizlik kuchaytiriladi va iqtisodiy samaradorlik oshiriladi. Zamonaviy monitoring vositalari, ilg'or analitik usullar va avtomatlashtirilgan tizimlar sifat nazoratini ishonchli va samarali darajada olib borish imkonini bermoqda.

Iqtisodiy va ekologik muammolar

Mikrobial ishlab chiqarish texnologiyalari ko'plab afzalliklarga ega bo'lishiga qaramay, ularni amaliyotga joriy etishda bir qator iqtisodiy va

ekologik muammolar yuzaga keladi. Ushbu muammolar ishlab chiqarishning samaradorligi, barqarorligi va atrof-muhitga ta'sirini bevosita belgilab beradi.

Iqtisodiy muammolar. Mikrobiologik sanoat yirik investitsiyalarni talab qiladi. Bu borada duch kelinadigan asosiy iqtisodiy muammolar quyidagilardan iborat:

- **Uskunalar narxi va modernizatsiya zarurati:** Fermenterlar, sterilizatsiya tizimlari, datchiklar va boshqa texnologik qurilmalar yuqori xarajatlarga ega. Ularni sotib olish, texnik xizmat ko'rsatish va davriy ravishda zamonaviy tizimlarga almashtirish katta mablag' talab qiladi.

- **Energiya va suv sarfining yuqoriligi:** Fermentatsiya jarayoni davomida doimiy harorat, bosim, havo aylanishi, sterilizatsiya va sovutish tizimlari uchun katta miqdorda elektr energiyasi va suv resurslari sarf qilinadi. Bu esa umumiy ishlab chiqarish tannarxini oshiradi.

- **Mahsulot tannarxini pasaytirishdagi qiyinchiliklar:** Raqobatbardosh bozor sharoitida mahsulot narxini past saqlash zarur. Biroq, xom ashyo, uskunalar, energiya va ishchi kuchi xarajatlarining o'sishi bunga to'sqinlik qiladi. Shu sababli arzon va samarali bioprosesslar ishlab chiqish doimiy izlanishni talab etadi.

Ekologik muammolar. Biotexnologik ishlab chiqarish tabiiy resurslardan keng foydalangan holda atrof-muhitga ham salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Ekologik muammolar quyidagi yo'nalishlarda namoyon bo'ladi:

- **Ishlab chiqarish chiqindilari va issiqxona gazlari:** Fermentatsiya jarayonida hosil bo'ladigan organik va noorganik qoldiqlar, gazlar (masalan, karbonat angidrid, metan) atmosferaga chiqib, iqlim o'zgarishiga hissa qo'shishi mumkin. Ba'zi hollarda chiqindilar toksik moddalarni ham o'z ichiga oladi.

- **Suv resurslarining ifloslanishi:** Ishlab chiqarishdan chiqadigan oqava suvlar tarkibida azotli, fosforli va organik moddalarning yuqori miqdori bo'lishi mumkin. Ular to'g'ridan-to'g'ri daryolar yoki tuproqqa tushganda ekologik muvozanatni buzadi.

- **Mikroorganizmlarning nazoratsiz muhitga chiqish xavfi:** Genetik modifikatsiyalangan yoki laboratoriyada maxsus tanlangan mikroorganizmlar sanoat tashqarisiga chiqib ketsa, ular tabiiy mikroflora bilan raqobatga kirishib, ekologik tizimga zarar yetkazishi mumkin. Bu holat biosfera barqarorligiga tahdid soladi.

Ekologik xavfsizlik va barqaror ishlab chiqarish

Yuqoridagi muammolarni yumshatish uchun biotexnologik ishlab chiqarishda ekologik xavfsizlikni ta'minlash va chiqindilar miqdorini kamaytirish eng muhim masalalardan biridir. Quyidagi choralar bu borada foydalidir:

- energiya samarador uskunalaridan foydalanish;
- oqava suvlarni tozalovchi bioreaktorlar o'rnatish;
- chiqindilarni qayta ishlash va utilizatsiya qilish texnologiyalarini joriy etish;
- mikroorganizmlar ustidan qat'iy biologik nazorat mexanizmlarini yo'lga qo'yish;
- qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish.

Optimallashtirish va innovatsiyalar

Mikrobiai biotexnologiya bugungi kunda faqat an'anaviy fermentatsiya usullariga tayanib qolmasdan, ilm-fanning eng ilg'or yutuqlari bilan uyg'un holda rivojlanmoqda. Mahsulot ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, tannarxni kamaytirish, atrof-muhitga salbiy ta'sirni minimallashtirish va barqaror texnologiyalarni joriy etish uchun bir qator innovatsion yondashuvlar faol qo'llanilmoqda. Quyida mikrobiai ishlab chiqarishni optimallashtirishda muhim rol o'ynovchi zamonaviy yondashuvlar keltirilgan:

Sun'iy intellekt va bioinformatika. So'nggi yillarda sun'iy intellekt (AI) va bioinformatika vositalari biotexnologiyada kuchli yordamchi vositaga aylandi. Ular yordamida fermentatsiya jarayonlarini chuqur tahlil qilish, nazorat qilish va oldindan modellashtirish mumkin.

Uning afzalliklariga quyidagilar kiradi:

- fermentatsiya jarayonining matematik modellari tuziladi;
- real vaqt rejimida sensorlardan kelayotgan ma'lumotlar asosida jarayonni optimallashtirish mumkin;
- substrat miqdori, pH, temperatura, kislorod darajasi kabi parametrlarning bashoratli o'zgarishi oldindan hisoblab chiqiladi;
- mahsulot chiqarilishini maksimal darajaga olib chiqish uchun ideal sharoitlar avtomatik aniqlanadi.

Maslan mashina o'rganish algoritmlari yordamida har xil shtammlarning hosildorligini taxmin qilish, yoki chiqindilar miqdorini oldindan prognozlash mumkin.

Genetik muhandislik. Genetik muhandislik mikrobial shtammlarning tabiiy imkoniyatlarini kengaytirish va ularni sanoat ehtiyojlariga moslashtirish uchun muhim vositadir.

Uning innovatsion yo'nalishlariga:

- yuqori mahsuldor shtammlar yaratish: selektsiyalangan yoki genetik jihatdan o'zgartirilgan mikroorganizmlar yuqori darajada maqsadli mahsulot ishlab chiqaradi;
- barqarorlikni oshirish: yangi shtammlar issiqlik, kislotali muhit, antibiotiklar yoki toksik substratlarga chidamli bo'ladi;
- metabolik yo'llarni optimallashtirish: mikroorganizmlarning metabolik tizimiga intervensiya kiritilib, kerakli yo'nalishda mahsulot sintezi kuchaytiriladi.

Masalan, CRISPR-Cas9 texnologiyasi orqali mikroorganizmlarning genlari aniq va tez tahrir qilinmoqda.

Chiqindisiz texnologiyalar. Bugungi kunda sanoatning global tendensiyasi chiqindilarni kamaytirish emas, balki ularni to'liq qayta ishlash orqali ikkilamchi mahsulotlarga aylantirishga qaratilgan.

Chiqindisiz texnologiyalar tamoyiliga asoslangan chora-tadbirlar:

- Fermentatsiya chiqindilari (xujayra massasi, ozuqa qoldiqlari)dan bioo'g'itlar, biogaz yoki hayvonlar ozuqasi tayyorlash;
- Suvni qayta tozalab ichki texnologik aylanishga qaytarish;
- Energiya tejamkor texnologiyalarni qo'llash orqali issiqlik yoki bug' chiqindilaridan foydalanish.

Bunig natijada ishlab chiqarish jarayoni nafaqat iqtisodiy, balki ekologik jihatdan ham samarali va barqaror bo'ladi.

Yashil biotexnologiya. Yashil biotexnologiya – ekologik toza, barqaror va qayta tiklanuvchi resurslardan foydalanishga asoslangan biotexnologik yondashuvdir. Bu yo'nalish nafaqat atrof-muhitni muhofaza qilish, balki ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish imkonini ham beradi.

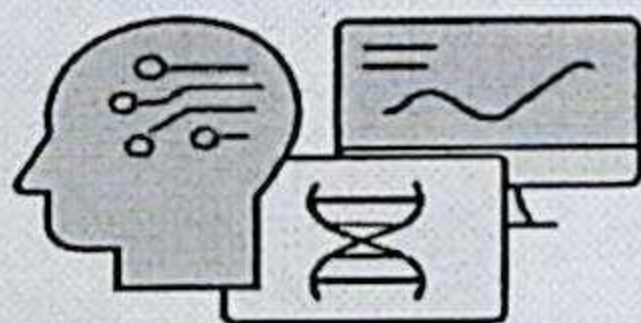
Asosiy tamoyillar:

- Qayta tiklanuvchi substratlar (masalan, qishloq xo'jaligi chiqindilari, lignosellyulozali materiallar)dan foydalanish;
- Biologik parchalanadigan mahsulotlar yaratish (masalan, bioplastiklar, bioo'g'itlar);
- Minimal ekologik xavfga ega mikrobial jarayonlarni joriy etish;
- Energiya manbai sifatida quyosh, shamol yoki biogaz kabi muqobil manbalardan foydalanish.

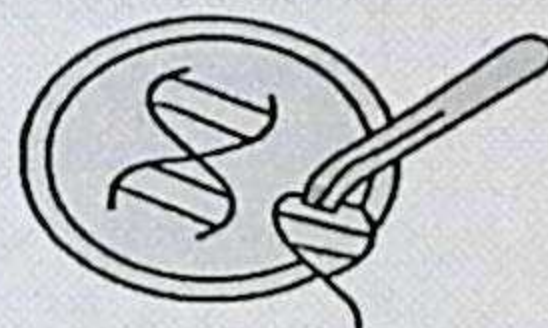
Bu yondashuv nafaqat sanoatga, balki global iqlim o'zgarishiga qarshi kurashga ham hissa qo'shadi.

Mikrobal biotexnologiyani optimallashtirish va ilg'or innovatsiyalarni joriy etish orqali ishlab chiqarish samaradorligini bir necha barobar oshirish, mahsulot sifatini yaxshilash va atrof-muhitga zararli ta'sirni kamaytirish mumkin. Sun'iy intellekt, genetik muhandislik, chiqindisiz ishlab chiqarish va yashil texnologiyalar – bu zamonaviy biotexnologiyaning asosiy yo'nalishlaridir. Ularning kombinatsiyasi orqali yuqori texnologik, iqtisodiy va ekologik barqarorlikka erishish mumkin.

Optimization and Innovations



**Artificial Intelligence
and Bioinformatics**
Modeling and predicting
fermentation parameters



Genetic Engineering
Creating high-yield
and robust strains



Zero-Waste Technologies
Converting all waste
into useful substances



Green Biotechnology
Production based on
renewable substrates

Rasm 20. Optimallashtirish va innovatsiyalar

Xulosa qilib aytganda, mikrobal biotexnologiyada ommaviy ishlab chiqarish zamonaviy sanoatning eng istiqbolli va ekologik jihatdan maqbul yo'nalishlaridan biridir. Yuqori samaradorlik, ekologik xavfsizlik va iqtisodiy foyda uni global darajadagi muhim ilmiy-amaliy sohaga aylantirgan.

MIKROBIOLOGIYADA BIOSAVODXONLIK VA BIOXAVFSIZLIK

Biosavodxonlik va bioxavfsizlikning rivojlanish tarixi

Biosavodxonlik va bioxavfsizlik tushunchalari mikrobiologiya fanining rivojlanishi bilan birga shakllandi. XIX asrda Lui Paster va Robert Kox mikroorganizmlar va ularning kasalliklar bilan bog'liqligini aniqlagach, biologik xavfsizlik masalasi dolzarb tus oldi. XX asrda laboratoriyalarda xavfli mikroorganizmlar bilan ishlash ko'paygan sari maxsus gigiyenik, epidemiologik va texnik choralar ishlab chiqildi. 2000-yildan keyingi davrda esa biologik xavfsizlik global muammoga aylandi. Ayniqsa, bioterrorizm xavfi, pandemiyalar, va genetik modifikatsiyalangan organizmlar paydo bo'lishi bioxavfsizlikka bo'lgan e'tiborni yanada oshirdi. Hozirda har bir laboratoriyada biologik xavfsizlik bo'yicha alohida siyosat mavjud.

Biosavodxonlikning asosiy tamoyillari. Biosavodxonlik - bu biologik bilimlarni, ularning xavfini, ehtiyot choralarini va ularni jamiyatda to'g'ri tushunish va qo'llash ko'nikmasidir. Bu sohada quyidagi asosiy tamoyillar mavjud:

- **Ilmiy xabardorlik** – mikroblar, ularning faoliyati, xavflari haqida asosli bilimga ega bo'lish.
- **Xavflarni aniqlash** – mikroorganizmlarning potensial zararli ta'sirini tushunish.
- **Sanitariya-gigiyena kulturali** – shaxsiy va jamoaviy himoya choralariga amal qilish.
- **Axborot uzatish** – aholiga yoki xodimlarga biologik xavflar haqida to'g'ri va aniq ma'lumot yetkazish.

Biosavodxonlik jamiyatning umumiy sog'lom turmush tarzini shakllantirishda muhim rol o'ynaydi.

Bioxavfsizlikning asosiy tamoyillari. Bioxavfsizlik - bu mikroorganizmlarning tarqalishi, zararli ta'siri va noto'g'ri foydalanishining oldini olishga qaratilgan chora-tadbirlar majmuasidir. Uning asosiy tamoyillari:

- Zararli agentlar bilan ehtiyotkor ishlash
- Yopiq tizimlar va steril sharoitda ish yuritish
- Xodimlarni shaxsiy himoya vositalari bilan ta'minlash
- Xavflarni baholash va rejalashtirish

- Avariya holatlarining oldini olish va favqulodda vaziyat rejalari
Bu tamoyillar mikrobiologik laboratoriyalarning ishlash samaradorligini va xavfsizligini belgilaydi.

Mikrobiologik laboratoriyalarda biosavodxonlik va bioxavfsizlik texnikalari

Mikrobiologik laboratoriyalarda patogen (kasallik chaqiruvchi) yoki zararli mikroorganizmlar bilan ishlamayotgani sababli, har qanday xodimning xavfsizligi, atrof-muhit himoyasi va ishlamayotgan namunalar steril holatda qolishi biosavodxonlik va bioxavfsizlik tamoyillariga qat'iy amal qilish orqali ta'minlanadi.

1. Biologik xavfsizlik shkaflari (BSC – Biological Safety Cabinet). Bu maxsus ventilyatsiya qilingan jihozlar laboratoriyada mikroblar bilan ishlashda eng muhim texnika hisoblanadi. BSClar orqali ichkaridan tashqariga chiqadigan havoda HEPA filtrlari orqali zararkunanda mikroblar ushlab qoladi, operatsiya maydoni sterillikni saqlab qoladi, xodim va muhitni havodagi bioaerozollardan himoya qiladi.

Uch turdagi xavfsizlik shkaflari mavjud:

- **BSC-I:** Minimal xavfli mikroblar uchun (faqat havo filtri mavjud).
- **BSC-II:** O'rta darajadagi xavflar uchun (xodim va namunani bir vaqtda himoya qiladi).
- **BSC-III:** Juda xavfli patogenlar (masalan, Ebola virusi) bilan ishlashda yopiq, to'liq muhrlangan tizim.

2. Dezinfeksiya va sterilizatsiya. Laboratoriyada ishlatiladigan asbob-uskunalar, ish yuzalari va chiqindilar muntazam dezinfeksiya yoki sterilizatsiya qilinadi.

Dezinfeksiya bu kimyoviy vositalar bilan (masalan, etanol, xlorli eritma) mikroorganizmlarni yo'q qilish.

Sterilizatsiya harorat (autoklav), bosim yoki nurlanish yordamida barcha mikroorganizmlarni yo'q qilish.

Laboratoriyada hosil bo'lgan bioxavfli chiqindilar maxsus konteynerlarda to'planib, keyinchalik yondiriladi yoki autoklavda qayta ishlanadi.

Laboratoriyalar mikroorganizmlarning xavf darajasiga qarab Biologik xavfsizlik darajalari **BSL – Biosafety Level** bo'yicha tasniflanadi:

13-jadval

**Laboratoriyalar mikroorganizmlarning xavf darajasiga qarab
Biologik xavfsizlik darajalari**

Daraja	Xarakteri	Misollar
BSL-1	Odam salomatligiga minimal xavf, umumiy gigiyena etarli.	<i>E. coli</i> (zararsiz shtammlar)
BSL-2	Odamga o'rtacha xavfli mikroblar, ehtiyot choralar kerak.	<i>Salmonella</i> , <i>Staphylococcus aureus</i>
BSL-3	Havo orqali yuqadigan og'ir infeksiyalar. Yopiq shkaflar va maxsus ruxsat talab qilinadi.	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>
BSL-4	Juda xavfli, davo yo'q mikroblar. Maxsus muhrlangan xonalar, skafandr kiyimi talab qilinadi.	<i>Ebola</i> , <i>Marburg virusi</i>

Bioxavfsizlikni ta'minlashda inson omili muhim rol o'ynaydi. Shuning uchun:

- laboratoriyaga faqat maxsus tayyorgarlikdan o'tgan va vakolatli xodimlar kiritiladi.
- har bir kishi shaxsiy himoya vositalari (niqob, qo'lqop, halat, ko'zoynak) bilan ta'minlanadi.
- kamera, poyabzal, tashqi kiyim laboratoriyaga kiritilmaydi.
- ish boshlashdan oldin xodimlar xavfsizlik bo'yicha yo'riqnoma o'qiydi va imzo qo'yadi.
- har qanday avariya yoki to'kilish holati bo'lsa — xabar berish va favqulodda reja asosida harakat qilish tartibi mavjud.

Mikrobiologik laboratoriyalarda biosavodxonlik va bioxavfsizlik texnikalari — sog'liqni saqlash, ilmiy tadqiqotlar va jamiyat xavfsizligining asosi hisoblanadi. Laboratoriyada ishlovchilar ushbu texnikalarni chuqur o'zlashtirgan va har kuni ularga amal qilgan holdagina biologik xavflarni oldini olish mumkin.

Mikrobiologik xavflar quyidagicha bo'lishi mumkin:

- **Infeksion xavf** – patogen mikroblar orqali kasallik tarqalishi.
- **Toksik xavf** – mikroblar chiqaradigan toksinlar orqali zaharlanish.
- **Aerozol xavfi** – havoda tarqaluvchi zarrachalar orqali nafas yo'llari zararlanishi.
- **Biotexnologik xavf** – genetik modifikatsiyalangan mikroblarning nazoratsiz tarqalishi.

Ularga qarshi kurashish uchun quyidagilarga rioya qilish kerak:

- Shaxsiy himoya vositalari (qo'lqop, niqob, halat)
- Antiseptik va sterilizatorlar
- Ichki laboratoriya auditlari
- Favqulodda holat rejasi va mashg'ulotlari

Mikrobiologik xavfsizlik va jamiyat. Bioxavfsizlik faqat laboratoriya doirasida emas, balki jamiyatda ham ahamiyatlidir. Masalan

- Pandemiya davrida dezinfeksiya, izolyatsiya, himoya vositalaridan foydalanish orqali bioxavfsizlik kulturai shakllanadi.
- Oziq-ovqat sanoatida mikroblarning normativ darajasi nazorat qilinadi.
- GMMlar, vaksinalar va antibiotiklar haqida jamiyatning xabardorligi biosavodxonlikni oshiradi.

Bioxavfsizlik va biosavodxonlikka oid xalqaro va milliy qonunchilik

Xalqaro darajadagi hujjatlar:

- **Cartagena Protokoli** – GMMlar bilan xalqaro savdoda xavfsizlikni belgilaydi.
- **WHO Laboratory Biosafety Manual** – JSST tomonidan ishlab chiqilgan laboratoriya xavfsizligi bo'yicha qo'llanma.
- **OECD Biosecurity Guidelines** – sanoat va ilmiy tadqiqotlar uchun xavfsizlik mezonlari.

O'zbekistonda:

- "Biologik xavfsizlik to'g'risida"gi qonun loyihalari ishlab chiqilgan.
- Sanitariya-epidemiologik nazorat markazlari biologik xavf monitoringi olib boradi.
- Oliy ta'lim muassasalarida biosavodxonlik va bioxavfsizlik bo'yicha darslar yo'lga qo'yilgan.

Mikrobiologik xavfsizlik va biosavodxonlikni ta'minlashda innovatsion texnologiyalar

Zamonaviy mikrobiologik laboratoriyalar va biotexnologik korxonalar har qachongidan ham murakkab va yuqori xavfga ega muhitda faoliyat yuritmoqda. Shuning uchun innovatsion texnologiyalar yordamida biosavodxonlikni oshirish va bioxavfsizlikni kuchaytirish zamonaviy ilm-fanning ustuvor yo'nalishiga aylangan.

Quyida eng muhim texnologiyalar va ularning laboratoriyadagi xavfsizlik tizimiga qo'shgan hissasi keltiriladi.

Avtomatlashtirilgan bioreaktorlar. Avvalgi yillarda mikroorganizmlar bilan ishlashda ko'plab jarayonlar qo'lda bajarilgan bo'lsa, hozirda ularning o'rmini avtomatlashtirilgan tizimlar egallamoqda.

Ularning quyidagi afzalliklari mavjud:

- Xodimlar mikroblar bilan bevosita aloqaga kamroq kirishadi → infeksiya xavfi kamayadi
- Doimiy, barqaror sharoitda fermentatsiya olib boriladi
- Avtomatik ravishda harorat, pH, aralashtirish tezligi boshqariladi
- Mahsulot sifati oshadi, inson xatosi kamayadi

Bu texnologiyalar ayniqsa BSL-2 va BSL-3 darajali xavfli mikroblar bilan ishlaydigan laboratoriyalarda qo'llaniladi.

Sensor va monitoring tizimlari. Zamonaviy laboratoriyalar real vaqtda ma'lumot yig'uvchi aqlli sensorlar bilan jihozlanmoqda. Ushbu tizimlar yordamida laboratoriya ichidagi havo harorati, namlik, CO₂ darajasi muntazam kuzatiladi, ferozol va chang zarrachalari orqali mikroblar tarqalish xavfi aniqlanadi, biologik xavfsizlik shkaflarining filtrlari va ventilyatsiyasi monitoring qilinadi. Mutaxassislar mobil qurilmalar orqali masofadan kuzatish imkoniyatiga ega bo'ladilar

Bu tizimlar favqulodda holatni oldindan ogohlantirish orqali xodimlar va namunalar xavfsizligini ta'minlaydi.

CRISPR texnologiyasi. CRISPR-Cas9 texnologiyasi — genlarni aniqlik bilan tahrirlash imkonini beruvchi inqilobiy usuldir. U mikrobiologik xavfsizlikda quyidagi yo'nalishlarda qo'llaniladi:

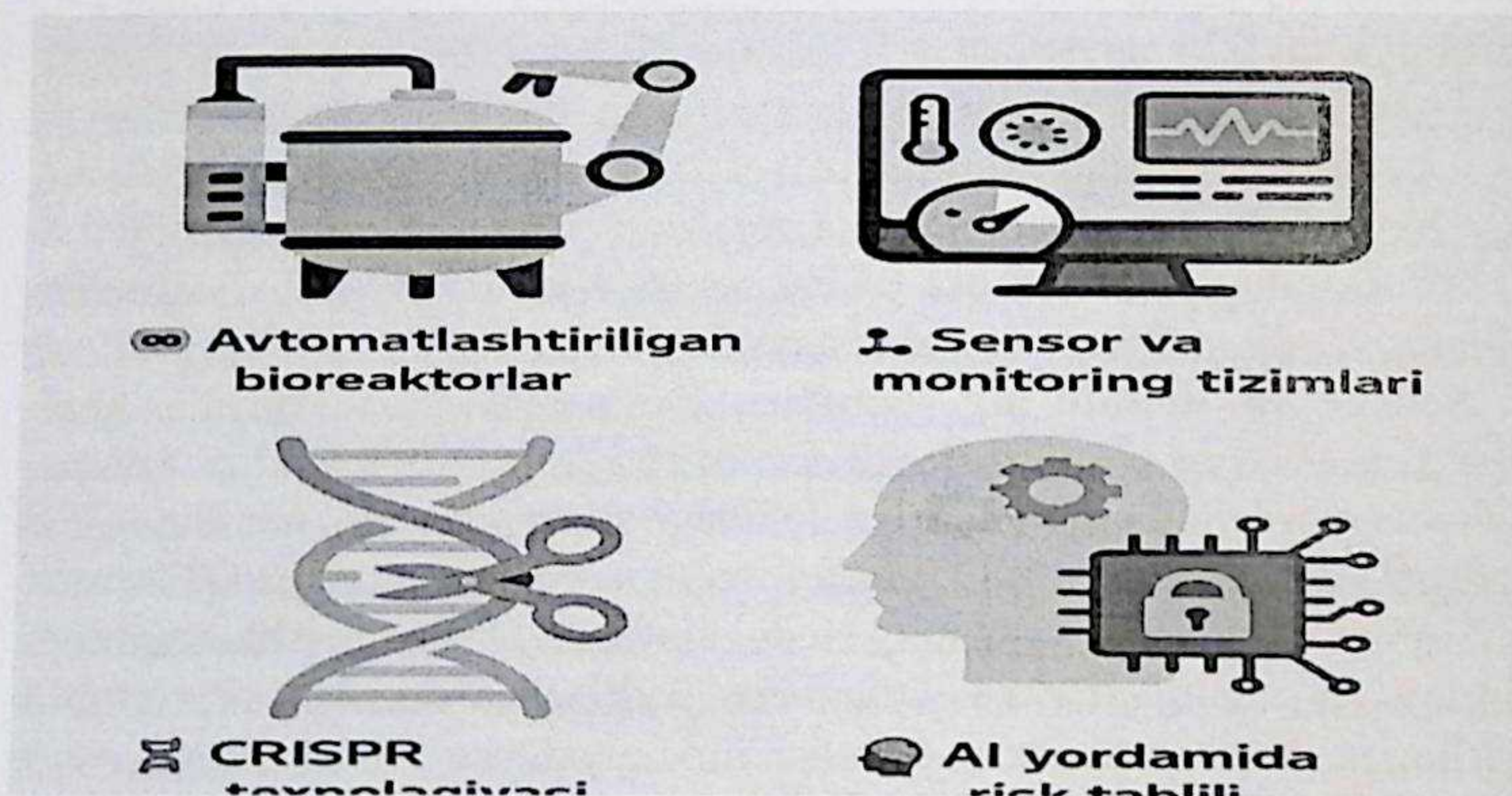
- Zararli genlar (masalan, toksinlar yoki antibiotikka chidamlilik genlari) olib tashlanadi
- Mikroorganizmlar zaiflashtirilgan (attenuatsiyalangan) shaklga keltiriladi
- Nazorat ostidagi, xavfsiz laboratoriya shtammlari yaratiladi

- Biosintetik mikroorganizmlarning nazoratli faoliyat yuritishi ta'minlanadi

Bu texnologiya ayniqsa genetik modifikatsiyalangan mikroorganizmlarning xavfsizligini oshirishda muhim vositadir.

Sun'iy intellekt (AI) yordamida xavf tahlili. AI (Artificial Intelligence) texnologiyasi orqali mikroblarning genetik ma'lumotlari asosida xavfli xususiyatlar aniqlanadi, epidemiologik ma'lumotlar asosida tarqalish ehtimoli prognoz qilinadi, laboratoriyadagi ishlovchilar harakatlarini kuzatib, noto'g'ri amaliyotlar aniqlanadi va biotexnologik jarayonlar optimallashtiriladi va muvofiqlik tahlili yuritiladi

AI orqali tez, aniq va keng ko'lamli xavf bahosi amalga oshiriladi – bu esa biosavodxonlik darajasini yangi bosqichga olib chiqadi.



Rasm 21. Innovatsion texnologiyalar

Innovatsion texnologiyalar bioxavfsizlikni mustahkamlashda hal qiluvchi rol o'ynaydi. Avtomatlashtirish, sensor tizimlari, gen tahriri va sun'iy intellekt – bularning barchasi inson xatolarini kamaytirish, biologik xavflarni oldindan aniqlash va jamiyat salomatligini himoya qilishda xizmat qilmoqda.

Shunday ekan, zamonaviy mikrobiologiyada nafaqat bilim, balki texnologik savodxonlik ham bioxavfsizlikning muhim qismini tashkil etadi.

Biosavodxonlik va bioxavfsizlik — zamonaviy mikrobiologiyaning ajralmas qismidir. Bu ikki tushuncha orqali nafaqat laboratoriyalarda, balki jamiyat miqyosida ham sogʻlom va xavfsiz muhitni taʼminlash mumkin. Ilm-fan, qonunchilik, taʼlim va texnologiyalarning uygʻunligi orqali mikrobiologik xavflarni nazorat qilish va jamiyatni xabardor qilish asosiy maqsad boʻlib qoladi.

BIOTEXNOLOGIYANING ISTIQBOLLARI VA MUAMMOLARI

Biotexnologiya bugungi zamonaviy fan va texnologiyaning eng muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. U mikroorganizmlar, o'simliklar, hayvonlar yoki ularning hujayralarini sanoat, tibbiyot, qishloq xo'jaligi va atrof-muhit muhofazasida ishlatishga asoslangan. Bu yo'nalish insoniyatning oziq-ovqat xavfsizligi, sog'liqni saqlash, energiya va ekologik muammolarni hal etishdagi strategik vositasiga aylangan.

Biotexnologiyaning biologik resurslardan foydalanish orqali yuqori samarali, ekologik toza va iqtisodiy foydali yechimlar taqdim etish imkoniyati uni XXI asrning muhim texnologiyasiga aylantirmoqda.

Biotexnologiyaning istiqbollari. Biotexnologiya — biologik tizimlar va tirik organizmlar asosida yangi mahsulotlar yaratish va mavjud muammolarni hal etishga qaratilgan zamonaviy fan sohasidir. Bugungi kunda bu soha nafaqat tibbiyot, balki qishloq xo'jaligi, energetika, ekologiya va sanoatda ham strategik ahamiyat kasb etmoqda.

Quyida biotexnologiyaning kelajakdagi eng muhim rivojlanish yo'nalishlari keltirilgan:

Sog'liqni saqlashda biotexnologiyaning istiqbollari. Biotexnologiya tibbiyotda yangi davolash usullarini ishlab chiqish, aniq tashxis qo'yish va individual bemorlar ehtiyojlariga mos terapiyani yaratishga asoslanadi.

- **Gen terapiya** – bu kasalliklar sababchisi bo'lgan genetik muammolarni bevosita gen darajasida tuzatish texnologiyasi. CRISPR-Cas9 kabi gen tahrirlash usullari ushbu sohada inqilob yaratmoqda.

- **Personalizatsiyalangan davo** – bemorning genetik tuzilishi, immun tizimi va metabolizmini inobatga olgan holda individual muolajalarni tanlash.

- **Rekombinant vaksinalar** – xavfsiz, samarali va tez ishlab chiqiladigan yangi avlod vaksinalar (masalan, gepatit B va COVID-19 vaksinalari).

- **Monoklonal antitanachalar** – saraton va autoimmun kasalliklarni aniq nishonga oluvchi, yon ta'siri kam bo'lgan davo vositalari.

Qishloq xo'jaligidagi istiqbollar. Biotexnologiya qishloq xo'jaligida barqaror, ekologik xavfsiz va samarali ishlab chiqarish tizimlarini yaratish imkonini beradi.

- **GM ekinlar (Genetik modifikatsiyalangan organizmlar)** – o'simliklar geniga kasallikka, qurg'oqqa yoki zararkunandalarga chidamli genlarni kiritish orqali yuqori hosildor navlar yaratilmoqda.

- **Bioinsektitsidlar va biogumus** – kimyoviy pestitsidlar o‘rniga ekologik toza, mikroorganizmlarga asoslangan vositalar qo‘llaniladi.
- **Mahsulot sifatini oshirish** – biotexnologiyalar yordamida sabzavot va mevalarning saqlanish muddatini uzaytirish, ularning ozuqaviy qiymatini yaxshilash mumkin.

Sanoat va energetika sohalarida. Sanoat biotexnologiyasi arzon va qayta tiklanadigan resurslardan yuqori qiymatli mahsulotlar olishni ta‘minlaydi.

- **Biopolimerlar** – neftga asoslangan plastmassalarga alternativ sifatida parchalanadigan va ekologik xavfsiz biopolimerlar ishlab chiqariladi (masalan, PLA, PHA).
- **Bioyoqilg‘i (bioetanol, biogaz)** – organik chiqindilarni mikroorganizmlar yordamida qayta ishlash orqali energiya manbalariga aylantirish.
- **Fermentatsiya texnologiyalari** – turli mikroblar yordamida sanoat miqyosida oqsillar, aminokislotalar, antibiotiklar va boshqa mahsulotlar ishlab chiqariladi.

Atrof-muhit muhofazasidagi istiqbollar. Biotexnologiya ekologik muammolarni hal qilishda muhim vosita sifatida qaralmoqda.

- **Bioremidatsiya** – maxsus mikroorganizmlar yordamida neft, og‘ir metallar va boshqa toksik moddalardan ifloslangan tuproq va suvni tozalash texnologiyasi.
- **Oqava suvlarni tozalash** – biologik faollashtirilgan loy (activated sludge) va biofiltrlar yordamida sanoat va maishiy chiqindilarni tabiiy yo‘l bilan zararsizlantirish.
- **Chiqindilardan energiya olish** – organik chiqindilarni kompostlash, biogaz olish orqali ekologik xavfni kamaytirish va energetik foyda olish.

Biotexnologiyaning kelajagi insoniyat uchun yangi imkoniyatlar eshigini ochmoqda: u kasalliklarni davolash, oziq-ovqat xavfsizligini ta‘minlash, ekologik muhitni sog‘lomlashtirish va iqtisodiy barqarorlikka erishishda hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi. U nafaqat texnologik, balki ijtimoiy va etik o‘zgarishlarni ham olib kelmoqda.

Biotexnologiyaning zamonaviy muammolari

Biotexnologiya yutuqlari bilan bir qatorda, u bir qator murakkab va jiddiy muammolarni ham yuzaga keltirmoqda. Asosiy muammolar quyidagilardan iborat:

Etika va huquqiy muammolar

- Genetik modifikatsiyalangan organizmlar (GMO) bo'yicha aholining xavotiri;
- Bioxavfsizlik va bioterrorizm xavflari;
- Biotexnologik ishlanmalarning intellektual mulk huquqlari bilan bog'liq nizolar.

Iqtisodiy va texnologik muammolar

- Biotexnologik ishlab chiqarish uchun yuqori investitsiya talab qilinishi;
- Ilmiy ishlanmalarni tijoratlashtirishdagi byurokratik to'siqlar;
- Innovatsion texnologiyalarning barcha davlatlarda bir xilda joriy etilmasligi.

Ekologik muammolar

- Genetik o'zgartirilgan organizmlarning tabiiy muhitga chiqib ketish xavfi;
- Mikroorganizmlarning ekotizimlarga salbiy ta'siri;
- Biotexnologik chiqindilarning to'g'ri utilizatsiya qilinmasligi.

Zamonaviy muammolarni hal qilish uchun yondashuvlar. Biotexnologik muammolarni hal etish uchun quyidagi strategik yondashuvlar ishlab chiqilgan:

- Xalqaro bioxavfsizlik protokollari va qonunchilikni takomillashtirish (masalan, Kartagena protokoli).
- Ijtimoiy dialog va aholiga nisbatan ochiq axborot siyosatini yuritish.
- Multidisciplinar yondashuv – biologiya, informatika, muhandislik va iqtisodiyot fanlarini birlashtirish.
- Yashil biotexnologiyalarni keng joriy etish: ekologik toza texnologiyalar, chiqindisiz ishlab chiqarish.

Biotexnologiyaning ilmiy, iqtisodiy va ijtimoiy ta'siri

Biotexnologiya — faqat ilmiy-texnik yutuqlargina emas, balki global iqtisodiy barqarorlik va jamiyat farovonligiga bevosita ta'sir ko'rsatadigan muhim yo'nalishdir. Uning salohiyati fan, sanoat, sog'liqni saqlash, qishloq xo'jaligi, atrof-muhit muhofazasi va jamiyatning turli qatlamlarida tub o'zgarishlarga sabab bo'lmoqda.

Biotexnologiya zamonaviy biologiya fanining ilg'or yo'nalishlarini shakllantirdi va chuqurlashtirdi. Buning natijasida biologik jarayonlarni chuqur o'rganish – hujayra ichidagi metabolizm, DNK replikatsiyasi, gen ifodalanishi, oqsil sintezi va hujayra signallari kabi fundamental

jarayonlar tajriba asosida aniqlashtirilmoqda. Yangi fan tarmoqlarining rivoji jadallashdi. Masalan:

- **Genomika** – tirik organizmlarning to'liq genetik axborotini o'rganish.
- **Proteomika** – hujayralardagi barcha oqsillarni tahlil qilish, ularning vazifasi va o'zaro ta'sirini aniqlash.
- **Sintetik biologiya** – mavjud biologik tizimlarni qayta loyihalash yoki sun'iy genetik tizimlar yaratish.
- **Model organizmlar** (masalan, *Escherichia coli*, *Saccharomyces cerevisiae*) orqali inson sog'lig'i, kasalliklar va ekologik omillar o'rganilmoqda.

Bu yutuqlar biologik fanlarning rivojiga jadal sur'atda turtki bermoqda va global miqyosda ilmiy hamkorlik imkoniyatlarini kengaytirmoqda.

Biotexnologik sanoat iqtisodiyotning innovatsion va yuqori qo'shilgan qiymatga ega sektori hisoblanadi. Uning iqtisodiy ta'siri quyidagilarda namoyon bo'ladi:

Yangi ish o'rinlari - Biofarmatsevtika, agrobio, bioenergetika, ekologik texnologiyalar kabi sohalarda malakali mutaxassislariga talab ortmoqda.

Innovatsion mahsulotlar -

- Genetik modifikatsiyalangan o'simliklar va hayvonlar
- Biopolimerlar, bioyoqilg'i
- Rekombinant dori vositalari va vaktsinalar

Eksport imkoniyatlari va investitsiyalar -

- Biotexnologik mahsulotlar eksporti orqali valuta tushumi ortadi
- Yangi texnologiyalar mahalliy ishlab chiqaruvchilarni global bozorga olib chiqadi.

Raqobatbardosh iqtisodiy model - Resurslarga kam bog'liq, barqaror, ekologik toza va ilg'or texnologiyalarga asoslangan ishlab chiqarish modeli shakllanadi.

Umuman, biotexnologiya ilm-fan va ishlab chiqarish integratsiyasi orqali iqtisodiy o'sishni rag'batlantiradi.

Biotexnologiyaning aholi salomatligi, oziq-ovqat xavfsizligi va ekologik barqarorlikka qo'shgan hissasi orqali ijtimoiy hayotga chuqur ta'sir ko'rsatmoqda.

Jamiyat biotexnologik yutuqlardan to'g'ri foydalanish orqali sog'lom, barqaror va farovon hayot sari yo'l olmoqda.

Biotexnologiya – bu faqatgina ilmiy yutuqlar majmuasi emas, balki kelajak avlod uchun barqaror, innovatsion va inson manfaatlariga yo‘naltirilgan texnologik strategiyadir. Istiqbolda biotexnologiya global muammolar – iqlim o‘zgarishi, oziq-ovqat tanqisligi, dori-darmon yetishmovchiligi kabi holatlarni hal qilishda asosiy vosita bo‘lib xizmat qiladi. Ammo bu sohaning muvaffaqiyati zamonaviy muammolarga mos yondashuvlar, qat’iy bioxavfsizlik, xalqaro hamkorlik va jamiyat bilan ochiq muloqotga bog‘liqdir.

TEST SAVOLLARI

1. **Mikrobal biotexnologiya nimani o'rganadi?**
 - A) Faqat bakteriyalar biologiyasini
 - B) Mikrobiologiyani umumiy nazariy jihatdan
 - C) Mikroorganizmlarni ishlab chiqarishda qo'llashni
 - D) Viruslarning tuzilishini
2. **Mikroorganizmlarning biotexnologiyadagi asosiy vazifasi nima?**
 - A) Ferment ishlab chiqarish
 - B) Antibiotik sintez qilish
 - C) Oziq-ovqat ishlab chiqarish
 - D) Barchasi to'g'ri
3. **Fermentatsiya jarayonini kim birinchi ilmiy o'rgangan?**
 - A) R. Koch
 - B) L. Paster
 - C) A. Fleming
 - D) I. Mechnikov
4. **Antibiotiklarni birinchi bo'lib kim kashf qilgan?**
 - A) A. Fleming
 - B) L. Paster
 - C) R. Koch
 - D) S. Vaksman
5. **Biotexnologiyada asosiy o'rganiladigan mikroorganizmlar guruhi:**
 - A) Viruslar
 - B) Bakteriyalar, zamburug'lar va aktinomitsetlar
 - C) Protozoalar
 - D) Helminlar
6. **Biotexnologiyada ishlatiladigan mikroorganizmlarning eng muhim xususiyati:**
 - A) Patogenlik
 - B) Tez o'sish va yuqori mahsuldorlik
 - C) Yashash uchun maxsus sharoit talab qilish
 - D) Faqat kislorodda yashash
7. **Qaysi mikroorganizmlar spirtli ichimliklar ishlab chiqarishda qo'llaniladi?**
 - A) Streptokokklar
 - B) Aspergillus
 - C) Saccharomyces cerevisiae
 - D) Escherichia coli

8. **Streptomyces** turidagi mikroorganizmlar qaysi mahsulotni ishlab chiqaradi?
- A) Etil spirti
 - B) Antibiotiklar
 - C) Sut kislotasi
 - D) Biogaz
9. **Oziq-ovqat biotexnologiyasida ishlatiladigan asosiy jarayon:**
- A) Fotosintez
 - B) Fermentatsiya
 - C) Osmos
 - D) Diffuziya
10. **Biotexnologik jarayonlarda ishlatiladigan maxsus qurilma nomi:**
- A) Inkubator
 - B) Fermenter (bioreaktor)
 - C) Termostat
 - D) Mikroskop
11. **Antibiotiklar sintez qiluvchi mikroorganizmlar asosan:**
- A) Viruslar
 - B) Aktinomitsetlar va zamburug'lar
 - C) Helminthlar
 - D) Xloroplastlar
12. **Penitsillin ishlab chiqaruvchi zamburug':**
- A) *Aspergillus niger*
 - B) *Penicillium notatum*
 - C) *Saccharomyces cerevisiae*
 - D) *Mucor mucedo*
13. **Biotexnologiyada ishlatiladigan *Escherichia coli* odatda qanday rol o'ynaydi?**
- A) Antibiotik ishlab chiqaradi
 - B) Genetik muhandislikda model organizm sifatida
 - C) Sut kislotasi ishlab chiqaradi
 - D) Biogaz ishlab chiqaradi
14. **Mikrobial hujayralarni kriosaqlash nima uchun kerak?**
- A) Ularni oson ko'paytirish uchun
 - B) Ularning genetik xususiyatlarini saqlash uchun
 - C) Hujayralarni tez o'ldirish uchun
 - D) Fermentlarni ko'paytirish uchun

15. Mikroorganizmlarni uzoq muddat saqlashda ko'p qo'llaniladigan usul:
- A) Qaynashda sterilizatsiya
 - B) Muzlatib quritish (liofilizatsiya)
 - C) Filtrlash
 - D) Markazdan qochma kuch yordamida ajratish
16. Fermentlar qaysi sinfdagi moddalar hisoblanadi?
- A) Uglevodlar
 - B) Nuklein kislotalar
 - C) Oqsillar
 - D) Lipidlar
17. Biotexnologiyada qo'llaniladigan fermentlarning asosiy vazifasi:
- A) Biologik katalizator sifatida reaksiya tezlatish
 - B) Oqsillar sintez qilish
 - C) DNKni hujayraga kiritish
 - D) Viruslarga qarshi kurashish
18. Qaysi mikroorganizmlar vitamin B₁₂ ishlab chiqaradi?
- A) Lactobacillus
 - B) Streptomyces
 - C) Propionibacterium
 - D) Saccharomyces
19. Bakteriyalarni sanoatda steril sharoitda o'stirish nima uchun muhim?
- A) Boshqa organizmlar aralashmasligi uchun
 - B) Faqat tez o'sishi uchun
 - C) Hujayralar o'lmasligi uchun
 - D) Rangini o'zgartirmasligi uchun
20. Mikroorganizmlar asosida olinadigan oqsillar qanday ataladi?
- A) Biomassa
 - B) Bir hujayrali oqsillar (SCP)
 - C) Polisaxaridlar
 - D) Nukleotidlar
21. Antibiotik so'zi qanday ma'noni bildiradi?
- A) "Hayot uchun zarur"
 - B) "Mikroblarga qarshi"
 - C) "Biologik katalizator"
 - D) "Vitamin ishlab chiqaruvchi"

22. **Qaysi mikroorganizmlar sut kislotasi ishlab chiqaradi?**
A) Lactobacillus
B) Saccharomyces
C) Streptomyces
D) Penicillium
23. **Biogaz ishlab chiqaruvchi mikroorganizmlar asosan:**
A) Metanogen bakteriyalar
B) Aspergillus
C) Lactobacillus
D) Xlamidomonas
24. **Biotexnologiyada ishlatiladigan eng qadimiy jarayonlardan biri:**
A) Yog'ochni qog'ozga aylantirish
B) Sutni achitib qatiq qilish
C) Antibiotik sintez qilish
D) DNK klonlash
25. **Biosintez jarayonida hujayrada energiya manbai sifatida nima ishlatiladi?**
A) ATP
B) DNK
C) Oqsil
D) Lipid
26. **Mikrobal biotexnologiyaning asosiy obyekti qaysi?**
A) Hayvonlar
B) Mikroorganizmlar
C) O'simliklar
D) Inson
27. **Mikroorganizmlar prokaryotlarga kiradi:**
A) Bakteriyalar va arxeyalar
B) Zamburug'lar va viruslar
C) Suv o'tlari va protozoalar
D) Inson hujayralari
28. **Mikroskopiyaning birinchi bo'lib kim qo'llagan?**
A) L. Paster
B) R. Kox
C) A. Levenhuk
D) I. Mechnikov
29. **Gram-musbat bakteriyalar qaysi bo'yoqda binafsha ko'rinadi?**

- A) Metilen ko'k
 - B) Gram bo'yoqlash
 - C) Nigrozinni
 - D) Safranin
30. **Mikrobial hujayraning asosiy genetik material nima?**
- A) DNK
 - B) RNK
 - C) Protein
 - D) Lipid
31. **Prokaryotlarda DNK qanday joylashgan?**
- A) Yadro membranasida
 - B) Nukleoid shaklida
 - C) Ribosomada
 - D) Mitoxondriyada
32. **Mikroblarni o'stirish uchun asosiy muhit qanday bo'lishi kerak?**
- A) Faqat suv
 - B) Oziqlantiruvchi moddalar
 - C) Steril bo'lmagan
 - D) Havoda
33. **Zamburug'lar qanday organizmlar?**
- A) Prokaryotlar
 - B) Eukaryotlar
 - C) Viruslar
 - D) Bakteriofaglar
34. **Viruslar qanday tuzilmaga ega?**
- A) Hujayrali
 - B) Hujayrasiz
 - C) Fotosintetik
 - D) Proplastidli
35. **Mikroblar qaysi usulda ko'payadi?**
- A) Mitoz
 - B) Mejoz
 - C) Bo'linish orqali
 - D) Sporofit
36. **Aerob mikroblar yashashi uchun nima kerak?**
- A) Kislorod
 - B) Azot

- C) Quyosh nuri
D) Qum
37. **Anaerob mikroblar uchun asosiy sharoit?**
A) Kislorod bo'lishi
B) Kislorodsiz muhit
C) Yuqori harorat
D) Quyosh nuri
38. **Bakteriyalarni spora hosil qilishdan maqsadi nima?**
A) Ko'payish
B) Himoya qilish
C) Ferment ishlab chiqarish
D) DNK o'zgartirish
39. **Mikrobial hujayra devori asosan nimadan tashkil topgan?**
A) Peptidoglikan
B) Xitin
C) Tsellyuloza
D) Lipid
40. **Mikrobial hujayrada ribosomaning vazifasi:**
A) Energiya ishlab chiqarish
B) Oqsil sintezi
C) Genetik axborot saqlash
D) Lipid sintezi
41. **Fermentlar tabiatiga ko'ra qanday moddalar?**
A) Uglevodlar
B) Oqsillar
C) Lipidlar
D) Nuklein kislotalar
42. **Mikroblarni o'rganadigan fan qaysi?**
A) Botanika
B) Mikrobiologiya
C) Zoologiya
D) Biotexnologiya
43. **Mikrobial biotexnologiyada "shtamm" so'zi nimani anglatadi?**
A) Hayvon turi
B) O'simlik navlari
C) Mikroblarning ma'lum genetik shakli
D) Fermentlar turi
44. **Bakteriyalar qaysi shaklda uchraydi?**
A) Sfera, tayoqcha, spiral

- B) Kvadrat
 - C) Uchburchak
 - D) Ko'p burchak
45. **Bakteriofaglar nima?**
- A) Bakteriyani oziqlantiruvchi
 - B) Bakteriyalarni zararlovchi viruslar
 - C) Spora turi
 - D) Azot fiksatorlar
46. **Fermentatsiya qanday jarayon?**
- A) Kislorodsiz sharoitda moddalarning parchalanishi
 - B) Fotosintez
 - C) Naqsh hosil qilish
 - D) Azot aylanishi
47. **Etil spirti ishlab chiqaruvchi mikroorganizmlar qaysilar?**
- A) *Saccharomyces cerevisiae*
 - B) *Penicillium notatum*
 - C) *Escherichia coli*
 - D) *Lactobacillus*
48. **Sut kislotasi fermentatsiyasi mahsuli nima?**
- A) Etil spirti
 - B) Sut kislotasi
 - C) Uglevodorod
 - D) Yog' kislotalari
49. **Pivo ishlab chiqarishda asosiy mikroorganizmlar:**
- A) Zamburug'lar (*Saccharomyces*)
 - B) Bakteriyalar
 - C) Viruslar
 - D) Aktinomitsetlar
50. **Xamirturush qanday guruhga kiradi?**
- A) Bakteriya
 - B) Zamburug'
 - C) Virus
 - D) Arxeya
51. **Fermentatsiya jarayonida energiya qanday olinadi?**
- A) ATP sintezi orqali
 - B) Quyosh nuri orqali
 - C) Fotosintez orqali
 - D) Spora orqali

52. **Yog' kislotalar fermentatsiyasi natijasida nima hosil bo'ladi?**
A) Etil spirti
B) Yog' kislotasi
C) Laktat
D) Uglevodorod
53. **Industrial fermentatsiya qaysi qurilmada olib boriladi?**
A) Fermenter
B) Mikroskop
C) Sentrifuga
D) Kriostat
54. **Steril sharoitda olib boriladigan jarayon qaysi?**
A) Fermentatsiya
B) Fotosintez
C) Qaynatish
D) Polimerizatsiya
55. **Mikroorganizmlarning kislorodsiz sharoitdagi ozuqa almashinuvi nima deyiladi?**
A) Aerob jarayon
B) Anaerob jarayon
C) Fotosintez
D) Biosintez
56. **Antibiotik ishlab chiqaruvchi mikroorganizmlar asosan qaysi guruhga kiradi?**
A) Aktinomitsetlar
B) Viruslar
C) Xamirturushlar
D) Bakteriofaglar
57. **Yog'ochni parchalovchi mikroorganizmlar qanday ataladi?**
A) Sellüloza parchalaydigan
B) Fotosintetik
C) Spora hosil qiluvchi
D) Viruslar
58. **Fermentatsiya mahsulotlarini tozalash qanday jarayon orqali amalga oshiriladi?**
A) Filtratsiya, ekstraksiya
B) Fotosintez
C) Polimerizatsiya
D) Issiqlik almashinuvi

59. **Qandlarni spirtga aylantiruvchi mikroorganizmlar?**
A) Saccharomyces
B) Lactobacillus
C) Penicillium
D) Bacillus
60. **Laktobakteriyalar qanday mahsulot olishda ishlatiladi?**
A) Sut kislotasi
B) Spirt
C) Yog'
D) Antibiotik
61. **Fermentatsiya uchun eng muhim parametrlar qaysi?**
A) Harorat, pH, muhit tarkibi
B) Quyosh nuri, shamol
C) Rang, hidi
D) Shakl, massasi
62. **Etil spirti fermentatsiyasida asosiy substrat?**
A) Qand moddalar
B) Oqsillar
C) Yog'lar
D) Nuklein kislota
63. **Yog'ochdan spirt olish uchun qanday jarayon qilinadi?**
A) Sellülozani parchalanishi
B) Yog' eritish
C) Azot fiksatsiyasi
D) Fotosintez
64. **Antibiotik so'zi nimani bildiradi?**
A) "Hayotga qarshi"
B) "Hayotni davom ettiruvchi"
C) "Ferment hosil qiluvchi"
D) "Oziqlantiruvchi"
65. **Mikroblar fermentatsiya jarayonida pH nazorati nima uchun zarur?**
A) Mikroblar optimal o'sishi uchun
B) Suvni tozalash uchun
C) Havoni kislorodga boyitish uchun
D) Issiqlikni ushlab turish uchun
66. **Mikroblar biotexnologiyaning asosiy ob'ekti nima?**
A) Hayvonlar
B) Mikroorganizmlar

- C) O'simliklar
D) Viruslar
67. **Mikrobial biotexnologiyada asosiy jarayonlardan biri qaysi?**
A) Fotosintez
B) Fermentatsiya
C) Transpiratsiya
D) Denaturatsiya
68. **Sirtli ichimliklar ishlab chiqarishda asosiy mikroorganizmlar qaysi?**
A) Lactobacillus
B) Saccharomyces cerevisiae
C) Streptomyces
D) Escherichia coli
69. **Antibiotiklar ishlab chiqarishda keng qo'llaniladigan mikroorganizmlar guruhi:**
A) Aktinomitsetlar
B) Xlamidiyalar
C) Viruslar
D) Zamburug'lar
70. **Biotexnologiyada "fermentor" asosan nima uchun qo'llaniladi?**
A) Xom-ashyoni maydalash uchun
B) Mikroorganizmlarni o'stirish uchun
C) DNKni klonlash uchun
D) Namlikni nazorat qilish uchun
71. **Biopolimerlar ishlab chiqaruvchi bakteriyalar:**
A) Azotobakter
B) Bacillus subtilis
C) Pseudomonas
D) Clostridium
72. **Penitsillin antibiotigini ishlab chiqargan mikroorganizmlar:**
A) Aspergillus niger
B) Penicillium notatum
C) Saccharomyces
D) Escherichia coli
73. **Mikrobial sintezda vitamin B12 ishlab chiqaruvchi bakteriyalar:**
A) Bacillus subtilis
B) Propionibacterium

- C) Azotobacter
D) Rhizobium
74. **Mikrobiai biotexnologiyada asosiy sterilizatsiya usuli:**
A) Past haroratda quritish
B) Avtoklavlash
C) Quyosh nuri bilan ishlov berish
D) Muzlatib saqlash
75. **Mikrobiai biotexnologiyada asosiy nazorat qilinadigan parametrlari:**
A) Tuproq namligi
B) Havo tezligi
C) pH va harorat
D) Yorug'lik miqdori
76. **Insulin gormoni sanoat miqyosida qanday olinadi?**
A) Hayvon oshqozonidan
B) Rekombinant E. coli dan
C) Sut mahsulotlaridan
D) Fermentatsiya gazidan
77. **Biotexnologiyada "starter madaniyat" deganda nima tushuniladi?**
A) Boshlang'ich substrat
B) Boshlang'ich mikroorganizmlar madaniyati
C) Tayyor mahsulot
D) Xom ashyo
78. **Bioyogilg'i (etanol) ishlab chiqarishda asosiy mikroorganizmlar:**
A) Xlamidiyalar
B) Saccharomyces cerevisiae
C) Lactobacillus bulgaricus
D) Streptomyces
79. **Qaysi mikroorganizmlar azotni fiksatsiya qiladi?**
A) Rhizobium
B) Penicillium
C) Aspergillus
D) Saccharomyces
80. **Antibiotiklar ishlab chiqarishda eng ko'p ishlatiladigan aktinomitset turi:**
A) Streptomyces
B) Rhizobium

- C) Azotobacter
 - D) Bacillus
81. **Biotexnologik jarayonlarda “substrat” nimani anglatadi?**
- A) Tayyor mahsulot
 - B) Mikroorganizmlar o‘sadigan muhit
 - C) Hujayra devori
 - D) Ferment
82. **Oqsillarni sintez qilish uchun gen muhandisligi texnologiyasidan foydalanish qaysi soha bilan bog‘liq?**
- A) Biotexnologiya
 - B) Fizika
 - C) Astronomiya
 - D) Metallurgiya
83. **Biotexnologiyada eng ko‘p qo‘llaniladigan klonlash vektori:**
- A) Plazmidlar
 - B) Ribosomalar
 - C) Mitoxondriyalar
 - D) Endoplazmatik tarmoq
84. **Mikrobiai biotexnologiyada hujayralarni saqlashning eng samarali usuli:**
- A) Muzlatib quritish (liofilizatsiya)
 - B) Quritish
 - C) Havo bilan saqlash
 - D) Quyosh nurida saqlash
85. **GMO (genetik modifikatsiyalangan organizmlar) yaratishning asosiy maqsadi:**
- A) Hujayralarni kattalashtirish
 - B) Foydali xususiyatlar qo‘shish
 - C) Qulay tuproq hosil qilish
 - D) Suvni tejash
86. **Mikroorganizmlar qaysi guruhga kiradi?**
- A) Viruslar
 - B) Bakteriyalar
 - C) Zamburug‘lar
 - D) Yuqoridagi hammasi
87. **Mikrobiologiya fanining asosiy tadqiqot obyekti nima?**
- A) O‘simliklar
 - B) Hayvonlar

- C) Mikroorganizmlar
 - D) Hujayra yadrosi
88. **Mikroskopning asosiy vazifasi nima?**
- A) Buyumlarni kattalashtirish
 - B) Rang berish
 - C) Hujayrani bo'lish
 - D) Nur uzatish
89. **Bakteriyalarda DNK qayerda joylashgan?**
- A) Yadroda
 - B) Sitoplazmada
 - C) Mitoxondriyada
 - D) Ribosomada
90. **Gram musbat bakteriyalar devori asosan nimadan iborat?**
- A) Lipidlar
 - B) Peptidoglikan
 - C) Nuklein kislotalar
 - D) Fosfolipid
91. **Gram manfiy bakteriyalar qanday bo'yaladi?**
- A) Moviy
 - B) Qizil
 - C) Yashil
 - D) Jigarrang
92. **Sporalar qaysi vazifani bajaradi?**
- A) O'sish
 - B) Ko'payish
 - C) Noqulay sharoitga chidamlilik
 - D) Rang berish
93. **Bakteriyalar qaysi yo'l bilan ko'payadi?**
- A) Ikkiga bo'linish
 - B) Jinsiy ko'payish
 - C) Spora orqali
 - D) Parazitlik
94. **Mikrobiologiyada "sterillik" nimani anglatadi?**
- A) Mikroblar mavjudligi
 - B) Mikroblar yo'qligi
 - C) Faqat bakteriyalar mavjudligi
 - D) Yuqoridagi hech biri
95. **Aseptika qoidalari nimani o'z ichiga oladi?**
- A) Toza qo'lqop kiyish

- B) Asboblarni sterilizatsiya qilish
 - C) Laboratoriya tozaligi
 - D) Yuqoridagilarning barchasi
96. **Bifidobacterium breve** qaysi guruhga kiradi?
- A) Gram musbat anaerob bakteriya
 - B) Gram manfiy aerob bakteriya
 - C) Virus
 - D) Zamburug'
97. **Bifidobacterium breve** shakli qanday?
- A) Tayoqchasimon
 - B) Spiral
 - C) Dumaloq
 - D) Vibriy
98. **Bifidobacterium breve** odatda qayerda uchraydi?
- A) Tuproqda
 - B) Inson ichagida
 - C) Havoda
 - D) Terida
99. **Ushbu bakteriya qanday ahamiyatga ega?**
- A) Ichak mikroflorasini me'yorda ushlab turadi
 - B) Kasallik qo'zg'atadi
 - C) Faqat oziq-ovqatni buzadi
 - D) Hech qanday ahamiyatga ega emas
100. **Bifidobacterium breve** qaysi yoshdagi odamda ko'p bo'ladi?
- A) Yangi tug'ilgan chaqaloqlarda
 - B) Keksalarda
 - C) Katta yoshdagilarda
 - D) Barcha yoshda teng
101. **Ushbu bakteriyaning asosiy mahsuloti nima?**
- A) Sut kislotasi
 - B) Spora
 - C) Aseton
 - D) Ammiak
102. **Bifidobacterium breve** qaysi turdagi bakteriyalarga o'xshash hisoblanadi?
- A) Laktobakteriyalar
 - B) Salmonellalar
 - C) Stafilokokklar
 - D) Shigellalar

103. Ushbu bakteriya qaysi sharoitda yaxshi o'sadi?
- A) Anaerob sharoitda
 - B) Kislorod ko'p bo'lganda
 - C) Yuqori haroratda
 - D) Quyosh nuri ta'sirida
104. *Bifidobacterium breve* odatda qanday haroratda o'sadi?
- A) 37 °C
 - B) 10 °C
 - C) 70 °C
 - D) 0 °C
105. Ushbu bakteriyaning probiotik sifatidagi vazifasi nimada?
- A) Ichak faoliyatini yaxshilash
 - B) Terini himoya qilish
 - C) Qonni tozalash
 - D) O'simlikni oziqlantirish
106. Probiotik bakteriyalar nima uchun kerak?
- A) Ichak mikroflorasini sog'lomlashtirish
 - B) Viruslarni yo'qotish
 - C) Qon tarkibini o'zgartirish
 - D) Yallig'lanishni kuchaytirish
107. Qaysi guruh bakteriyalari ko'proq probiotik sifatida ishlatiladi?
- A) Laktobakteriyalar va bifidobakteriyalar
 - B) Salmonella va Shigella
 - C) Stafilokokk va Streptokokk
 - D) Vibrio va Spirillum
108. Probiotiklar qaysi shaklda qo'llaniladi?
- A) Kapsula
 - B) Kukun
 - C) Sut mahsulotlari
 - D) Yuqoridagi barchasi
109. Bifidobakteriyalar ko'payishi uchun nima muhim?
- A) Prebiotik moddalar
 - B) Antibiotiklar
 - C) Toksinlar
 - D) Oqsillar parchalanishi
110. Prebiotik nima?
- A) Foydali bakteriya
 - B) Foydali bakteriyalar uchun oziq modda

- C) Antimikrob vosita
 - D) Virus
111. **Mikrobiologiyada sterilizatsiya nima?**
- A) Barcha mikroorganizmlarni yo'qotish
 - B) Faqat bakteriyalarni yo'qotish
 - C) Viruslarni ko'paytirish
 - D) Sporalarni faollashtirish
112. **Past haroratda mikroblar bilan nima sodir bo'ladi?**
- A) O'sishi sekinlashadi
 - B) Juda tez ko'payadi
 - C) Mutatsiya qiladi
 - D) Bo'linishi kuchayadi
113. **Qaysi usul sterillikni ta'minlaydi?**
- A) Avtoklavlash
 - B) Muzlatish
 - C) Qaynatish
 - D) Quritish
114. **Qaysi bakteriya ichakda foydali hisoblanadi?**
- A) Bifidobacterium breve
 - B) Salmonella typhi
 - C) Vibrio cholerae
 - D) Shigella dysenteriae
115. **Antibiotiklar nima uchun qo'llaniladi?**
- A) Mikroblarni o'ldirish
 - B) Hujayra bo'lishini tezlatish
 - C) Virusni ko'paytirish
 - D) Zamburug' hosil qilish
116. **Quyidagi qaysi mikroorganizmlar azotni fiksatsiyalaydi?**
- A) Rhizobium
 - B) Penicillium
 - C) Bacillus
 - D) Lactobacillus
117. **Azospirillum bakteriyasi qanday o'simliklar bilan simbiozda yashaydi?**
- A) Dukkaklilar
 - B) Boshhoqlilar (g'alla)
 - C) Mevali daraxtlar
 - D) Ignabarglilar
118. **Mikoriza nima?**

- A) Virusli infeksiya
- B) Zamburug' va o'simlik ildizining simbiozi
- C) Bakterial kasallik
- D) O'simliklar tomonidan ishlab chiqarilgan ferment

119. Quyidagi bakteriyalardan qaysi biri fosforni mobilizatsiya qiladi?

- A) Clostridium
- B) Bacillus
- C) Salmonella
- D) Vibrio

120. Foydali mikroorganizmlarning fitogormon ishlab chiqarishdagi roli nima?

- A) Zararkunandalarni yo'q qiladi
- B) O'simlik o'sishini rag'batlantiradi
- C) Patogenlarni ko'paytiradi
- D) Fotosintezni to'xtatadi

121. Quyidagi usullardan qaysi biri DNK asosida mikroorganizmlarni aniqlashda qo'llaniladi?

- A) Gram bo'yash
- B) Ferment testlari
- C) PCR (polimeraza zanjir reaksiyasi)
- D) Mikroskopik kuzatuv

122. PCR jarayonida mikroorganizmlarning qaysi biomolekulasi ko'paytiriladi?

- A) RNK
- B) DNK
- C) Protein
- D) Lipid

123. Molekulyar markerlardan biri hisoblanadigan 16S rRNK geni qaysi guruhdagi organizmlar uchun ishlatiladi?

- A) Viruslar
- B) Zamburug'lar
- C) Bakteriyalar
- D) O'simliklar

124. Agar siz PCR va DNK ketma-ketligini aniqlash orqali mikroorganizmlarni tavsiflasangiz, bu qaysi uslubga kiradi?

- A) Morfologik aniqlash

- B) Biokimyoviy analiz
- C) Molekulyar taksonomiya
- D) Mikroskopik kuzatuv

125. Metagenomika nima?

- A) Bakteriyalarni mikroskopda o'rganish
- B) Faqat patogen mikroblarni o'rganish
- C) Tabiiy muhitdagi barcha mikroblar DNKlarini tahlil qilish
- D) Antibiotiklarga chidamli mikroblarni o'rganish

126. Mikrobial biotexnologiyaning asosiy predmeti nima?

- A) Antibiotiklar tahlili
- B) Mikroorganizmlardan mahsulot olish uchun foydalanish
- C) DNK tuzilmasini o'rganish
- D) O'simlik genetikasi

127. Quyidagilardan qaysi biri mikrobial biotexnologiyaning asosiy vazifasi hisoblanadi?

- A) Faqat laboratoriya tajribalari
- B) Genetik kasalliklarni davolash
- C) Mikroblarni seleksiya qilish orqali ishlab chiqarishga yaroqli shtammlar yaratish
- D) Kompyuter dasturlari yaratish

128. Mikrobial biotexnologiya qaysi sohalarda qo'llaniladi?

- A) Faqat qishloq xo'jaligida
- B) Tibbiyot, ekologiya, sanoat va oziq-ovqatda
- C) Faqat farmatsiyada
- D) Faqat bioinformatikada

129. Mikroorganizmlarning qaysi xususiyati mikrobial biotexnologiyada eng muhim hisoblanadi?

- A) Harakatchanligi
- B) Yorug'likka sezuvchanligi
- C) Qisqa hayotiy sikli va tez ko'payishi
- D) Bosh miya faoliyati

130. Mikrobial hujayrada glyukoza parchalanishining asosiy yo'li nima?

- A) Krebs sikli
- B) Entner-Doudoroff yo'li
- C) Glikoliz (Embden-Meyerhof yo'li)
- D) Fotosintez

131. Fermentatsiya jarayonining asosiy xususiyati nimada?

- A) Kislorod ishtirokida energiya ajraladi

- B) Ko'p ATP hosil bo'ladi
 - C) Kislorodsiz muhitda energiya ishlab chiqariladi
 - D) Faqat bakteriyalarda kechadi
- 132. Krebs sikli qaysi sharoitda sodir bo'ladi?**
- A) Anaerob sharoitda
 - B) Faqat fototrof mikroorganizmlarda
 - C) Aerob sharoitda
 - D) Quruq muhitda
- 133. Quyidagilardan qaysi biri mikrobial hujayradagi anabolik yo'ldir?**
- A) Glikoliz
 - B) Krebs sikli
 - C) Aminokislotalar sintezi
 - D) Fermentatsiya
- 134. Mikroorganizmlarda ATP sintezi asosan qayerda sodir bo'ladi?**
- A) Ribosomada
 - B) Hujayra devorida
 - C) Sitoplazmatik membranada
 - D) DNK molekulasida
- 135. Mikrobiologik sinovlarning sanoatdagi asosiy maqsadi nima?**
- A) Mikroskop ishlatishni o'rganish
 - B) Xom ashyo narxini baholash
 - C) Mikrob kontaminatsiyasini aniqlash va mahsulot sifatini nazorat qilish
 - D) Fermentatsiya haroratini pasaytirish
- 136. Quyidagi sohalardan qaysi birida mikrobiologik sinovlar to'g'ridan-to'g'ri mahsulot sterilligini aniqlash uchun o'tkaziladi?**
- A) Metall sanoati
 - B) Farmatsevtika sanoati
 - C) Qurilish sanoati
 - D) Energetika sanoati
- 137. Mikrobiologik sinovlar natijasida aniqlangan patogen mikroorganizmlar nimaga olib kelishi mumkin?**
- A) Mahsulot hajmining ortishiga
 - B) Oziq-ovqat zaharlanishi yoki dori vositalarining yaroqsizligiga
 - C) Mahsulotdagi suv miqdorining ko'payishiga
 - D) Barcha mahsulotlarning steril bo'lishiga

138. Mikrobiologik nazorat jarayonida CFU/ml (koloniya hosil qiluvchi birlik) nima uchun ishlatiladi?

- A) Haroratni o'lchash uchun
- B) Suv pH darajasini aniqlash uchun
- C) Mikroorganizmlar sonini aniqlash uchun
- D) Ishlab chiqarish bosqichlarini belgilash uchun

139. Oziq-ovqat sanoatida mikrobiologik sinovlar quyidagi holatni nazorat qiladi:

- A) Mahsulotni qadoqlash uslubini
- B) Mikroorganizmlar soni va ularning xavfliligini
- C) Logotip sifatini
- D) Reklama ta'sirini

140. Mikrobial enzimlar nima?

- A) Faqat o'simlikdan olinadi
- B) Mikroskopik hayvonlar ishlab chiqaradigan oqsillar
- C) Mikroorganizmlar tomonidan sintez qilinadigan biologik katalizatorlar
- D) Odam organizmida ishlab chiqariladigan fermentlar

141. Quyidagilardan qaysi biri mikrobial manbadan olingan ferment hisoblanadi?

- A) Amilaza
- B) Pepsin
- C) Tripsin
- D) Insulin

142. Mikrobial enzimlar sinteziga ta'sir qiluvchi asosiy omillar:

- A) Harorat, pH, oziqa moddalari
- B) Nur, gaz bosimi, magnit maydoni
- C) Havo harakati, chang, yorug'lik
- D) Faol kislorod, namlik

143. Mikrobial enzimlarni sanoat miqyosida ishlab chiqarish nima deb ataladi?

- A) Izolyatsiya
- B) Fermentatsiya
- C) Distillatsiya
- D) Germinatsiya

144. Biogaz asosan qanday gazlardan iborat?

- A) Uglerod, vodorod, kislorod
- B) Metan, karbonat anhidrid, vodorod sulfidi

- C) Azot, metan, kislorod
- D) Proton, metan, gaz plazmasi

145. Biogaz ishlab chiqarish jarayonining asosiy bosqichi bu:

- A) Distillatsiya
- B) Aerob parchalanish
- C) Anaerob parchalanish
- D) Filtratsiya

146. Quyidagi mikroorganizmlardan qaysi biri biogaz ishlab chiqarishda ishtirok etadi?

- Penicillium
- B) Lactobacillus
- C) Methanobacterium
- D) Saccharomyces

147. Biyoqilg'ilar quyidagilardan tayyorlanmaydi:

- A) Yog'li o'simliklar
- B) Yog'och qoldiqlari
- C) Plastmassa
- D) Qishloq xo'jaligi chiqindilari

148. Biogazning asosiy energiya manbai qaysi gaz hisoblanadi?

- A) Kislorod
- B) Metan
- C) Azot
- D) Karbonat angidrid

149. Biopolimerlar nima?

- A) Qayta ishlovchi neft mahsulotlari
- B) Yadro qurollari uchun xomashyo
- C) Tirik organizmlar yoki mikroorganizmlar tomonidan sintez qilinadigan polimerlar
- D) Plastmassaning eng iflos shakli

150. Quyidagilardan qaysi biri biopolimer hisoblanadi?

- A) Polietilen
- B) Polivinilxlorid
- C) Polilaktik kislota (PLA)
- D) Epoksid qatroni

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR VA MANBALAR RO'YXATI

1. Гринберг, А. Е., & Иванов, А. Г. Микробиология с основами биотехнологии. – М.: Академия, 2016.
2. Прокопенко, И. И. Микробиология и биотехнология микроорганизмов. – СПб.: Лань, 2020.
3. Степаненко, Н. И. Биотехнология: Учебник для вузов. – М.: Юрайт, 2019.
4. Pelczar, M. J., Chan, E. C. S., & Krieg, N. R. Microbiology: Concepts and Applications. – McGraw-Hill, 2017.
5. Madigan, M., Martinko, J., Bender, K., Buckley, D., & Stahl, D. Brock Biology of Microorganisms. – Pearson, 2019.
6. Atlas, R. M. Handbook of Microbiological Media. – CRC Press, 2019.
7. Glazer, A. N., & Nikaido, H. Microbial Biotechnology: Fundamentals of Applied Microbiology. – Cambridge University Press, 2007.
8. Stanbury, P. F., Whitaker, A., & Hall, S. J. Principles of Fermentation Technology. – Butterworth-Heinemann, 2017.
9. Crueger, W., & Crueger, A. Biotechnology: A Textbook of Industrial Microbiology. – Panima Publishing, 2019.
10. Рахматуллаев, Ш. А. Микробиология ва биотехнология

Elektron resurslar va maqolalar:

11. Journal of Microbiological Biotechnology –
<https://www.jmb.or.kr>
12. Applied and Environmental Microbiology –
<https://journals.asm.org/journal/aem>
13. Biotechnology Advances –
<https://www.sciencedirect.com/journal/biotechnology-advances>
14. Uzbek biological journals (O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi nashrlari)

MUNDARIJA

	Kirish	3
1.	Mikrob biotexnologiyasining predmeti va vazifalari	5
2.	Molekulyar usullar yordamida mikroorganizmlarni aniqlash va ularning tabiiy muhitdagi turlarini o'rganish.	11
3.	Mikrobial hujayraning metabolik yo'llari.	17
4.	Mikrobiologik sinovlar va ularning sanoatdagi roli.	27
5.	O'simliklarning o'sishiga yordam beruvchi mikroorganizmlar.	43
6.	Fermentatsiya turlari va asosiy bosqichlari. fermentatsiya parametrlarini boshqarish.	53
7.	Mikrobial o'sish va biosintez.	60
8.	Oziq-ovqat sanoatida qo'llaniladigan mikroorganizmlar.	65
9.	Spirтли ichimliklar biotexnologiyasi.	72
10.	Sirkali va sut kislotali fermentatsiya.	79
11.	Antibiotiklar turlari, ishlab chiqarish texnologiyasi.	89
12.	Organik kislotalar ishlab chiqarish.	100
13.	Mikrobial enzimlar va ularning texnologiyasi.	105
14.	Biologik faol moddalar ishlab chiqarishda mikroorganizmlar.	112
15.	Biogaz va bioyoqilg'i ishlab chiqarish.	116
16.	Biopolimerlar va ularning ishlab chiqarilishi.	126
17.	Genetik modifikatsiyalangan mikroorganizmlar.	134
18.	Mikrobial biotexnologiyada ommaviy ishlab chiqarish.	149
19.	Mikrobiologiyada biosavodxonlik va bioxavfsizlik.	161
20.	Biotexnologiyaning istiqbollari va muammolari.	168
21.	Fan bo'yicha test savollari.	173
22.	Foydalanilgan adabiyotlar.	194

**X.B.Yunusov, N.J.Xodjayeva, A.A.Nurniyozov, Sh.U.Azamatov,
Yu.U.Abdullayeva, N.J.Xoʻjayeva**

Mikrob biotexnologiyasi

Oʻquv qoʻllanma

**Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va
biotexnologiyalar universiteti Nashr matbaa markazi**

Nashr-matbaa faoliyatini amalga oshirish uchun Oʻzbekiston Respublikasi
Prezidenti administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy
kommunikatsiyalar agentligi tomonidan 10.05.2024 y. № 273109
va 24.05.2024 y. № 283607-sonli tasdiqnomalar berilgan



Direktor
Muharrir
Tex. muharrir

J.Shukurov
L.Xoshimov
A.Umarov

ISBN: 978-9910-640-79-7

0940



Bosishga ruxsat etildi 17. 02. 2026 yil.

Qogʻoz bichimi 60x84 $\frac{1}{16}$.

Times New Roman garniturasi.

Shartli hisob tabogʻi –12,2. Nashriyot hisob tabogʻi – 13,0

Adadi 10 nusxa. Buyurtma № 02/02

Samarqand davlat veterinariya meditsinasi,
chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti

Nashr matbaa markazida chop etildi.

Samarqand sh., Mirzo Ulugʻbek k., 77

Tel. 93 359 70 98

ISBN: 978-9910-640-79-7

