

Xudaverdi Q. Qənbərov
Mirmusa M. Cəfərov

SƏNAYE MİKROBİOLOGİYASININ ƏSASLARI



Xudaverdi Q. Qənbərov

Mirmusa M. Cəfərov

SƏNAYE MİKROBİOLOGİYASININ ƏSASLARI

Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirinin 08.12.2015 – ci il tarixli 1108 nömrəli əmri və Bakı Dövlət Universiteti TMS – nın yanında Tədris vəsaitlərinə nəşr hüququnun (qrif) verilməsi üzrə daimi fəaliyyət göstərən Komissiyanın 06. 02. 2018 – ci il tarixli 09 sayılı iclasının qərarı ilə nəşr olunmuşdur.

Bakı – 2018

Elmi redaktor: Azərbaycan MEA – nın məxbir gəvi,
Mikrobiologiya İnstitutunun direktor məvini,
b. g. e. d., prof. P.Z. Muradov

Rəyçilər: Bakı Dövlət Universitetinin Mikrobiologiya
kafedrasının professoru, b.g.e.d. F.R.Əhmədova

Azərbaycan MEA – nın Mikrobiologiya İnstitutunun
laboratoriya mədiri, b. g. e. d., prof. N.M.İsmayılov

Xudaverdi Qənbər oğlu Qənbərov
Mirmusa Miriş oğlu Cəfərov

Sənaye mikrobiologiyasının əsasları.
Dərslik, Bakı – 2018, 292s.

Dərslik, biologiya, sənaye mikrobiologiyası, mikrobiologiya və biotexnologiya ixtisasları gəzrə təhsil alan bakalavr və magistrlər gəzgən nəzərdə tutulan “Sənaye mikrobiologiyası” kursu gəzrə proqrama əsasən tərtib olunmuşdur. Kitab 18 fəsildən ibarətdir. Bu fəsillərdə, sənaye mikrobiologiyasının əsasları, sənayedə istifadə olunan xammallar, zəğlal və zəğlali yem məhsullarının, vaksın və başqa məğalicəvi preparatların, antibiotiklərin, vitaminlərin, bakterial gəğbrələrin, kənd təsərrəğfatı ziyanvericilərinə qarşı bioloji məğbarizə vasitələrinin, bioyanacağın, hibberellinlərin, alkaloidlərin, amin turşularının, nukleotidlərin, mikrob enzimlərinin, lipidlərin, polisaxaridlərin və filizlərdən metalların alınması, gəzvi birləşmələrin mikrobioloji transformasiyası və yeyinti sənayesində mikrobioloji proseslərin tətbiqi barədə məğasir məlumatlar verilir.

Kitab, ali təhsil məğəssələrinin məğəllim və tələbələri (bakalavr və magistrlər) gəzgən nəzərdə tutulub. Bununla belə, dərslikdən mikrobiologiya və biotexnologiya sahəsində zalışan elmi işçilər və doktorantlar faydalana bilərlər.

GİRİŞ

Elmi–texniki, ictimai – iqtisadi tərəqqinin olduğu və istehsalın sürətli inkişaf etdiyi bir dövrdə biotexnologiya biologiyanın sərbəst elm sahəsinə zəvrilmişdir. Elmin bilavasitə məhsuldar qəvvəyə zəvrilməsi məqsir biotexnologiyanın timsalında üzgng daha aydın təzahğr edir. “Biotexnologiya” termini elmi ədəbiyyata kezən əsrin 60 – ci illərində daxil edilmiş və hazırda üzgndə dürd elmi sahəni birləşdirir. Birinci sahə onun ən mğhğm və ənənəvi sahəsi olan sənaye mikrobiologiyasıdır (və ya texniki mikrobiologiya). Mğsirs düvrdə məhz bu sahə sənayedə istifadə olunacaq səviyyədə inkişaf etmişdir.

Sənaye mikrobiologiyası qısa mğddət ərzində xalq təsərrğfatının əsas tərkib hissələrindən birinə zəvrilmişdir. Bunun əsas səbəbi isə təbiətin insanı valeh edən heyvətəməz qanunlarıdır. Bu qanunlardan biri belə ifadə olunur: **“Canlı orqanizmlərin böyüməsi, inkişafı və əmələ gətirdiyi biokütlə onların ölçüləri ilə tərs mütənasibdir”**. Orqanizm ülzğcə nə qədər kizikdirsə, bir o qədər tez böyğyğb zoxalır. Məsələn, onurğasız heyvanlar onurğalılara, gübələklər isə bitkilərə nisbətən tez böyğyğr. 1 ton toyuq əti almaq 1 ton donuz əti almaqdan 3 dəfə, həmin zəkiddə mal əti almaqdan isə 8 dəfə tez başa gəlir. Canlılar izərisində ən tez böyğyən və sürətlə zoxalanı mikroorqanizmlərdir. Onlar hər 20 – 30 dəqiqədən bir zoxalıb yeni nəsil verirlər. Məsələn,

maya gübələkləri eyni zəkiddə biokətləni üçgüz nisbətən 100 min dəfə tez əmələ gətirir. Mikroorqanizmlərin sğrətlə büyyğyb zoxalmalarının əsas səbəblərindən biri onların zox sadə quruluşa malik olmalarıdır.

Büyymə və zoxalma sğrətinin yğksəkliyinə gürə bakteriyalar birinci yerdədir. Digər tərəfdən, Rus alimi Vladimir Vernadski (1863 – 1945) qeyd etmişdir ki, Yer gžərində bakteriyalar kimyəvi zəvriilmələr zamanı ən zox enerjiyə malik olan yeganə canlılardır.

XIX əsrdə Luis Paster (1822 – 1895) qıqırma və onu əmələ gətirən mikrobları, şərabı və pivəni xarab edən bakteriyaları üyrənmişdir. Sonralar pendir, qatıq və başqa sğd məhsullarının alınmasında mikroorqanizmlərin rolu aşkar edildi. Bğtğn bunlar texnoloji proseslərdə mikroorqanizmlərdən səmərəli istifadə edilməsinin əsasını qoydu.

Mğxtəlif qida məhsullarının alınmasında mikrobioloji proseslərdən hələ qədim düvrlərdə istifadə olunması sənaye mikrobiologiyasının daha qədim tarixə malik olmasını güstərir.

Mikroorqanizmlərin biokimya və fiziologiyasına dair aparılan fundamental elmi tədqiqatlar onların geniş imkanlarını aşkara xıxarmışdır. Bu orqanizmlərin 200 – dən zox faydalı məhsul sintez edə bilmələri məlumdur.

Mikroorqanizmlərin praktikada tətbiq olunması həyatın iqtisadi cəhətdən inkişafına və

mühkəmlənməsinə böyük təsir göstərmişdir. Bu, hərşeydən əvvəl, onların müxtəlif kimyəvi reaksiyaları adi şəraitdə çox asanlıqla apara bilməsi ilə əlaqədardır.

Hazırda mikroorqanizmlərin sintez etdiyi məhsullar: zəhləllər, amin turşuları, yağlar, antibiotiklər, vitaminlər, polisaxaridlər və digər fizioloji aktiv maddələr müxtəlif biotexnologiya proseslər vasitəsilə sənayedə istehsal olunur. Mikroorqanizmlərin tətbiq olunma sahəsi təkcə bununla məhdudlaşmır. Onlara xalq təsərrüfatının müxtəlif sahələrində istifadə edilməsindən asılı olaraq **“kimyaçı”, “şaxtaçı”, “geoloqların köməkçisi”** və ya **“kəşfiyyatçı”** kimi obrazlı adlar verilmişdir.

Beləliklə, sənaye mikrobiologiyası mikroorqanizmlərin küməyi ilə insan üçün faydalı məhsulların alınması, ətraf mühitin və zirkab suların təmizlənməsi kimi prosesləri öyrənir.

Sənayedə təkcə mikroorqanizmlərdən deyil, eləcə də onlardan alınan enzimlərdən və enzim preparatlarından geniş istifadə edilir. Enzimlərin xalq təsərrüfatının müxtəlif sahələrində tətbiqini öyrənən biotexnologiya sahəsinə mühəndislik enzimologiyası deyilir.

Qeyd etmək lazımdır ki, mühəndislik enzimologiyası texniki mikrobiologiya ilə sıx bağlıdır. Əvvəllər enzimlər bitki və heyvan toxumalarından alınırırsa, hazırda bakteriya və gübələklərdən alınan enzimlər mühəndislik enzimologiyasında tətbiq

olunan enzimlərin 90% – dən zoxununu təşkil edir. Bu, hərşeydən əvvəl, mikroorqanizmlərdən alınan enzimlərin 100 –1000 dəfələrlə ucuz və asan başa gəlməsi ilə əlaqədardır. Məsələn, inəyin mədəalyı vəzisindən alınan ximotripsinin 100 qramı 3000 manata, mikroorqanizmlərdən alınan ximotripsinin 100 qramı isə 2 manata başa gəlir.

Mikroorqanizmlərdən alınan enzimlər təkcə xalq təsərrüfatında , təbabətdə deyil, eyni zamanda elmi – tədqiqat işlərində geniş tətbiq olunur. Məsələn, bakteriyalardan alınan endonukleaza, restriktaza və liqaza enzimləri genetik mühəndislik sahəsində aparılan tədqiqatlarda aparıcı komponentlərdir.

Hal – hazırda gübələklərdən, bakteriyalardan, hətta viruslardan müxtəlif faydalı məhsulların alınması kimi biotexnologiya proseslər həyata keçirilir. Deməli, sənaye mikrobiologiyası biotexnologiyanın əsasını təşkil edir.

I FƏSİL

SƏNAYE MIKROBİOLOGİYASI VƏ ONUN İNKİŞAF PERSPEKTİVLƏRİ

1.1. Sənaye mikrobiologiyasının yaranması və inkişaf tarixi

Biologiyanın mikroorqanizmlərdən bəhs edən sahəsinin inkişafını analiz etdikdə onu göz əsas düvrə ayırmaq olar. Hər bir düvr mikrobiologiyanın inkişaf yolunu xarakterizə edir, onun elmi – texniki tərəqqi və cəmiyyətin iztimai – iqtisadi səviyyəsinin inkişafında rolunun artdığını sübut edir.

İlk dəfə 1675 – ci ildə Holland alimi Anton van Levenhuk (1632 – 1723) mikroorqanizmləri kəşf etmiş, onların təsvirini vermiş və mikrobiologiyanın təsviri düvrənin (*I mərhələ*) əsasını qoymuşdur. Lakin insanlar mikroorqanizmlərin kəşfindən xeyli əvvəl onların iştirakı ilə bir zox məhsullar almağa başlamışlar. Hələ b.e.ə. 6000 – ci illərdə pivə istehsal edildiyi haqda məlumatlar vardır. Zox qədim dövrlərdən bəri mikroorqanizmlərdən sirkə, şəkər məhsullarının (qatıq, pendir və. s) alınmasında, zürəkbişirmə və şərəbzılıqda istifadə edilmişdir.

Sənaye mikrobiologiyasının bir elm kimi formalaşması 1857 – 1868 – ci illərdə Fransız alimi Luis Pasterin dahiyənə kəşfləri ilə başlamışdır. O, ilk dəfə olaraq 1857 – ci ildə qıcqırma prosesinin gedişində, 1865 – ci ildə isə pivə və şərəbın xarab

olmasında mikroorqanizmlərin rolunu göstərmiş və onlara qarşı mğbarizə tədbiri kimi pasterizasiya şsulunu irəli sğrmğşdğr. L.Paster, mğxtəlif yoluxucu xəstəliklərlə mğbarizə məqsədilə vaksinlərin alınması şsullarını işləmişdir. Bu tədqiqatlarına görə Paster sənaye mikrobiologiyasının banisi sayılır.

Beləliklə, L. Paster mikroorqanizmlərin xassələrini üyrənmiş. Bir zox proseslərin gedişində onların rolunu göstərmiş və bununla mikrobiologiyanın inkişafının fizioloji düvrğnğn (*II mərhələ*) əsasını qoymuşdur. Sənaye mikrobiologiyasının əsası məhz mikrobiologiyanın inkişafının II düvrğndə qoyulmuşdur.

XIX əsrin axırlarında elimin şğrətlə inkişaf etdiyi bir düvrdə gürkəmli Rus alimi İlya Meznikov (1845 – 1916) zərərverici gəmiricilərə qarşı mğbarizədə xəstəlik türədən bakteriyalardan istifadə olunmasını təklif etmiş və bu ideyanı həyata keçirməyə zalışmışdır. O, 1885 – ci ildə Odessada yaratdığı bakterioloji laboratoriyada toyuq vəbası mikroblarından ibarət preparat almış və ondan şğnbğlqıranları məhv etmək məqsədilə istifadə etmişdir. Lakin, yerli hükumət həmin mikrobların insanda vəba əmələ gətirdiyindən qorxub bu işə mane olmuşlar.

Meznikovdan sonra sovet alimləri T.Merejovski və B. İsazenko (1871 – 1948) insan və ev heyvanları şzğn zərərsiz olan mikrob kulturaları almış və gəmiricilərə qarşı mğbarizədə mğvəffəqiyyətlə

istifadə etmişlər. Hazırda entomopatogen mikrobioloji preparatlar bir zox ölkələrdə geniş miqyasda istehsal olunur və tətbiq edilir.

1897 – ci ildə alman alimləri F. Nobbe (1830 – 1922) və Ch. Giltner təmiz kük yumrusu bakteriyalarından ibarət nitragin prepatartını almışlar. Rusiyada bu preparatın ilk dəfə 1911 – ci ildə hazırlanmasına baxmayaraq onun geniş istehsalı və tətbiqi 1929 – cu ildə həyata keçirilmişdir.

Rus alimi S. Kostizev (1877 – 1931) və onun əməkdaşları ilk dəfə azotobakterlərdən ibarət azotobakterin preparatı hazırlamış və onu azot gübrəsi əvəzinə tətbiq etmişdir.

XX əsrin birinci yarısında Rusiyada texniki mikrobiologiya böyük vğsətlə inkişaf etməyə başladı. S. Kostizev və V. Butkeviz (1872 – 1942) mikroskopik gübələklərin küməyilə bir zox gžvi turşuların alınma texnologiyasını üyrənmiş və 1930 – cu ildə praktiki olaraq limon turşusunu almışlar. V. Şapoşnikov (1884 – 1968) və F. Zistyakov (1898 – 1959) və başqa rus alimləri sğdturşusu, aseton və butil spirtinin geniş miqyaslı istehsal gşullarını işləyib hazırlamışlar. S. Korolyov, A. Voytkeviz (1876 – 1951) və başqaları sğd məhsullarının alınmasında yeni biotexnoloji proseslər hazırlayıb tədqiq etmişlər.

İngilis alimi A. Fleminq (1881 – 1955) tərəfindən 1929 – cu ildə pensillinin kəşfi sənaye mikrobiologiyasının inkişafında böyük rol oynadı. 1940 – cı ildə pensillinin, 1944 – cğ ildə isə amerika

alimi Z. Vaksman (1888 – 1973) tərəfindən budaqlanan bakteriyalardan streptomisinin alınma texnologiyası sənayedə üzgünə yer tapdı.

Bu sahədə rus alimlərinin də böyük əməyi olmuşdur. N. Krasilnikov (1896 – 1973), Z.Yermolyeva və başqaları mğxtəlif antibiotik maddələrin geniş miqyasda mikroorqanizmlər vasitəsilə istehsalını həyata keçirmişlər.

XX əsrin ikinci yarısında (1966 – cı ildə) sovet alimləri N. İerusalimski (1900 – 1967), Q. Skryabin (1917 – 1989) və başqaları maya gübələklərindən yem zğlalının sənaye miqyasında alınmasının əsasını qoymuşlar.

Latviya alimi M. Beker (1928 – 2014) və əməkdaşları yem məqsədilə lizin amin turşusunun sənayedə alınmasını həyata keçirmişlər.

Sənaye mikrobiologiyasının mğasir inkişaf düvrğ XX əsrin ikinci yarısında molekulyar mikrobiologiyanın geniş vğsət tapması ilə əlaqədardır. Məhz bu düvrədə sənaye mikrobiologiyasının zox sğrətlə və intensiv inkişafı baş verdi. Mikrobiologiya sənayesində zğlali yem məhsulları, torpaqmğnbitləşdirici preparatlar, antibiotiklər, vitaminlər, enzimlər, vaksinlər, hormonal preparatlar və digər fizioloji aktiv maddələr istehsal edən zavodların sayı getdikcə artır.

Sənaye mikrobiologiyasının mğhğm əhəmiyyətə malik son mğvəffəqiyyətlərindən biri, mikroorqanizmlər vasitəsilə interferon və insulin kimi

qiymətli dərman maddələrinin alınmasıdır. Bu, biotexnologiyanın yeni sahəsi olan genetik mühəndisliyinin nailiyyətlərinin sənaye mikrobiologiyasına bilavasitə tətbiqi sayəsində mümkün olmuşdur.

1.2. Sənayedə istifadə olunan mikroorqanizmlər və onların seçilməsi

Hazırda elmə məlum olan 120 min növ mikroorqanizmdən (gübələk, bakteriya və virusların) 100 – ə qədəri sənaye mikrobiologiyasında tətbiq olunur.

Sənaye mikrobiologiyasında geniş istifadə edilən mikroorqanizmlərin qısa xarakteristikası cədvəl 1 – də verilmişdir. Qida məhsulları və izkilərin alınmasında *Saccharomyces* cinsli maya gübələkləri, *homo* – və heterofermentativ şədturşusu bakteriyalarından istifadə edilir. Əzvi həlledicilər maya gübələkləri və *Clostridium* cinsli anaerob bakteriyalardan alınır. Əzvi turşular kif və maya gübələkləri, homofermentativ şədturşusu bakteriyaları vasitəsilə alınır. Amin turşuları və nukleotidlərin alınması məqsədilə korinobakterlər və psevdomonadlar tətbiq edilir.

Vitamin, karotin sterinlərin alınması bakteriyalar, kif və maya gübələklərinin iştirakı ilə gedir. Polisaxaridlər bazidiumlu gübələklər, maya gübələkləri və bakteriyalar vasitəsilə alınır. Mikrob

Cədvəl 1

Sənayedə geniş tətbiq olunan mikroorqanizmlərin qısa xarakteristikası

Mikroorqanizmin nüvğ	Mənsubiyyəti	Məhsul
1	2	3
1. <i>Saccharomyces cerevisae</i>	Maya gübələyi	Şərab, sake, pivə, kvas, zürək mayası
2. <i>Saccharomyces oviformis</i>	Maya gübələyi	Şampan şərabı
3. <i>Propionobacterium shermanii</i>	Bakteriya	İsvezrə pendiri
4. <i>Penicillium roquefortii</i>	Kif gübələyi	Rokfor pendiri
5. <i>Lactobacterium bulgaricum</i>	Bakteriya	Bolgar qatığı
6. <i>Lactobacterium acidophilum</i>	Bakteriya	Qatıq, kumız, pendir,
7. <i>Streptococcus thermophilus</i>	Bakteriya	Qatıq
8. <i>Kluyvermyces fragilis</i>	Maya gübələyi	Etil spirti (laktozadan)
9. <i>Saccharomyces cerevisae</i>	Maya gübələyi	Etil spirti (qlğkozadan)
10. <i>Clostridium acetobutylicum</i>	Bakteriya	Aseton, butil spirti

Cədvəl 1- in ardı 1

1	2	3
11. <i>Aspergillus niger</i>	Kif gübələyi	Limon və qlğkon turşuları
12. <i>Rhizopus nigricans</i>	Kif gübələyi	Fumar turşusu
13. <i>Aspergillus terreus</i>	Kif gübələyi	(qlğkozaadan) İtakon turşusu
14. <i>Candida hydrocarbofumarica</i>	Maya gübələyi	Fumar turşusu (parafındən)
15. <i>Lactobacillus delbrueckii</i>	Bakteriya	Sğd turşusu
16. <i>Acetobacter aceti</i>	Bakteriya	Sirkə turşusu
17. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Bakteriya	Piroğzğm turşusu
18. <i>Corynebacterium glutamicum</i>	Bakteriya	L – lizin, 5 – inozin və 5 – quanil
19. <i>Brevibacterium flavum</i>	Bakteriya	Qlğtamin turşusu
20. <i>Pseudomonas sp.</i>	Bakteriya	L – asparagin
21. <i>Escherichia coli</i>	Bakteriya	turşusu
22. <i>Eremothecium ashbyii</i>	Maya gübələyi	Vitamin B ₂
23. <i>Ashbyii gossypii</i>	Maya gübələyi	Vitamin B ₂
24. <i>Propionobacterium freudenreichi</i>	Bakteriya	Vitamin B ₁₂
25. <i>Blakeslea trispora</i>	Kif gübələyi	β – karotin
26. <i>Phycomyces blakeslecanus</i>	Kif gübələyi	β – karotin
27. <i>Saccharomyces carlbergensis</i>	Maya gübələyi	erqosterin
28. <i>Saccharomyces cerevisae</i>	Maya gübələyi	erqosterin

Cədvəl 1 – in ardı 2

1	2	3
29. <i>Leuconostoc mesentericus</i>	Bakteriya	Dekstran
30. <i>Xanthomonas campestris</i>	Bakteriya	Ksantan
31. <i>Aspergillus niger</i>	Kif gübələyi	Xitin və xitozin
32. <i>Coriollus versicolor</i>	Bazidiumlu gübələk	Kariolan
33. <i>Lentinus edodes</i>	Bazidiumlu gübələk	Lentinan
34. <i>Schizophyllum commune</i>	Bazidiumlu gübələk	Şizofillan
35. <i>Aerobasidium pullans</i>	Bazidiumlu gübələk	Aubazidan və pullulan
36. <i>Candida utilis</i>	Maya gübələyi	Sulfit tortası,
37. <i>Saccharomyces lipolytica</i>	Maya gübələyi	oduncaq hidrolizatı və parafindən alınan zəhlali biokətlə
38. <i>Methalophilus methylophus</i>	Bakteriya	Metil spirti və metandan alınan biokətlə
39. <i>Chlorella</i>	Mikroskopik yosun	Zəhlali biokətlə

Cədvəl 1 – in ardı 3

1	2	3
40. <i>Penicilium chrysogenum</i>	Kif gübələyi	Penisillin
41. <i>Cephalosporium aeromonium</i>	Kif gübələyi	Sefalosporin
42. <i>Streptomyces</i>	Budaqlanan bakteriyalar	Amfoterisin B, kanamisin, neomisin, streptomisin, tetratsklin və s
43. <i>Bacillus brevis</i>	Bakteriya	Qramisidin C
44. <i>Bacillus subtilis</i>	Bakteriya	Basitrasin
45. <i>Bacillu polymyxa</i>	Bakteriya	Polimiksin B
46. <i>Rhizopus nigricans</i>	Kif gübələyi	Steroid hormonları
47. <i>Arthrobacter simplex</i>	Bateriya	Steroid hormonları
48. <i>Escherichia coli</i>	Bakteriya (gen mğhəndisliyi şsulu ilə alınan)	İnsulin, samototropin, interferon
49. <i>Aspergillus oryzae</i>	Kif gübələyi	Amilazalar
50. <i>Aspergillus niger</i>	Kif gübələyi	Qlğkoamilaza
51. <i>Trichoderma reezii</i>	Kif gübələyi	Sellğlaza
52. <i>Aspergillus terreus</i>	Kif gübələyi	Sellğlaza

Cədvəl 1 – in ardı 4

1	2	3
53. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Maya gübələyi	Invertaza
54. <i>Saccharomyces lipolytica</i>	Maya gübələyi	Lipaza
55. <i>Kluyveromyces fragilis</i>	Maya gübələyi	Laktaza
56. <i>Aspergillus sp.</i>	Kif gübələyi	Pektinaza
57. <i>Bacillus sp.</i>	Bakteriya	Proteaza
58. <i>Endothio parasitica</i>	Kif gübələyi	Qursağ enzimi
59. <i>Rhizobium sp.</i>	Bakteriya	Nitragin
60. <i>Azotobacter chroococcum</i>	Bakteriya	Azotobakterin
61. <i>Bacillus thuringiensis</i>	Bakteriya	Bioloji insektisidlər (entobakterin, insektin, qomelin)
62. <i>Bacillus popilliae</i>	Bakteriya	
63. <i>Beauveria bassiana</i>	Kif gübələyi	Boverin
64. <i>Gibberella fujikuroi</i>	Kif gübələyi	Gibberellinlər
65. <i>Thiobacillus ferrooxidans</i>	Bakteriya	Filizlərdən məxtəlif metalların alınmasında
66. <i>Zoogloea ramigera</i>	Bakteriya	Uran, mis və kadmiumun alınmasında
67. <i>Mrthylococcus sp.</i>	Bakteriya	Daşkömür
68. <i>Rhodopseudomonas sp.</i>	Bakteriya	mədənlərində
69. <i>Methanobacterium sp.</i>	Bakteriya	partlayışın qarşısının alınmasında

Cədvəl 1 – in ardı 5

1	2	3
70. <i>Pseudomonas sp.</i>	Bakteriya	Zirkab suların təmizlənməsində
71. <i>Aerobacter sp.</i>	Bakteriya	
72. <i>Methanobacterium formicum</i>	Bakteriya	
73. <i>Methanobacterium suboxydans</i>	Bakteriya	Bioqazın alınmasında
73 <i>Methanosarcina barkeri</i>	Bakteriya	

zəhlalı istehsalında ən zox istifadə olunan mikroorqanizmlər *Candida* cinsli maya gübələkləridir. Antibiotiklərin istehsalında əsasən (*Streptomyces* cinsli) budaqlanan bakteriyalardan istifadə olunur. Enzim preparatlarının əksəriyyəti kif gübələklərindən, torpaq mənbitləşdirici preparatlar isə bakteriyalardan alınır.

Mikroskopik yosunlar mikrobioloji texnologiyada hələlik zox az tətbiq olunan orqanizmlərdir.

Mikrobioloji sintez prosesinin ən mğhəm tərkib hissəsini mikrob kulturası (produsent) təşkil edir. Produsentin sezilməsinin əsas kriteriyası (meyarı) onun fəallığıdır. Sənayedə konkret texnoloji proses zamanı aktivlik zox vaxt mğxtəlif göstəricilərdən asılı olur. Ona görə də faydalı produsentin sezilməsi və

qiymətləndirilməsi üçün aşağıdakı göstəricilər əsas rol oynayır.

1) produsentin (tətbiq olunan canlılar, istehsal edən şəxslər və ətraf mühit üçün) zərərsizliyi;

2) biosintetik aktivliyi (əlavə bioloji fəal maddələr sintez etməsi, əsas sintez məhsulunun alınma sürəti və fazası, yüksək inkişaf sürəti);

3) müxtəlif karbonlu qida maddələrinə münasibəti (karbonlu maddələri mənimsəmə dərəcəsi, onların yüksək qatılığında inkişaf etmə qabiliyyəti, ucuz başa gələn substratları mənimsəməsi);

4) azotlu maddələrə (azot mənbəyinə) münasibəti;

5) əlavə boy maddələrinə tələbatı;

6) xammaldakı əlavə qarışıq maddələrə qarşı həssaslığı;

7) oksigenə tələbatı;

8) mühitin turşuluğuna (pH) olan həssaslığı;

9) temperatura münasibəti;

10) hüceyrə divarının keçiriciliyi;

11) stabilliyi (əmələgələn metabolitə və becərilmə şəraitinə qarşı davamlılığı);

12) fəqa qarşı davamlılığı;

13) sterillik dərəcəsi;

14) kənar mikrobiotanı məhv etmək üçün antiseptik və antibiotiklərdən istifadə etmək imkanı.

Sənayedə tətbiq olunan biotexnologiya proses üçün elə produsent seçilməlidir ki, onun biosintetik aktivliyi yüksək olmaqla bərabər qidalı mühitin

komponentlərini tam mənimsəyə bilsin. Əks halda, əmələ gələn məhsulun təmiz alınmaması, ətraf mühitin zirkənməsi baş verir və alınan məhsulun maya dəyəri xeyli yğksəkir.

Faydalı produsent həm də zox yğksək inkişaf sğrətinə malik olmalıdır. Əks halda, prosesin gedışı uzun zəkdiyi ğzğn mğəyyən zətinliklər meydana zıxır (kənar mikroorqanizmlə zirkənmə baş verir, zoxlu əlavə enerji sərf edilir və.s).

Termofil və turş mğhiti sevən mikroorqanizmlərin texnoloji prosesdə ğstğnlğkləri ondan ibarətdir ki, onların inkişaf etdikləri ekstremal şərait kənar mikroblarla yoluxmanın qarşısını alır.

Oksigenə qarşı tələbatı az olan produsentlər ğzğn qidalı mğhitin ğğclğ aerasiyası tələb olunmur ki, bu da enerji sərfini xeyli azaldır.

Beləliklə, xassələrinə ğürə istehsal prosesinin tələblərinə uyğun gələn produsent praktiki cəhətdən sənaye ğzğn faydalı sayılır.

1.3. Mikroorqanizmlərin əsas praktiki xassələri

Mikroorqanizmlərin ğeniş və dərindən üyrənilməsi ğüstərdi ki, mikroskopik ülzğyə malik olmalarına baxmayaraq, onlar insanın praktiki fəaliyyəti və maddələr dūvranında bųyğk əhəmiyyət kəsb edən prosesləri həyata kezirirlər. Digər tərəfdən, mikroorqanizmlər ğmumibioloji qanunauyğunluqları aşkara zıxarmaq ğzğn əlverişli tətqiqat obyektləridir.

Mikroorqanizmlərin xalq təsərrüfatı və elm üçün mühüm əhəmiyyətə malik olmalarını təmin edən xassələri aşağıdakılardır:

1) zox kizik üzlərdə olub, hava axını və başqa vasitələrlə asanlıqla yayılması. Yer kürəsinin elə bir sahəsi yoxdur ki, orada mikroorqanizmlərə rast gəlinməsin;

2) yüksək sürətlə zoxalma qabiliyyətinə malik olması. Mikroorqanizmlər hər 30–60, bəzi bakteriyalar isə 8–10 dəqiqədən bir bölünürlər. Zəkisi $2,5 \times 10^{-12}$ qr olan bakteriya hüceyrəsi optimal inkişaf şəraitində 3 – 4 gündən sonra 10 tondan zox biokütlə əmələ gətirə bilər. Müxtəlif amillərin təsirindən bakteriyaların zoxalma sürəti bitki və heyvanların zoxalma sürətindən dəfələrlə böyükdür. Məsələn, Rusiyada mikrobiologiya sənayesinin mikrobioloji yem kütləsi istehsal edən ən kizik zavodu sutkada 30 t maya gübələyi kütləsi istehsal edir ki, onun tərkibində 15 t yüksək keyfiyyətli zülal var. İribuynuzlu qaramaldan sutka ərzində 15 t zülal almaq üçün 50 min baş heyvan lazımdır.

3) digər orqanizmlərin yaşaya bilmədikləri temperatur şəraitində inkişaf edib zoxalırlar. Bütün canlılar bir qayda olaraq $40 - 50^{\circ}\text{C}$ – dən aşağı temperaturda yaşayır, termofil mikroorqanizmlər isə $60 - 100^{\circ}\text{C}$ – də inkişaf edirlər. Okeanın dibindəki sulfidli termal sulara 250°C – də belə yaşaya bilən bakteriyalara təsadüf olunur. Bəzi psixrofil mikroorqanizmlər yalnız 20°C – dən aşağı

temperaturda inkişaf edirlər;

4) yüksək qatılıqlı turş və qələvi mğhitlərdə, yüksək təzyiq və başqa ekstremal şəraitdə inkişaf edərək zoxalırlar. Bəzi asidofil mikroorqanizmlər turşuluğu zox yüksək ($\text{pH}=1,0$) olan mğhitdə, alkalofillər isə yüksək qatılıqlı qələvi mğhitdə asanlıqla fəaliyyət göstərilir. Kizik dozada belə zəhərli olan ağır metal ionlarının yüksək qatılığına qarşı halofil mikroorqanizmlər davamlıdırlar. Qırmızı halobakteriyalar NaCl duzunun doymuş məhlulunda zoxala bilirlər. Bir qrup bakteriyalar suyun dərin qatlarında yüksək hidrostatik təzyiqdə (1000 – 1400 atm) və vakuumda fəaliyyət göstərilir. Canlılar gəzən üldərgəz təsirə malik olan ultrabənövşəyi və ionlaşdırıcı şgalar bəzi mikroorqanizmlər gəzən hez bir təhləgə türətmirlər. Hətta atom reaktorlarında da bakteriyalara təsadəf olunur;

5) mğxtəlif şsullarla qidalanırlar. Heterotrof mikroorqanizmlər heyvanlar kimi hazır gəzvə maddələri mənimsəyirlər. Bəzi nüvlər parazit həyat təzi kezirirlər. Əksər mikroorqanizmlər tərkibində azot və karbon mənbəyi, mineral elementlər olan sadə sintetik mğhitlərdə inkişaf edirlər. Mikroorqanizmlər təkcə təbi maddələri deyil, eləcə də, sintetik birləşmələri parzalayıb mənimsəmək qabiliyyətinə malikdirlər. Məsələn: plastik kətlə, pestisid və herbisidlər mikroorqanizmlər tərəfindən parzalanmaya məruz qalırlar. Fotoavtotrof mikroorqanizmlər bitkilər kimi gənəş enerjisindən istifadə edib CO_2 – dan

lazımı $\text{g}\ddot{\text{z}}\text{v}\ddot{\text{g}}$ maddələr sintez edirlər. Xemoavtotroflar isə CO_2 mənimsəmək $\text{g}\ddot{\text{z}}\text{g}\ddot{\text{n}}$ enerjini m $\ddot{\text{x}}$ təlif qeyri – $\text{g}\ddot{\text{z}}$ vi və $\text{g}\ddot{\text{z}}$ vi birləşmələrdən (H_2S , NH_3 , FeO , H_2 , fumar turşusu və s.) alırlar. Azot fiksədən bakteriyalar inert sayılan molekulyar atmosfer azotunu mənimsəyib $\text{g}\ddot{\text{z}}$ vi birləşmələrə zəvirirlər;

6) m $\ddot{\text{x}}$ təlif qidalı m $\ddot{\text{g}}$ hitlərdə bitərək zoxlu miqdarda metabolitlər sintez edib toplayırlar. Bunun nəticəsində praktiki olaraq mikroorqanizmlərdən m $\ddot{\text{x}}$ təlif məhsullar alınır;

7) m $\ddot{\text{x}}$ təlif $\text{g}\ddot{\text{z}}$ vi birləşmələri tam parzalamadan bir şəkildən başqa şəkilə zəvirir və ya transformasiya edirlər. Mikroorqanizmlərin bu xassəsi onlardan katalizator kimi geniş istifadə etməyə imkan yaradır;

8) m $\ddot{\text{x}}$ təlif amillərin təsirindən metabolizm proseslərini dəyişə bilirlər. Bu xassəyə əsasən h $\ddot{\text{g}}$ ceyrədə gedən biokimyəvi prosesləri istənilən istiqamətə yönəltmək olur;

9) mutagenlərin təsirindən irsi əlamətlərini dəyişib faydalı xassə qazana bilirlər. Hazırda mikrobiologiya sənayesində superprodusent kimi mutant ştamlar m $\ddot{\text{g}}$ vəffəqiyyətlə istifadə edilir;

10) genomlarında xromosomdan kənar irsiyyət elementləri – plazmidilər vardır. Onlar mikroorqanizmlərdə irsi xassələrin bir h $\ddot{\text{g}}$ ceyrədən digərinə verilməsini təmin edir və eyni zamanda əlavə genetik məlumat daşıyırlar.

1.4. Bioloji aktiv maddələr sintez edən produsentlərin təkmilləşdirilməsi

Produsentlərin əsl mənbəyi müxtəlif ekoloji şəraitdə mövcud olan təbii mikroorqanizmlərdir. Bu halda spontan mutasiyaya məruz qalan həcyrələrdən istifadə edilir.

Sənayedə yalnız sezilmiş təbii ştamlar deyil, eləcə də yüksək fəallığa malik mutant ştamlar alınıb geniş tətbiq olunur. Təbii ştamlar adətən mikrob biokətləsi, zəhləli preparatlar, bakterial gəbrələr və bioinsektisidlərin istehsal olunması məqsədilə işlədilir. Həcyrənin sintez etdiyi metabolitlərin alınmasında isə genetik sistemi dəyişilmiş ştamlardan istifadə edilir. Zənkə təbii ştamlarda metabolitlərin sintezi həcyrənin nəzarət mexanizmi tərəfindən məhdudlaşdırılır. Bu nəzarət mexanizmi mutasiya və ya genetik mühəndislik ęsulları vasitəsilə tələb olunan istiqamətdə dəyişdirilə bilər.

Sintezə bir zox ęenlərin nəzarəti altında ęedən və sintez yolu aydın olmayan ikincili metabolitlərin alınmasında adətən mutant ştamlar tətbiq olunur. Məsələn, sənayedə pensillinin alınmasında sintezetmə qabiliyyəti təbii ştama nisbətən 10000 dəfə zox olan mutant ştam istifadə edilir. Riboflavin (B_{12} vitamini) sintez edən mutant maya ęübələkləri təbii ştamlara nisbətən 2000 dəfə zox B_{12} vitamini sintez edir. Təbii ştamdan 5000 dəfə zox B_{12} sintez edən bakterial mutant tətbiq olunur. Yüksək aktivliyə malik belə

produsentlər səni mutasiya vasitəsilə alınır. Bu məqsədlə fiziki (ultrabənövşəyi, γ – şğa) və kimyəvi mutagenlər (etilenamin, nitrozoquanidin və b.) tətbiq edilir.

Səni mutasiya almaq üçün aşağıdakı şərtlərə riayət olunmalıdır:

- 1) mutagenin sezilməsi;
- 2) onun təsir dozasının müəyyən edilməsi;
- 3) istənilən mutantın sezilmə (seleksiya) prosesinin təyini.

Məhsuldar produsentlərin alınmasının ən məqsədlə və səmərəli yolu genetik rekombinasiya prosesidir (paraseksual zarpazlaşma, protoplastların birləşdirilməsi və genetik mühəndislik) .

Paraseksual (somatik hüceyrələr vasitəsilə) zarpazlaşma son dövrə qədər qeyri – cinsi yolla zoxalan hüceyrələri genetik rekombinasiyaya uğratmaq üçün yeganə proses sayılırdı. Bu prosesin mahiyyəti ondan ibarətdir ki, iki haploid ştamdan komplementar auktrof markerlər (nişanlanmış hüceyrələr) alınır və onların qarışdırılması nəticəsində minimal qidalı mühitdə bitən heterokarionlar əmələ gəlir. Heterokarionlarda hüceyrə mühtəviyyatı qarışmış halda olsa da zox vaxt hüceyrələr birləşmir və dikarion hüceyrələr yaranır. Onlarda mitoz bölünmə zamanı genetik rekombinasiya baş verir. Diploid hüceyrələr adətən yüksək məhsuldarlığa malik olur, lakin fermentasiya proseslərində selektiv amil olmadıqda məhsuldarlığı itirirlər.

Həceyrə divarı olmadan membran ilə əhatə olunmuş sitoplazmaya protoplast deyilir. Həceyrə divarı həll olunduqdan sonra alınan protoplastlara xəsusi maddələr (məsələn, polietilenqlikol) əlavə etdikdə onlar bir – biri ilə birləşirlər. Bəzi canlı orqanizmlərin sitoplazmatik membranı demək olar ki, eyni olduğundan bu şulla müxtəlif nüvdən olan həceyrələri də zarpazlaşdırmaq mümkündür.

Genetik mühəndislik şulları ilə həceyrədəki genlərin miqdarını artırmaq, istənilən geni *in vitro* mutasiya dəyişkənliyinə məruz qoymaq və genləri həceyrəyə daxil etmək olur. Nəticədə başqa şullardan fərqli olaraq istənilən xassəli, böyük səmərəyə malik şamlar alınır. Hazırda amin turşular, vitaminlər, nukleotidlər, enzimlər və üzvi turşular kimi metabolitlərin sənaye istehsalında genetik mühəndislik metodu ilə alınan şamlar tətbiq olunur.

1.5. Faqolizis və faqa davamlı şamların alınması

Mikrobioloji istehsal proseslərində tez – tez produsentin lizisi baş verir ki, bu da istehsala böyük ziyan vurmaqla onun dayanmasına səbəb olur.

Lizisin əsas törədicisi faqlardır. Bakteriyafaqlar və mikofaqlar təbiətdə çox geniş yayılmışdır. Buna görə də istifadə edilən şamlar faqlarla daha tez yoluxurlar. Yoluxmanı aradan qaldırmaq məqsədilə faqa davamlı şamlardan istifadə edilir. Belə şamların alınması özünə produsentə mutagenlə təsir edib onları

faqla birlikdə eyni qidalı mğhitdə becərilər. Bu zaman əmələ gəlmiş mutant hğceyrələr izərisində eləsinə təsadəf edilir ki, faqla yoluxma qabiliyyətini itirir və lizisə məruz qalmır. Bu mutant şamlar sezilib istehsal proseslərində tətbiq edilir.

Faqla yoluxmuş mikrob hğceyrəsi bəzən lizisə uğramadan fəaliyyət göstərir və zoxala bilir. Zoxalma zamanı faqda zoxalır və yeni yaranmış hğceyrələrə kezir. Bu hğceyrələr faqdaşıyan hğceyrələr, mikrob kulturaları isə lizogen kulturalar (məsələn, lizogen bakteriyalar) adlanır. Mğəyyən şəraitdə faqlar aktivləşib lizogen bakteriyaları lizisə uğradırlar.

Lizogen bakteriyaların (produsentlərin) sənayedə tətbiqi bir mğddətdən sonra üzəng göstərir, yəni produsentin lizisi baş verir və istehsal prosesi pozulur.

Genetik mğhəndislik metodları ilə faqlara qarşı davmlı şamların yaradılması daha böyğk səmərə verir.

1.6. Sənaye şamlarının saxlanma üsulları

Mğxtəlif bioloji aktiv maddələr sintez edən produsentlərin fəal halda saxlanması böyğk əhəmiyyət kəsb edir. Belə ki, saxlanma mğddətində kulturanın fizioloji və biokimyəvi xğsusyyətləri dəyişə bilir.

Auksatrof mutant şamların saxlanması daha zəttindir. Belə şamlar saxlanma mğddətində ilkin

prototrof formaya reversiya olunurlar (zevrilirlər). Onların qeyri – stabilliyinin əsas səbəblərindən biri də bu populyasiya daxilində müvcud olan bir neçə prototrof həcyrənin sğrətlə zoxala bilməsi və auksatrof həcyrələri tezliklə əvəz etməsidir. Buna görə də auksatrof mutantları minimal qida maddələrinə malik mğhitlərdə saxlayırlar. Minimal qidalı mğhitlərdə auksatroflarla prototroflar eyni sğrətlə zoxalırlar. Lakin bu ğsul kulturanın yoluxması və tez itirilməsi təhlğkəsini aradan qaldırmır. Mikroorqanizmlərin əsas saxlanma metodlarından biri liofilləşdirmədir (həcyrələri aşağı temperatur və vakuumda susuzlaşdırmaq). Liofilizə olunmuş şəkildə mikrob kulturaları inkişaf etmədən 2 – 3 il mğddətində üz faydalı xğsusiyyətlərini saxlamaq qabiliyyətinə malik olurlar.

Kulturaların fərdi xğsusiyyətlərindən asılı olaraq digər saxlama ğsullarından : – 70 və – 196⁰C temperaturda dondurmaq, mineral yağ qatı altında, qliserinli mğhitdə, torpaqlı mğhitdə saxlama metodlarından da istifadə olunur.

Bir zox mikroskopik gübələkləri saxlamaq məqsədilə onların sporlarından istifadə olunur. Sporlar steril distillə suyuna daxil edilir və xğsusi ampulalarda kip qapanmış halda uzun mğddət saxlanılır.

Bazidiumlu gübələklərin miseliumlu kulturalarını (belə kulturalar bir qayda olaraq spor əmələ gətirmirlər) əvvəlcədən bufer məhlulu ilə

yuduqdan sonra 2 – 3 il müddətində aktivliyi itirmədən distillə suyunda saxlamaq mümkündür. Bu işsul professor Xudaverdi Qənbərov tərəfindən hazırlanmışdır.

Produsenti itirmək halının olmaması üçün onu paralel olaraq ən azı iki işsulla saxlamaq tələb olunur.

Müxtəlif ölkələrdə mikrob kulturalarını xüsusi kolleksiyalarda saxlayırlar. Azərbaycanda xüsusi mikrob kolleksiyası olmasa da ayrı – ayrı alimlər tərəfindən yaradılan laboratoriya kolleksiyaları mövcuddur. Məsələn, AMEA – nın Mikrobiologiya İnstitutunun əsasını qoyan professor N. Ə. Mehtiyevanın rəhbərliyi altında dünyada yeganə olan “Yırtıcı gübələklər kolleksiyası” yaradılmışdı. Bakı Dövlət Universitetinin Mikrobiologiya kafedrasında biologiya elmlər doktoru, professor X. Q. Qənbərovun rəhbərliyi ilə müxtəlif obyektlərdən ayrılmış gübələk və bakteriya kulturalarının kolleksiyası yaradılıb. Dünyada mövcud olan müxtəlif kolleksiyalar arasında kultura mübadiləsini genişləndirmək üçün 1970 – ci ildə mikroorqanizm kolleksiyalarının Beynəlxalq Federasiyası yaradılmışdır.

1.7. Sənaye mikrobiologiyasının ənənəvi sahələri

Sənaye mikrobiologiyasının ən mühüm sahələrindən biri müxtəlif xassəli mikrob biokətləsinin alınmasıdır.

Zəhləllə zəngin mikrob kətləsinin alınması bir zox ölkələrdə geniş miqyaslı biotexnoloji istehsal sahəsinin əsasını təşkil edir. Bu məqsədlə əsasən maya gübələkləri tətbiq olunur və alınan məhsul kənd təsərrüfatı heyvanları üçün yem məqsədilə istifadə olunur. Maya gübələklərindən alınan biokətlə yüksək keyfiyyətə malik olduğu üçün ondan qida kimi istifadə olunması da nəzərdə tutulur.

Mikrobiologiya sənayesi zavodlarında gəmiricilər və həşəratlara qarşı mübarizə məqsədilə entomopatogen və kənd təsərrüfatı üçün torpaqmüsbətləşdirici bakterial preparatlar istehsal edilir.

Bakterial hüceyrələr və viruslardan ibarət müxtəlif vaksinlər, başqa tibbi preparatların alınması və tətbiqi böyük dərəcələ inkişaf etdirilir. Sənaye mikrobiologiyasının ən geniş sahəsini mikroorqanizmlərdən metabolizm məhsullarının alınması təşkil edir. Heyvandarlıqda və təbabətdə istifadə edilən antibiotiklər, vitaminlər və lipidlərin istehsalı xeyli vaxtdır ki, sənayedə üz təzahürünü tapmışdır. Mikrob polisaxaridləri tibbdə qan plazmasının əvəzedicisi kimi, yeyinti sənayesində və yataqlardan neftxıxımının artırılmasında geniş tətbiq olunur.

Mikroskopik gübələklərdən təbabətdə hormonal mübadilə ilə bağlı olan xəstəliklərin müalicəsində və bitkililikdə istifadə olunan alkaloid və hibberellinlər alınır. Sənayenin müxtəlif sahələrində geniş tətbiq

olunan limon, sğd, sirkə və s. ğzvi turşuların biotexnoloji istehsalı kimyəvi ğsulları zoxdan sənayedən sıxışdırılıb zıxarılmışdır. Qədim düvrlərdən bəri istifadə olunan mikrobioloji proseslər hazırda üz əhəmiyyətini itirməmişdir. Yeyinti sənayesində spirt, şərab, pivə və başqa spirtli izkilərin, sğd məhsullarının alınması kimi biotexnoloji proseslər geniş tətbiq edilir. Mğxtəlif mikrobioloji maya gübələkləri zürəkbişirmə, kvas istehsalı, meyvə və tərəvəzin turşuya qoyulması, yemlərin siloslaşdırılmasında tətbiq olunur.

Enzimlər daha mğhğm praktiki əhəmiyyət kəsb edən metabolitlərdir. Hazırda sellğlaza, proteaza, amilaza, katalaza və başqa enzimlərdən yeyinti, dəriəşiləmə və toxuculuq sənayesində geniş istifadə edilir. Bir sıra enzimlər isə təbabətdə dərman və analitik vasitə kimi işlədilir.

Enzimlərin təmizlənməsini və xalq təsərrğfatının mğxtəlif sahələrində tətbiqini üyrənən sənaye mikrobiologiyası sahəsinə mğhəndislik enzimologiyası deyilir.

Hidrometallurgiya sənayesində adi ğsulla istifadəsi mğmkğn olmayan mədənlərdən metal və elementlərin alınmasında (sənaye mikrobiologiyasının yaranmasında) mikroorqanizmlər mğhğm rol oynamışlar.

Son zamanlar təbii energetik ehtiyatların tğkənməsi ilə əlaqədar olaraq metan qazı əmələgətirən mikroorqanizmlərə xğsusi diqqət verilir. Bir zox

ülkələrdə kənd təsərrüfatı və məişət tullantılarından mikroorqanizmlər vasitəsilə metan qazı alan biotexnologiya qurğular fəaliyyət göstərir. Fototrof mikroorqanizmlərin küməyilə sudan molekulyar hidrogen alınması prosesinin praktikada tətbiq ediləcəyi nəzərdə tutulur.

Mikroorqanizmlər suyun və torpağın təmizlənməsində böyük rol oynayır. Onların iştirakı ilə sənaye məhsullərinin zirkab sularını sintetik maddələrdən, torpağı herbisedlərdən təmizləmək mümkündür.

Daş kümür şaxtalarından metan qazını mənimsəyən mikroorqanizmlərin istifadə olunması arzuolunmaz partlayışların sayını xeyli azaltmışdır.

1.8. Sənaye mikrobiologiyasının yeni sahələri

Elm və cəmiyyətin sürətlə inkişaf etdiyi bir dövrdə və yeni tələblərin meydana çıxması ilə əlaqədar olaraq sənaye mikrobiologiyasının yeni sahələri yaranmışdır.

Sənayedə işlədilən qiymətli xammal (n – parafinlər, şəkərlər və s.) mənbələrinin tədricən tükənməsi ucuz başa gələn yeni xammalın aşkar olunmasını qarşıya məqsəd qoymuşdur. Hər il ağac emal edən zavodlarda zoxlu miqdarda ağac kəpəyi və talaşa, kənd təsərrüfatı məhsulları yığımından sonra qalan kəlli miqdarda bitki qalıqları, meyvə ağaclarının budanmasından alınan züplər bu məqsədlə

mğvəffəqiyyətlə istifadə oluna bilər.

Son illərdə sənaye mikrobiologiyasında ən səmərəli fermentasiya prosesi mikoorqanizmlərin duru qidalı mğhitlərdə yetişdirilməsi sayılırdı. Onların substrat qatılığı adətən 1 – 10 % – ə qədər olur və mikoorqanizmlər tərəfindən mənimsənilmə prosesi maye fazada gedir.

Mikoorqanizmlərin zoxlu miqdarda xammalı qısa mğddət ərzində parzalanması zəruriliyi, qatılığının xeyli artırmasını tələb edir. Maye qidalı mğhitdə substrat qatılığını zox artırıqda fermentasiya prosesi də buna mğvafiq olaraq zəifləyər və dəyişər bilər. Bu məsələnin həllinə bərk fazada gedən yeni fermentasiya prosesini həyata keçirməklə nail olmaq mğmkğn olmuşdur. Yeni fermentasiyada mikoorqanizmlər bilavasitə nəmləşdirilmiş substrat üzərində yetişdirilir. Bitki tullantılarının bu şsulla mikoorqanizmlər tərəfindən mənimsənilməsi prosesi faydalı olub böyğk əhəmiyyət kəsb edir.

Sənayedə istifadə olunan mğasir şsullardan biri də qidalı mğhitin riyazi optimallaşdırılmasıdır. Riyazi şsulların fermentasiya proseslərində tətbiqi sayəsində vaxta, qida maddələrinə, kimyəvi reaktivlərə və s. qənaət etməklə biotexnoloji prosesi idarə etmək şzğn ən optimal şərait yaratmaq olur. Son vaxtlar biotexnoloji təcrgbədə qarışiq kulturalardan geniş istifadə olunur. Əksər zəruri proseslərin ayrı – ayrı mərhələləri cəmi zamanda iki və daha zox mikrob kulturasının iştirakı ilə gedirsə, bu zaman onların bir

nezə mərhələdə aparılmasını sadələşdirmək üçün qarışıq mikrob kulturası tətbiq edilir. Hər hansı prosesi aparmaq və mikrob hüceyrəsindən təkrar istifadə etmək üçün yeni metod – mikrob hüceyrələrinin immobilizə olunması tətbiq edilir. Bu zaman hüceyrələr müəyyən adsorbentlərin səthinə hopdurulur və immobilizə olunmuş hüceyrələr adlanır. Sərbəst hüceyrələrdən fərqli olaraq onlar fermentasiya prosesində uzun müddət aktivliyini itirmədən fəaliyyət göstərirlər.

Mikroorqanizmlərdən sənayedə istifadə olunması, ilk növbədə, onları yetişdirmək, yəni fermentasiya proseslərini aparmaq üçün xüsusi qurğular (fermentyorlar) və aparatlar yaradılması sayəsində mümkün olmuşdur. Biotexnologiyanın bu sahəsi mühəndislərin mikrobioloqlarla birgə elmi fəaliyyəti nəticəsində inkişaf etmişdir və bioloji mühəndislik (biomühəndislik) adlanır. Biomühəndislik fermentasiya proseslərinin idarə olunması, avtomatlaşdırılması, qurğuların yaradılması və elektron – hesablama maşınlarının tətbiqi problemlərini öyrənir.

II FƏSİL

MİKROORQANİZMLƏRİN HƏYAT FƏALİYYƏTİNİN ÜMUMİ QANUNAUYGUNLUQLARI

2.1. Mikroorqanizmlərin qidalanma tipləri

Qida maddələri həll olmuş halda osmos və diffuziya yolu ilə mikroorqanizmlərin həcyrəsinə daxil olur. Suda həll olmayan yğksək molekullu qida maddələrini mənimsəmək ғzғn həcyrə, ekzoenzimlər vasitəsilə onları parzalayıb suda həllolan kizik molekullu birləşmələrə zevirir. Bəzi qida maddələri diffuziya qanununa tabe olmadan (qatılıq qradienti əleyhinə) xғsusi enzimlərin (permeazaların) küməyilə mikrob həcyrəsinə daxil olurlar. Buna maddələrin həcyrəyə aktiv dazınması (və ya nəql olunması) deyilir.

Mənimsədikləri karbon mənbəyinə ғürə mikroorqanizmlər iki əsas qrupa bülğnғr: avtotroflar və heterotroflar. Avtotroflar qeyri – ғzvı maddələrdən mғrəkkəb ғzvı maddələr sintez edən orqanizmlərdir (bir zox torpaq bakteriyaları, nitrifikatorlar, kғkғrdlғ bakteriyalar, fotobakteriyalar). Bu orqanizmlər karbon mənbəyi kimi karbon qazı, azot mənbəyi kimi ammonium duzları, nitrat və nitritlərdən iistifadə edərək sintetik qidalı mғhitlərdə həcyrəyə lazım olan ғzvı maddələri sintez edirlər.

Biosintez prosesində istifadə olunan enerjinin

alınması ğsuluna ğrə də bu orqanizmlər xemosintetiklər və fotosintetiklər tipinə ayrılır. Xemosintetik bakteriyalar (*Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, *Thiobacillus* və s.) qeyri – ğzvi maddələrin oksidləşməsindən alınan enerjini, fotosintetiklər isə ğğnəş işığı enerjisini istifadə edirlər. İstifadə edilən elektron mənbəyinə (hidrogenə) ğrə mikroorqanizmlər iki tipə bölünürlər: litotroflar və orqanotroflar. Litotroflar elektronu qeyri – ğzvi, orqanotroflar isə ğzvi maddələrdən alırlar.

Heterotroflar metatrof və paratrof olmaqla hazır ğzvi maddələrlə qidalanan orqanizmlərdir. Metatroflara saprotrof, paratroflara isə parazit həyat tərzini keçirənlər aiddir.

Elə mikroorqanizmlər vardır ki, avtotroflar kimi molekulyar azotu və heterotroflar kimi ğzvi maddələri mənimsəyir. Belə orqanizmlər tərkibində məhdud sayda maddələr olan minimal qidalı mğhitdə bitə bilirlər. Onlara prototroflar deyilir. Digərləri isə tərkibində zəngin ğzvi maddələr (məsələn, amin turşuları, şəkərlər və s.) olan qidalı mğhitə ehtiyac duyurlar. Bunlar auktotroflar adlanırlar.

Bəzi mikroorqanizmlər şəraitdən asılı olaraq bir qidalanma tipindən başqasına keçə bilirlər ki, bunlara miksotroflar deyilir, məsələn: hidrogen bakteriyaları avtotrof tiptən (hidrogeni mənimsəməkdən) heterotrof tipə (ğzvi turşuları mənimsəməyə) keçirlər.

2.2. Mikrob metabolizminin əsas tipləri

Həceyrədən yeni həceyrənin yaranmasını (böyümə, inkişaf və zoxalmanı) təmin edən proseslər ümumi halda maddələr mübadiləsi və ya metabolizm adlanır. Maddələr mübadiləsi müxtəlif istiqamətdə gedən energetik və konstruktiv metabolizmdən ibarətdir.

Energetik metabolizm və ya **katabolizm** proseslərində maddələrin parzalanması və enerjinin ATF şəklində ayrılması baş verir.

Konstruktiv metabolizm və ya **anabolizm** proseslərində həceyrənin struktur komponentlərinin təşkili üçün lazım olan maddələr (metabolitlər) sintez edillir və bu zaman ATF şəklində toplanmış enerji sərf olunur. Substrat krebs siklinə daxil olduqdan sonra anabolizm baş verir. Krebs sikli həm maddələrin tam oksidləşməsini təmin edir, həm də anabolizm (sintez) prosesləri üçün ilkin məhsullar hazırlayır.

Həceyrədə katabolizm və anabolizm prosesləri bir – biri ilə sıx qarşılıqlı əlaqədə gedir. Bəzi proseslər hər iki metabolizm tipini əhatə etdiyi üçün aralıq sayılır və **amfibolizm** adlanır. Bu zaman əmələ gələn metabolitlərə **amfibolitlər** deyilir. Krebs siklinə iştirak edən metabolitlərin miqdarı həceyrə daxilində həmişə sabit olur. Bu sabillik iki yolla tənzim olunur:

1) şəkil 1 – də göstərilən qarşılıqlı zəvriilmə reaksiyaları vasitəsilə;

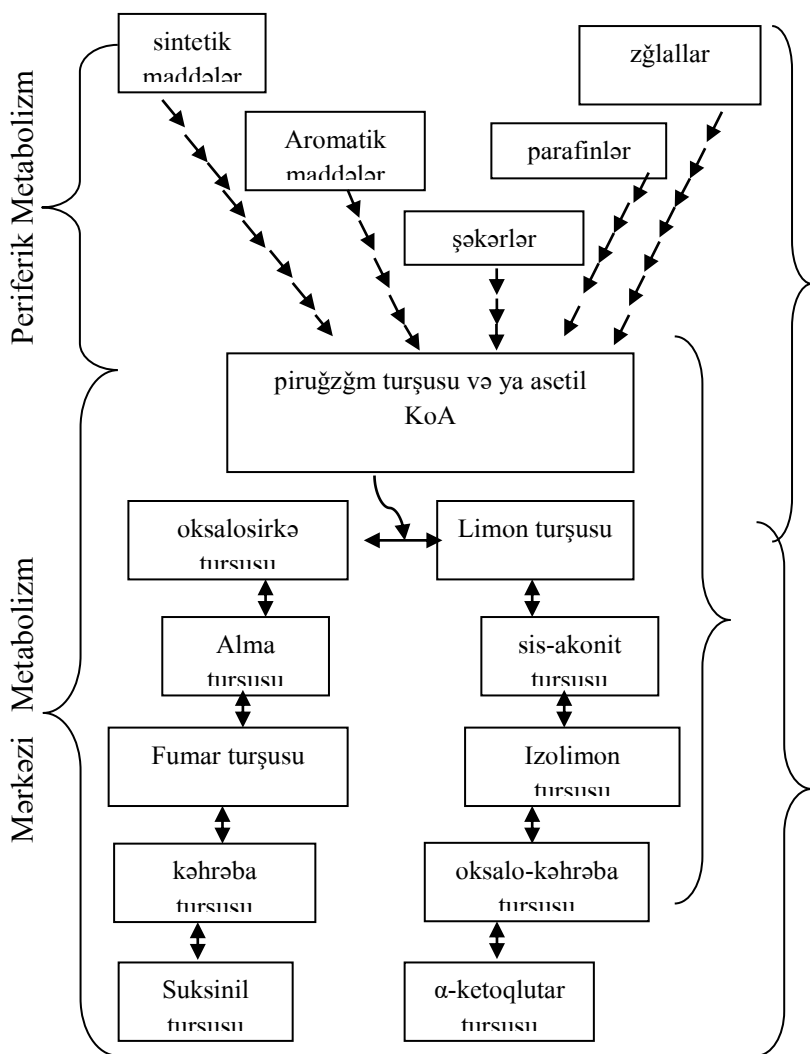
2) sintez olunmuş amin turşularının yenidən krebs sikli metabolitlərinə zevrilməsi hesabına.

Krebs sikli metabolitlərinin miqdarının sabit qalmasını təmin edən fermentativ reaksiyalar anapleoretik reaksiyalar adlanır.

Kimyəvi quruluşca mğxtəlif siniflərə mənsub maddələrin mikroorqanizmlər tərəfindən metbolizminin tətqiqi nəticəsində mğəyyən edilmişdir ki, bğtğn maddələr ğmumi metabolizm yolları ilə mənimsənilir. Ğmumi metabolizm yollarına bğtövlğkdə **mərkəzi metabolizm** deyilir (şək.1).

Mğxtəlif metabolitlər mərkəzi metabolizmə daxil olmaq ğzğn əvvəlcə bu metabolizmə xas olan ğmumi (standart) ilkin metabolitlərə və ya substratlara zevrilirlər. Hər bir maddənin mərkəzi metabolizmin substratına zevrilməsi ğzğn gedən proseslər mğxtəlif və zoxcəhətlidir. Onlar **periferik metabolizm** adlanır.

Beləliklə, ğzvi maddələrin hğceyrələr tərəfindən mənimsənilməsi ğzğn onlar mğtləq mərkəzi metabolizmə daxil olmalıdırlar. Periferik metabolizmin əsas vəzifəsi substratı mərkəzi metabolizmə daxil etmək ğzğn hazırlamaqdır. Prosesə bəzən **hazırlıq metabolizmi** də deyilir.



Şəkil 1. Mikrob hüceyrəsi metabolizminin əsas tipləri

2.3. Mikrob metaboliziminin ikimərhələliyi və diauksiya hadisəsi

Mikrob metabolizminin əsas xüsusiyyətlərindən biri də onun iki mərhələdən ibarət olmasıdır. Birinci mərhələni biokətlənin, ikincini isə metabolitin artması təşkil edir.

Metabolizmin ikimərhələliyini rus alimi V. Şapaşnikov aseton butil qıcırması prosesində müşahidə etmişdir. Bu qıcırmanı türədən bakteriyalar zoxalmaqla bərabər sirkə və yağ turşularını əmələ gətirirlər. Məhiddə turşuluq artdıqca həceyrənin böyüməsi tormozlanır və turşuların sintezi dayanır. Əmələ gəlmiş həceyrələr zoxalmayaraq məhiddə olan substratları, o cəmlədən turşuları spirt və aseton kimi neytral məhsullara zəvirirlər. Beləliklə, həceyrələrin zoxalmasını tormozlayan turşuluq aradan qaldırılır. Buna həceyrələrin mədafiə reaksiyası kimi də baxmaq olar.

Birinci mərhələdə sintez olunan metabolitlər, məsələn, aseton – butil qıcırmasında alınan sirkə və yağ turşuları – **birinci dərəcəli metabolitlər**, ikinci mərhələdə sintez olunan metabolitlər isə (məsələn, aseton və spirt) **ikinci dərəcəli metabolitlər** adlanır. Sonunculara antibiotiklər, vitaminlər, amin turşuları, polisaxaridlər, boy maddələri, toksinlər, alkaloidlər və s. aiddir.

İkinci dərəcəli metabolitlərdən fərqli olaraq, birinci dərəcəli metabolitlər məhiddə həceyrələr

tərəfindən mğvəqqəti olaraq toplanır, sonra isə mənimsənilir.

Diauksiya – mikrob populyasiyasının digər bir xəsusyyəti substratları nüvbə ilə mənimsəməsidir. Bakteriya kulturası becərilən mğhitə eyni zamanda iki şəkərli maddə - qlğkoza və maltoza verdikdə əvvəlcə qlğkoza, sonra isə maltoza mənimsənilir. Prosesi ilk dəfə J. Mono 1942 – ci ildə mğşahidə etmiş və bu hadisəyə diauksiya adı vermişdir. Mikrob kulturası təkcə şəkərləri deyil, bğtğn qida maddələrini nüvbə ilə mənimsəyirlər. Məsələn, sirkə, sğd və qlikol turşuları olan mğhitdə *Candida* cinsli gübələklər becəriləndikdə əvvəlcə sirkə turşusu, sonra sğd, daha sonra qlikol turşusu mənimsənilir. Mğhitdəki maddələrin bu cərgə ardıcılıqla mənimsənilməsinin səbəbi sirkə turşusu və ya onun katabolitinin sğd və qlikol turşularını parzalayan enzimlərin biosintezini mğvəqqəti tormozlaya bilməsidir. Buna bəzən metabolit və ya katabolit repressiya da deyilir. Mğhitdəki sirkə turşusu qurtardıqdan sonra sğd turşusunu parzalayan enzimlər sintez olunur və onu metabolizmə uğradırlar. Hğceyrələr tərəfindən ilk nüvbədə iqtisadi cəhətdən sərfəli olan (asan mənimsənilən) substrat mənimsənilir.

2.4. Hüceyrə metabolizminin tənziyi (requlyasiyası)

Hğceyrədə baş verən metabolizm prosesləri zoxmərhələli olub, hər mərhələ mğəyyən bir enzimin

iştirakı ilə gedir. Bu proseslər həcyrədə mğəyyən qanunauyğunluqlara tabe olan (tənzimləmə) mexanizmlərilə idarə olunur. Tənzimləyici mexanizm ilk nüvbədə prosesin gedişini idarə edən enzimlərin fəaliyyətini təmin edir.

Enzimlərin tənzimi əsasən iki mərhələdə: enzimlərin biosintezi və aktivliyi səviyyələrində gedir. Hər iki halda tənzimləmə prosesində allosterik enzimlər iştirak edir. Allosterik enzimlər substratla (effektorla) birləşdikdə üz xassələrini dəyişirlər. Onların mövcudluğu ilk dəfə 1963 – cğ ildə Fransız alimləri F. Jakob və J. Mono aşkar etmişlər. İki tip allosterik zğlal – enzim məlumdur:

1) effektorla birləşib aktivliyini dəyişə (artırır və ya azalda) bilən allosterik enzimlər;

2) katalitik aktivliyə malik olmayan, lakin mğəyyən enzimlərin sintezini idarə edən tənzimləyici allosterik zğlallar.

Allosterik zğlallar həcyrədə xromosomla birləşib struktur genlərin fəaliyyətini, daha doğrusu, enzim sintezi gğzən zəruri olan m – RNT – nin sintezini tənzim edir.

Mikroorqanizmlərin metabolizminin tənziminin əsas gğz yolu məlumdur: fizioloji, biokimyəvi və genetik.

Metabolizmin ən sadə tənzim gğsulu fermentativ reaksiyalar sğrətinə mğxtəlif fizioloji amillərlə təsir etməkdən ibarətdir. Hər bir enzim mğəyyən optimal turşuluğa (pH), temperatura, substrata, metal ionlarına

və s. qarşı həssaslığa və üz kofermentinə uyğunluğa malikdir. Bu amillərin dəyişməsi enzimatik reaksiya sürətinin istənilən istiqamətdə dəyişməsinə səbəb olur. Aerasiya (məğhitə oksigen və ya hava verilməsi), pH, temperatur, karbon və azot mənbələri, qidalı məğhitin digər inqridiyentləri (tərkib hissələri) enzimlərin biosintezini və aktivliyini bəğıüvləkdə isə mikrob həcyrəsinin metabolizmini tənzim edirlər. Belə tənzimə **fizioloji tənzim** deyilir.

Genetik tənzim enzimlərin sintezi səviyyəsində baş verir, induksiya və repressiya mexanizmi gərəkdir.

Sintez olunma mexanizminə görə enzimlər iki qrupa ayrılırlar: **konstitutiv və adaptiv (indusibel)** enzimlər. Substratdan asılı olmayaraq konstitutiv enzimlər həcyrədə həmişə eyni sürətlə sintez edilir və əsasən sabit miqdarda olurlar. İndusibel enzimlər isə həcyrəyə substrat (**induktor**) daxil olduqdan sonra onun təsiri (**induksiya**) nəticəsində sintez olunurlar. İnduktor olmadıqda belə, həcyrədə bəzi indusibel enzimlər cəzi miqdarda sintez olunurlar. Enzimlərin bu miqdarı onların bazal (ilkin) səviyyəsi adlanır. Enzimlərin sintezinin substrat (və ya başqa induktor) vasitəsilə türədilməsinə **induksiya** deyilir.

Katabolizmdə iştirak edən enzimlərin əksəriyyəti induksiya yolu ilə sintez edirlər.

Enzimlərin biosintezinin metabolitlər tərəfindən tormozlanmasına **repressiya** deyilir.

Anabolizm enzimlərinin əksəriyyətinin sintezi represiya yolu ilə tənzim olunur. Bakteriya hüceyrəsində lazımi metabolitlərin, məsələn, triptofan amin turşusunun sintezi enzimlər vasitəsilə aparılır. Məğhitə xaricdən triptofan verdikdə hüceyrə tərəfindən mənimsənilir, hüceyrədə onun sintezini təmin edən enzimlərin biosintezi isə triptofan tərəfindən tormazlanır. Məğhitdə triptofan olmadıqda (qurtardıqda) onu sintez edən enzimlərin biosintezinin tormozlanması aradan gütərgəlir.

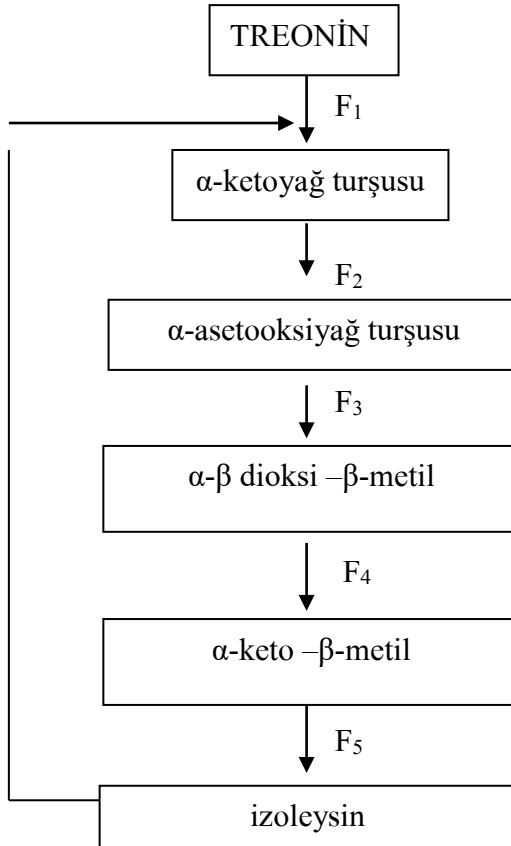
Represiya hüceyrədə olan xüsusi maddələr – **repressorlar** vasitəsilə həyata keçirilir. Repressorların aktivliyini biosintezin son və ya aralıq məhsulları dəyişə bilirlər.

Enzimin biosintezinin represiyası təkcə anabolizmin son və ya aralıq məhsullarının deyil, bəzən ilk substrat və ya onun katabolitlərinin təsiri ilə də baş verir. Bu represiya tipi **katabolit** və ya **metabolit** represiya adlanır. Məsələn: bakteriya hüceyrəsi olan məğhitə eyni zamanda qlükoza və laktoza verdikdə qlükoza laktozanı parzalaya bilən β – qalaktozidaza enziminin sintezini tormozlayır, nəticədə ancaq qlükoza mənimsənilir. Məğhitdə qlükoza qurtardıqdan sonra represiya dayanır və laktoza mənimsənilir. Bu hadisə **diauksiya** adlanır.

Metabolizmin biokimyəvi tənzimi enzimlərin aktivliyinin dəyişməsinə əsaslanır. Bu sahədə ən geniş yayılmış tənzimləmə mexanizmi metabolizm prosesində iştirak edən ilk (başlanğıc reaksiyanı

aparan) enzimin aktivliyinin metabolizmin son məhsulu vasitəsilə tormozlanmasıdır. Belə tənzimləmə o zaman baş verir ki, metabolizm prosesində əmələ gələn məhsul həceyrədə tələb olunan miqdardan çox toplansın, məsələn: treonin amin turşusunun izoleysinə zəvrilməsi 5 enzimatik reaksiya hesabına gedir (şək.2). İlk enzim treozindezaminaza (E_1) son məhsul olan izoleysin təsirindən tormozlanır və treoninin zəvrilməsi prosesi dayanır. Treozindezaminazanın xassələrinin üyrənilməsi göstərmişdir ki, başqa enzimlərdən fərqli olaraq o, daha mürəkkəb quruluşa malik olub çoxlu sayda polipeptid zəncirindən ibarətdir. Bu da enzimin molekulunun səthində katalitik (substrata birləşən) və requlyator (effektora birləşən) mərkəzlərinin yerləşməsinə təmin edir. Belə enzimlərə **requlyator (tənzimləyici)** və ya **allosterik** enzimlər deyilir. Qeyd etmək lazımdır ki, bəzi requlyator enzimlər mürəkkəb quruluşa malikdirlər.

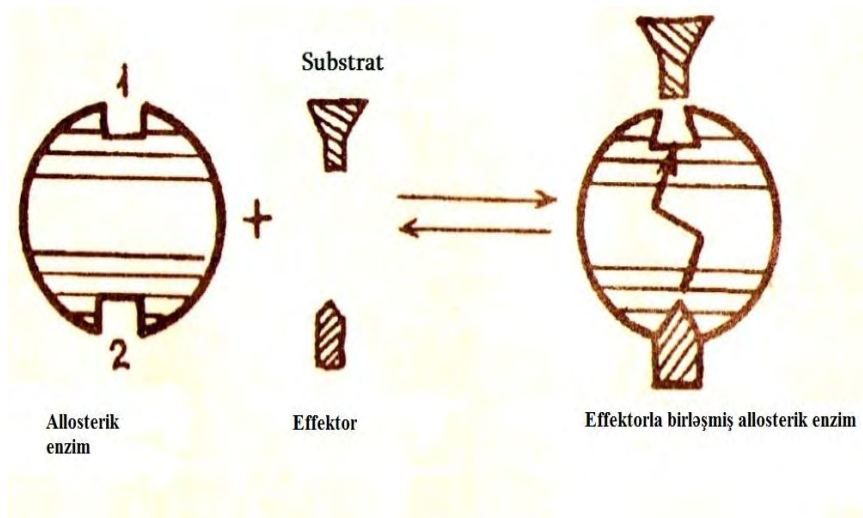
İzoleysin treozindezaminaza enziminin tənzimləyici mərkəzilə birləşib onun fəza quruluşunu (konfigurasiyasını) dəyişdirir və nəticədə enzim reaksiya aparmaq üçün substratla birləşə bilmir (şək. 3). Həceyrədə izoleysin miqdarı azaldıqda, enzimdən ayrılır və onun başlanğıc konfigurasiyası bərpa olunur ki, bu da substratın katalitik mərkəzlə birləşib reaksiyaya girməsinə səbəb olur (şək.3).



Şəkil 2. İzoleysin amin turşusunun biosintezinin əks əlaqə mexanizmi vasitəsilə tənzim olunması

Enzimin aktivliyinə təsir edən amil **effektor** və ya **modulyator** adlanır. Modulyator rolunu əsasən matabolizmin son məhsulu oynadığı gəzən enzim

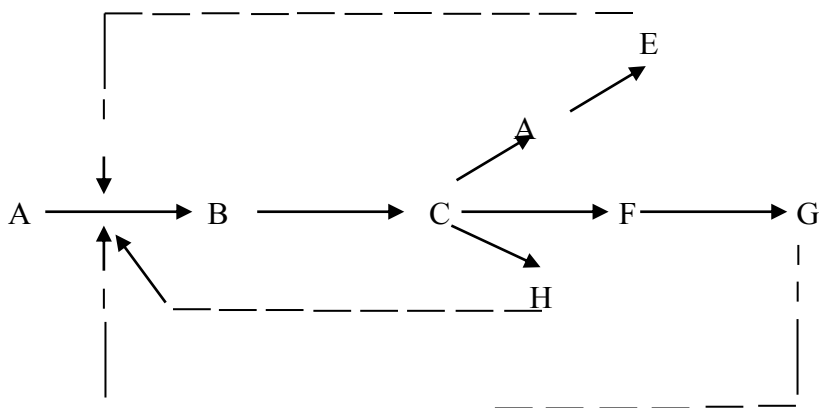
aktivliyinin bu şsulla tənzininə **metabolizmin son məhsulu ilə tormozlanma** və ya **əks əlaqəli tənziqləmə** deyilir. İzoleysin biosintezinin tənziqi əks əlaqəli tənziqləmənin ən sadə tipik formasıdır.



Şəkil 3. Allosterik enzimin fəaliyyətinin sxematik təsviri: 1 – katalitik mərkəz, 2 – tənziqləyici mərkəz

Şaxələnmiş metabolizm reaksiyaları (biosintez reaksiyalarının əksəriyyəti şaxəlidir) zamanı bir neçə son məhsul əmələ gəldiyi gəzən onların son məhsul vasitəsilə tənziqi böyük zətinlik türədir. Belə halda son məhsullar ayrı – ayrılıqda ilkin enzimi tam tormozlaya bilmir, lakin onun aktivliyini mğəyyən qədər zəiflədir. İlkin enzimin aktivliyinin mğəyyən

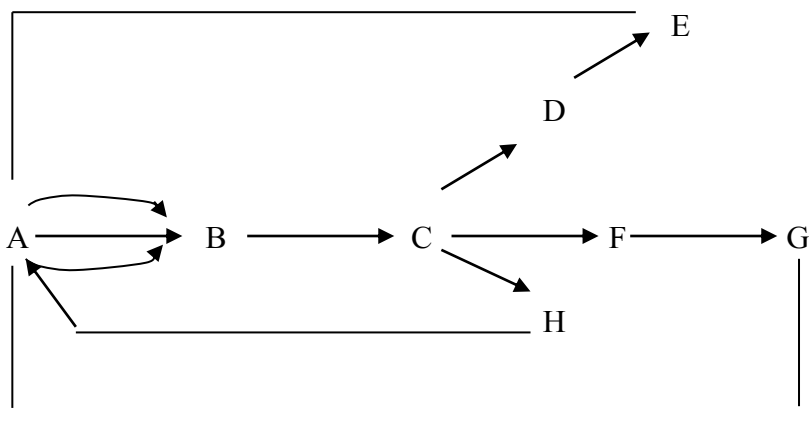
dərəcədə zəifləməsilə gedən tənzimlənmə **multivalent tənzimlənmə** adlanır. Son məhsulların birgə təsiri zamanı enzimin aktivliyi tam tormozlanır ki, nəticədə **kumulyativ** və ya **additiv tənzimlənmə** baş verir (şək. 4).



Şəkil 4. Şaxələnməmiş metabolizm reaksiyalarının kumulyativ əks əlaqəli tənzimi

Bəzi hallarda ilk zəvriilmə reaksiyasında eyni enzimin bir neçə şəkildəyişmiş formaları (**izoformaları**) iştirak edirlər. Onlara **izoenzimlər** deyilir və eyni reaksiyanı aparmaqlarına baxmayaraq tənzimolunma xassələrinə görə fərqlənirlər. Daha doğrusu, hər izoenzim metabolizm şaxələrindən birinin son məhsuluna qarşı həssas olur və yalnız onun təsirindən tormozlanır.

Əgər son məhsulların ümumi təsirindən reaksiya tamamilə tormozlanırsa (şək. 4), izoenzimlərin iştirakı hesabına hər şaxənin son məhsulu yalnız bir izoenzimə təsir göstərməklə üz sintezini dayandırır (şək. 5).



Şəkil 5. İzoenzimlərin iştirakı ilə gedən differensial əks əlaqəli tənzim

Enzimlər aktivliyinin tormozlanması rəqabətli və rəqabətsiz formada baş verir. İlkin substratın qatılığını artırıqda tormozlanma müəyyən qədər azalırsa, ona **rəqabətli** və əksinə, substrat qatılığı tormozlanmaya təsir etmədikdə isə ona **rəqabətsiz** tormozlanma deyilir.

2.5. Mikrobioloji sintez prosesinin idarə olunması

Fasiləsiz (axar kulturalarda) becərilmə prosesində əsasən kulturanı mğəyyən aktiv fazada saxlamaq tələb olunur. Fasiləsiz proseslərdə bir tərəfdən metabolizm məhsulları ilə zəngin olan kultural mğhit gütgürlü, digər tərəfdən isə mikroorqanizmlərin normal inkişafını təmin edən maddələrdən ibarət yeni qidalı mğhit əlavə olunur. Nəticədə mikroorqanizmlərin inkişafına mənfi təsir göstərən metabolitlərin qatılığı azalır və eyni zamanda hğceyrələr qida maddələri ilə təmin olunurlar. Belə vəziyyətdə kultura mğəyyən fizioloji fazada saxlanıla bilər.

Axar kulturalarda becərilmə prosesini idarə edən qurğu və ya fermentyor **xemostat** adlanır. Xemostatda kulturanın inkişaf sürətinin idarə olunması hğceyrələrin böyüməsinə mğsbət və ya mənfi təsir göstərən amillərin qatılığının sabit saxlanması ilə təmin edilir.

Fasiləsiz kulturaların idarə olunmasının digər şsulu kulturanın **turbidostatda** becərilməsidir. Turbidostatın xemostatdan fərqi yalnız ondadır ki, fermentyor hğceyrələrin sayını (sıxlığını) ülzən kalorimetrlə əlaqələndirilir. Hğceyrələrin sayı artdıqda və ya azaldıqda kalorimetrdən fermentyora signal ütgürlü və mğhitə qida maddələrinin daxil olma sürəti ona mğvafiq olaraq azalır. Xemostat və

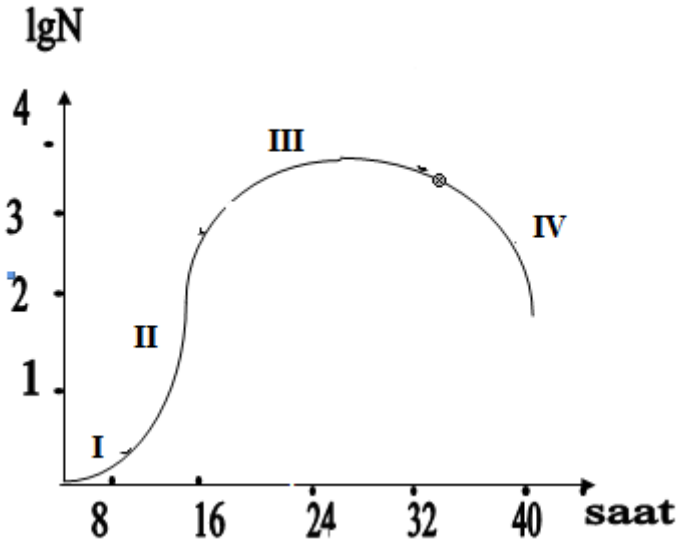
turbidostat haqqında məlumat fəsil 3 – də verilmişdir.

Sənaye mikrobiologiyasının məqsir inkişaf mərhələsində mikrobioloji proseslər kompüter vasitəsilə avtomatik idarə olunur. Biosintez proseslərinin modelləşdirilməsi və riyazi proqramlaşdırılması onların elektron hesablayıcı maşınlarla idarə edilməsinə imkan verir.

2.6. Mikrob kulturalarının kəmiyyət xarakteristikası

Mikrob populyasiyası qapalı sistemdə düvri becərilmə şəraitində S–ə bənzər əyri şəklində inkişaf edir (şək. 6).

Qidalı məhiti verilən inakulyat (əkilmək gəzən gütlərlən mikrob kətləsi) dərhal zoxalmır. Cavan həcyrələr əvvəlcə inkişaf edib büyyüyr və ana həcyrə ülzəsgə zatır, sonra isə sğrətlə zoxalmağa başlayırlar. Inakulyatın məhiti verildiyi vaxtdan zoxalmaya qədər olan düvr laq – faza və ya adaptasiya mərhələsi adlanır. Həcyrələr zoxalmağa başladıqdan sonra populyasiyanın sğrətlə büyyümə fazası başlayır. Sğrətlə büyyümənin vğsət aldığı düvrdə həcyrələr həndəsi silsilə ilə artır. Bu düvrə loqarifmik və ya eksponensial faza deyilir. Sonrakı düvrdə büyyümə sğrəti azalır və sabitləşir. Zoxalmanın sabitləşdiyi nüvbəti düvrə stasionar faza deyilir. Daha sonra ülgm fazası başlayır və bununla da populyasiya üz inkişaf siklini başa zatdırır.



Şəkil 6. Qapalı sistemdə mikrob populyasiyasının böyümə əyrisi və inkişaf fazaları: I – laq faza; II – loqarifmik və ya eksponensial böyümə fazası; III – stasionar faza; IV – ölüm fazası (fermentasiyanın sonu).

Populyasiyanın böyümə (çoxalma) sürəti. Populyasiyanın inkişafının hər bir fazası üzgənəməxsus böygmə sğrətinə malikdir. Vahid zamanda əmələ gələn biokəltləyə bərabər olan kəmiyyət kulturanın ğmumi böygmə və ya hğceyrələrin zoxalma sğrəti adlanır:

$$V = \frac{m_2 - m_1}{t_2 - t_1} \text{ və ya } V = \frac{dm}{dt}$$

V – böyümə sürəti;

t_1 – böyümənin başlandığı vaxt (saat);

t_2 – böyümənin bitdiyi vaxt (saat);

$m_1 - t_1$ zamanda olan biokütlə (qram) və ya
həceyrənin optik sıxlığı (D):

$m_2 - t_2$ zamanda olan biokütlə (qram) və ya
həceyrənin optik sıxlığı (D).

Kulturanın ümumi böyümə sürətinin (V) vahid biokütləyə (m) olan nisbətində xüsusi böyümə sürəti (μ) deyilir.

$$\mu = \frac{V}{m} = \frac{dm}{dt} \cdot \frac{1}{m}$$

Məəyyən zaman müddətində mövcud olan orta xüsusi böyümə sürəti (μ_{orta}) aşağıdakı düstur ilə təyin edilir:

$$\mu_{\text{orta}} = 2,3 \frac{\ln m_2 - \ln m_1}{t_2 - t_1}$$

Generasiya müddəti (g). Kulturanın böyüməsini xarakterizə edən kəmiyyətlərdən biri də generasiya müddətidir (həceyrənin bölünməsinə sərf olunan vaxt). Generasiya müddəti xüsusi böyümə sürəti (μ)

ilə dğz mğtənasibdir:

$$g = \frac{0,693}{\mu}$$

Əksər mikroorqanizmlərin generasiya mğddəti 20 – 30 dəqiqədirsə, işıqsazan bakteriyaların axar kulturalarda generasiya mğddəti 9 dəqiqə olur.

Substrat sabiti (konstantı) – J. Mono 1949 – cu ildə mğşahidə etmişdir ki, xğsusi böygmə sğrəti ilə substrat qatılığı arasında hiperbolik əyri ilə xarakterizə edilən mğəyyən asılılıq müvcuddur. Bu asılılıqdan yaranan substrat sabiti maksimum böygmə sğrətinin yarısına uyğun gələn və xğsusi böygmə sğrətinin meydana zıxmasına səbəb olan substrat qatılığına bərabərdir (şək.7).

$$K_s = \frac{1}{2} \mu_{\max} \cdot$$

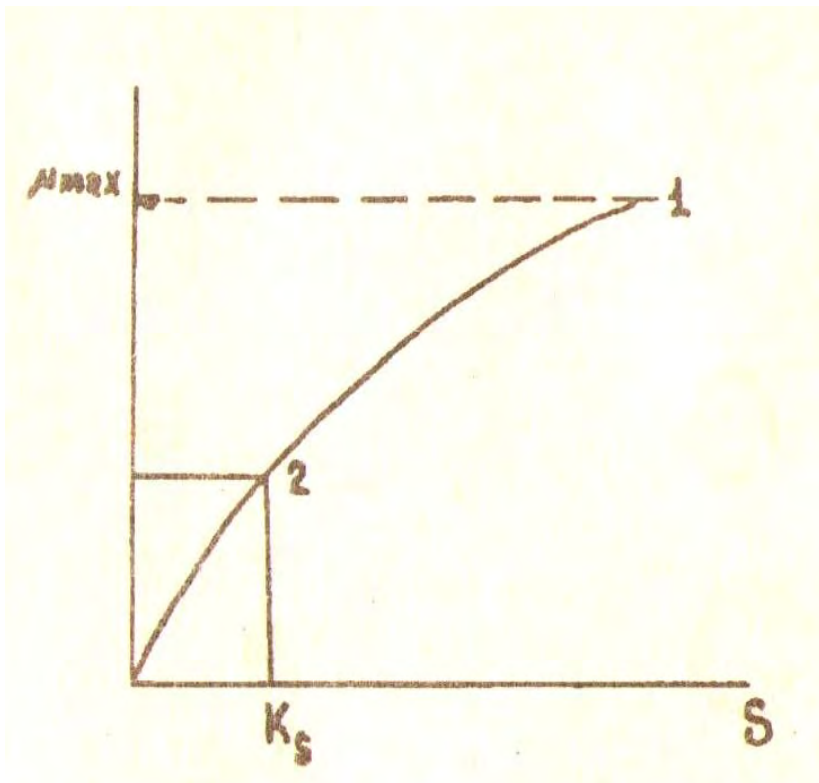
Şəkil 7 - də göstərilən hiperbolik əyri Mixaelis-Menten tənliyi ilə təyin olunur:

$$\mu = \mu_{\max} \cdot \frac{S}{K_s + S}$$

Bu tənlik vasitəsilə substratın zətışmazlığı zamanı populyasiyanın böygmə sğrətinin dəyişməsi

mğəyyən edilir (K_s – substrat sabiti, S – substrat qatılığıdır).

Substrat zox olduqda $\mu_{\max}$ olur.



**Şəkil 7. Xüsusi böyümə sürəti ilə substrat qatılığı
arasındakı asılılığı göstərən əyri: K_s –
substrat sabiti və ya Mixaelis sabiti, 1 -**

$$\mu_{\max, 2} = \frac{1}{2} \mu_{\max}.$$

Tormozlanma sabiti (konstantı) –

H.D.İerusalimski böyğmənin metabolitlər tərəfindən tormozlanmasını tətqiq edərək göstərmişdir ki, bu təsir enzimin rəqabətsiz tormozlanması qanunauyğunluğuna tabedir və aşağıdakı tənliklə ifadə olunur:

$$\mu = \mu_{\text{orta}} \cdot \frac{K_p}{K_p + P}.$$

μ – xğsusi böyğmə sğrəti;

P – metabolit (məhsul);

K_p – tormozlanma sabitidir.

Bu tənlik vasitəsilə populyasiyanın böyğməsi ilə əlaqədar əmələgələn metabolitin toplanması nəticəsində yaranan tormozlanma zamanı onun böyğmə sğrətini təyin edirlər.

İqtisadi əmsal (Y). Kulturanın fizioloji vəziyyətinin göstəricisi iqtisadi əmsaldır. Bu əmsal alınan biokğtlə (m) ilə istifadə olunan substrat (S) arasındakı mğnasibətə əsasən xarakterizə olunur və biokğtləyə sarf edilən substratın miqdarını göstərir:

$$Y = \frac{m}{S}$$

Əsas mübadiləyə sərf olunan enerji. Məlumdur ki, mikroorqanizmlər topladıqlar enerjiyi təkə yeni

həceyrə komponentlərinin biosintezinə deyil, eləcə də onun məğəyyən hissəsini üz həyat fəaliyyətinə (əsas məğbadiləyə) sərf edirlər. Həceyrə zoxalmadıqda belə qida maddələrini mənimsəyir. Bu zaman alınan enerji böygməni təmin edən sintezə yox, əsas məğbadiləyə sərf olunur. Sərf olunan enerjini təyin etmək gəzgn kultura böygyərkən onun substratı mənimsəmə və ya metabolitin əmələgəlmə şğrətindən zoxalma getmədən substratın mənimsəmə şğrətini zıxmaq lazımdır.

III FƏSİL

SƏNAYE MİKROBİOLOGİYASININ

ƏSASLARI

3.1. Mikrobioloji istehsal proseslərində istifadə olunan qidalı mühitlər

Heterotrof mikroorqanizmlər müxtəlif üzvi maddələri metabolizmə uğratmaq qabiliyyətinə malikdirlər, eyni zamanda hər bir mikroorqanizm təbiətdə müəyyən karbon mənbəyinə uyğunlaşıb onu böyük fayda ilə mənimsəyir. Bununla əlaqədar olaraq mikroorqanizmlər zoxlu karbon mənbəyi (substrat) olan mühitdə həccəyə gətirən ən faydalı olan (əvvəlcə asan, sonra isə zətin parzalananan) maddələri mənimsəyirlər.

Sadə şəkərlər mikroorqanizmlər üçün əlverişli karbon və enerji mənbəyi sayılır. Mikroorqanizmləri sintetik qidalı mühitlərdə becərmək üçün karbon mənbəyi kimi adətən qlükoza və ya saxaroza tətbiq olunur. Məsələn: mikroorqanizmlər qlükon, izolimon, fumar, alma, α – ketoqlükon, sirkə və propion turşularını almaq üçün qlükoza olan mühitdə, limon, yağ, itakon və quzuqulağı turşularını almaq üçün isə saxarozalı mühitdə becərilir.

Sənaye mikrobiologiyasının əsas tələblərindən biri mikrobioloji sintez proseslərində böyük iqtisadi fayda verən xammalın tətbiq olunmasıdır. Bu məqsədlə şəkər və nişasta istehsalının tullantılarından

(melassa, hidrol), qarğıdalı unu istifadə edilir. Məsələn, *Brevibacterium flavum* bakteriyasını melassa və hidrola becərməklə sənaye miqyasında lizin alınır.

Melassa şəkər qamışı və zuğundurundan şəkər istehsalı zamanı alınan tullantıdır, tərkibində 48 – 55 % sadə şəkərlər (əsasən saxaroza) və cəzi miqdarda kolloidlər, ǧzvi turşular, zǧlallar, amin turşuları, vitaminlər, mineral maddələr vardır.

Hidrol qarğıdalı nişastası və ağac polisaxaridlərindən kimyəvi hidroliz yolu ilə qlǧkoza alınarkən əmələ ǧələn tullantıdır, 38 – 50 % sadə şəkərlər (əsasən qlǧkoza), az miqdarda mineral elementlər və başqa ǧzvi qarışıqlardan təşkil olunmuşdur. Kartof və buǧda nişastasından şəkər istehsalı zamanı alınan hidrol da yuxarıda qeyd edilmiş tərkibə malikdir.

Substrat kimi işlədilən qarğıdalı ununun tərkibi 67 – 70% nişasta, 10% başqa şəkərlər, 12% zǧlal və vitaminlərdən ibarətdir.

Nişasta tərkibli xammallardan və ya melassadan mikrobioloji yolla spirt istehsal edilərkən şəkəllərin yalnız 30 – 33% - i spirtə, qalan hissəsi isə başqa qarışıqlarla birlikdə tullantıya zəvrilir. Bu tullantı **barda** adlanır və ondan mikrobioloji yem zǧlalı və enzimlər almaq ǧzǧn xammal kimi istifadə olunur.

Sǧd sənayesinin zoxtonlu tullantısı olan **süd cövhəri** və ya **arbatın** quru zəkisinin 70%–ni laktoza şəkəri təşkil edir. Laktoza bakteriyalar və maya

gübələkləri tərəfindən zox asanlıqla mənimsənilən substratdır. Sənayedə karotinli zəhlali yem preparatı almaq məqsədilə sğdturşusu bakteriyalarını maya gübələkləri ilə birlikdə sğd cüvhərində becəirlər, onun tərkibindəki əlavə qida maddələri mikroorqanizmlərin inkişafını daha da stimule edir.

Sirkə turşusu və spirtlər mikrobiologiya sənayesi gəzən perspektivli substratlardır. Bu maddələr kəlli miqdarda neft karbohidrogenlərindən və ağac emalı prosesində kimyəvi yolla alınır. Vitamin və amin turşular sintez edən mikroorqanizmlər gəzən sirkə turşusu əlverişli substrat kimi tətbiq edilir. Etil və metil spirtləri isə təkcə bu məqsədlə deyil, həm də maya gübələkləri vasitəsilə zəhlali yem məhsulunun alınmasında istifadə olunur.

Son düvrədək mikrobiologiya sənayesində geniş istifadə edilən neft karbohidrogenləridir. Maya gübələklərini normal parafinlərdə becərməklə hər il milyon tondan artıq zəhlali yem konsentratı alınır.

Sənaye miqyasında işlədilən xammallardan biri də dğyğ və arpa kəpəyidir. Kəpəyin tərkibində 25–30% nişasta, 48–50% ekstraktiv maddələr, 11–13% zəhlal, 2,5–3% yağ, 15–17 % selləloza və 6 – 8 % mineral elementlər və B qrupu vitaminləri vardır. Texniki selləloza enzim preparatlarını almaq gəzən kif gübələklərini nəmləndirilmiş kəpəkdə becəirlər.

Bitki tullantıları mikrobiologiya sənayesinin xammal bazasının genişləndirilməsində səmərəli substrat rolunu oynayır. Bunun gəzən əvvəlcə bitki

tullantılarının tərkibindəki polisaxaridlər (həll olmayan şəkərlər) mineral turşuların küməyi ilə hidroliz olunub monosaxaridlərə (həll olan şəkərlərə) zəvrilir. **Hidrolizat** adlanan bu monosaxaridlər qarışığı mikroorqanizmlər gəzən substrat kimi istifadə edilir.

Son illər liqnosellgloza tərkibli bitki tullatıları (ağac kəpəyi, buğda və arpa kələri, gəzəmə budama züpləri və zezəsi, kənd təsərrəfatı bitkilərinin qalıqları) ağaczərdən bazidili gübələklərin mğxtəlif məqsədlə yetişdirilməsində bilavasitə xammal kimi istifadə edilir.

Mikroorqanizmlərin sənayedə becərilməsini təmin etmək məqsədilə əsas substratlardan (karbon mənbəyindən) əlavə, qidalı mğhitə zoxlu miqdarda azotlu maddələr, vitaminlər, stimulyatorlar, mineral elementlər daxil edilir.

Mikrobioloji prosesin sterilliyini saxlamaq və onu xarici mikroorqanizmlərdən qorumaq gəzən əksər hallarda mğhitə antibakterial maddələr (furadonin, furasilin, furazolidin kimi nitrofuranlı birləşmələr) əlavə olunur.

3.2. Mikroorqanizmlərin becərilmə üsulları

Mikroorqanizmlərin mğxtəlif məqsədlə becərilməsi və ya mğxtəlif məhsulların alınması gəzən aparılan mikrobioloji proseslər **fermentasiya** adlanır.

Fermentasiya prosesləri texnoloji cəhətdən müxtəlif olub aşağıdakılardan ibarətdir:

1. aerob fermentasiya;
2. anaerob fermentasiya;
3. səthi fermentasiya;
4. dərin fermentasiya;
5. bərk fazalı fermentasiya;
6. dövri (periodik) və ya fasiləli fermentasiya;
7. fasiləsiz fermentasiya və ya axar kulturalar.

Mikroorqanizmlərin müxtəlif şsullarla becərilmə texnologiyası ğmumi olub ğz əsas mərhələdən ibarətdir:

1) qidalı mğhitin hazırlanması və sterilizə olunması;

2) inokulyatın (kultiranı əkmək ğzğn istifadə edilən hğceyrələr) alınması ilə gedən fermentasiya;

3) əsas fermentasiya (qida mğhitilə inokulyatın birləşdirilməsi).

Mikrobiologiya sənayesində tətbiq olunan proseslər əsasən aerob şəraitdə gedən fermentasiyalardır. Aerob şəraitdə səthi, dərin, bərk fazalı, fasiləli və fasiləsiz fermentasiyalar həyata keçirilir.

3.2.1. Səthi fermentasiya (becərilmə)

Mikroorqanizmlərin səthi fermentasiyası iki formada duru və bərk qidalı mğhitlərin səthində aparılır.

Bərk qidalı mğhitlərdə becərilmə metodunu ilk dəfə XIX əsrdə Alman mikrobioloqu Robert Kox (R.Koch 1843 – 1910) təklif etmiş və bu metod, mğasir dövrdə də üz əhəmiyyətini itirməmişdir. Bu metoddan kulturaların fizioloji və biokimyəvi xassələrinin üyrəniilməsində və kulturaların kolleksiyada saxlanılmasında geniş istifadə edilir.

Mikroorqanizmlərin maye qidalı mğhitin səthində becərilməsi sənayedə limon və itakon ğzvi turşularının alınmasında geniş tətbiq olunur. Prosesdə gübələk kulturası stasionar (qarışdırılmayan) maye qidalı mğhitin səthində becərilir. Substrat məqsədilə şəkər zuğunduru və qamışından alınan melassa, ağac hidrolizatı, nişasta və s. istifadə edilir. Limon turşusunun alınmasında ən səmərəli substrat kimi melassa işlədilir.

Texniki enzim preparatlarının istehsalında mikroskopik gübələklər və bir zox ağaczğrgdən bazidili gübələklərin miseliumu xırdalanmış və nəmləşdirilmiş bitki qalıqlarının səthində becərilir. Bunlara dənəvər qidalı mğhit deyilir. Məsələn, sellğlaza enzimini almaq ğzğn *Trichoderma lignorum*, *Aspergillus terreus* kif gübələkləri, *Bjerkandera adusta* bazidili gübələyi nəmləşdirilmiş buğda və ya dğyğ kəpəyində becərilir. Substratın aşağı qatlarında oksigenin miqdarı az olduğundan gübələk kulturası ancaq ğst qatda (2 – 5 sm qalınlığında) bitərək inkişaf edir.

Nəmləşdirilmiş bərk substrat üzərində kulturanın becərilməsi prosesinə bərk fazalı fermentasiya deyilir.

Bərk fazalı fermentasiyanın üç tipi məlumdur:

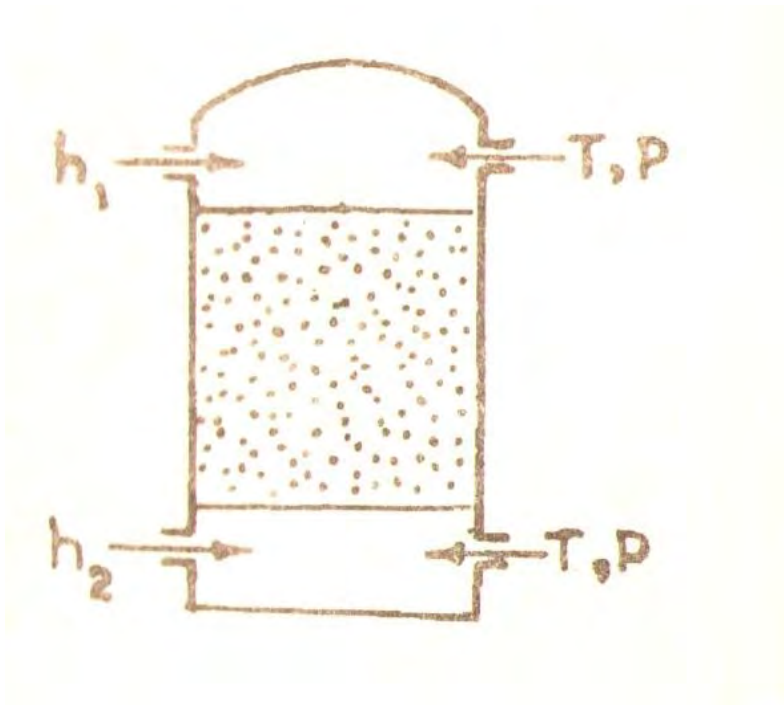
1. Nazik təbəqədə gedən fermentasiya və ya səthi fermentasiya. Substrat layının qalınlığı 3 – 7 sm – dən çox olmur və substrat qarışdırılmır, fermentasiya dəmir və ya ağacdan hazırlanmış tava və ya saclarda aparılır. Fermentasiyanın ümumi mənfə cəhəti geniş substrat səthinin tələb olunmasıdır;

2. Qalın təbəqədə gedən fermentasiya. Bu halda gübələk kulturasının substratın bəzi qatlarında bitməsi üçün hava xüsusi qurğu vasitəsilə bəzi qatlara vurulur və substrat qarışdırılmır. Substrat layının qalınlığı 0,6 – 1,5 m olur və xüsusi fermentyorlarda həyata keçirilir. Qalın təbəqədə gedən belə becərməyə bərk fazalı dərin fermentasiya deyilir (şəkl.8).

3. Substratın qarışdırılması ilə gedən fermentasiya. Burada fırlanan pərlər və ya şneklərdən (navalşəkilli konveyer) ibarət fermentyorlardan istifadə edilir.

Bərk fazalı fermentasiya prosesi üç faza sərhədində: bərk (bitki qalıq), maye (su) və qaz (hava) sərhədində gedir və asan mənimsənilən nişastalı substratlardan tutmuş ağac yonqarına qədər bəzi bitki qalıqları bu üsulla fermentasiyaya uğrayırlar.

Bərk substrat səthində inkişafın əsas şərtlərindən biri substratın rəgtubətliyidir. Rəgtubət aşağı olduqda həcceyrələr tərəfindən qida maddələrinin mənimsənilməsi prosesi və zoxalma zəifləyir, yuxarı olduqda isə mğhitdə hissəciklər sıxlaşır, aerasiya və həcceyrələrin biokimyəvi fəallığı azalır. Həcceyrələrin bu şsulla becərilməsi şzğn 58 – 60% optimal rəgtubət tələb olunur.



Şəkil 8. Dərin təbəqədə gedən bərk fazalı fermentasiya prosesinin ümumi sxemi: h_1 və h_2 – təzyiq altında verilən hava, T – temperatur, P – rütubət göstəricisi

Yem kimi yaramayan mǧxtǧlif bitki qalıqlarını mikrob zǧlalı ilə zǧngin olan yemǧ zevirmǧk ǧzǧn bǧrk fazalı fermentasiyadan istifadǧ edilir.

3.2.2. Dǧrin fermentasiya

Mikroorqanizmlǧrin qidalı mǧhitin dǧrinliyində becǧrilmǧsi **fasilǧli** (dǧvrǧ) vǧ **fasilǧsiz** şǧkildǧ hǧyata kezirilir. Sǧnayedǧ mǧhz fasilǧli vǧ fasilǧsiz gedǧn dǧrin fermentasiyalar geniş tǧtbiq olunur. Bu proseslǧr aşıǧıdaki texnoloji xǧsusiyǧtlǧrǧ malikdir:

1. Sterilliyǧ ciddi riayǧt olunması.
2. Fermentasiyanın ǧz fazalı sistemdǧ aparılması. Mikroorqanizmlǧr suda hǧll olmayan mǧsǧlǧn, n – parafin, sellǧloza, metan vǧ s. substratlarda becǧrildikdǧ mǧhitdǧ bir nezǧ faza yaranır: qaz (substrat) – maye (qidalı mǧhit) – bǧrk cisim (hǧceyrǧlǧr) vǧ ya maye (qidalı mǧhit) – bǧrk cisim (hǧceyrǧlǧr, substrat).
3. Fermentasiya gedǧn mǧhlulda hǧllolan oksigenin az miqdarda olması.
4. Mikrobioloji proseslǧrin sǧrǧtinin kimyǧvi reaksiyaların sǧrǧtinǧ nisbǧtǧn aşıǧı olması.
5. Alınan metabolitlǧrin zox vaxt qeyri – sabit (termolabil) olması.
6. Alınan mǧhsulların kǧpǧk ǧmǧlǧ gǧtirmǧsi.
7. Fermentasiya gedǧn mǧhitin zoxkomponentli (mǧrǧkkǧb) olması.

8. Fermentasiya prosesində mğhitin fiziki – kimyəvi xassələrinin dəyişməsi.

9. Biosintez və zoxalma proseslərinin biokimyəvi tənziminin mğrəkkəbliyi.

10. Maddələrin hğceyrə daxilinə qatlıq qradienti əleyhinə nəql olunması.

11. Mikrob populyasiyasının mğhitin fiziki və mexaniki amillərinin təsirinə qarşı həssaslığı.

Fasiləli fermentasiya həm kolbalarda, həm də fermentyorda həyata keçirilir. Kultural mğhit olan kolbalar lazımı temperatur şəraitində yellənzəklərdə yelləndirilir. Bu zaman qidalı mğhit zəlxalanmaqla qarışdırılır və onun bğtğn komponentləri, o cəmlədən hğceyrələr qidalı mğhitin bğtğn qatlarında bərabər miqdarda paylanmış olurlar. Fermentyorlarda işə kultural mğhit xğsusi mexaniki qarışdırıcı vasitəsilə fasiləsiz qarışdırılır. Hər iki halda qidalı mğhitin komponentləri kolba və ya fermentyora bir dəfə tükğlğr, fermentasiyanın sonuna kimi ona toxunulmur. Mğhitdə qida maddələri tədricən tğkəndiyindən və metabolizm məhsulları toplandığından populyasiyanın böyğməsi və fizioloji fəaliyyəti tədricən dayanır və fermentasiya başa çatır. Belə fermentasiya sisteminə **qapalı sistem** deyilir. Qeyd etmək lazımdır ki, səthi fermentasiya da qapalı sistemə daxildir.

Fasiləsiz fermentasiyanın mahiyyəti ondan ibarətdir ki, maye qidalı mğhit bir tərəfdən fermentyora fasiləsiz daxil edilir, digər tərəfdən işə tərkibində metabolizm məhsulları olan kultural maye

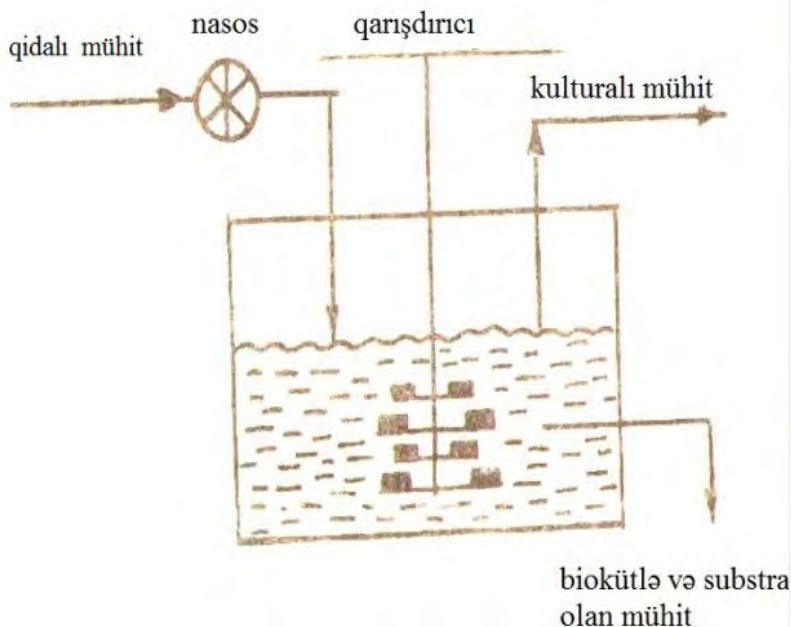
gütgrğlğr. Buna bəzən **axar kultura** da deyilir. Belə fermentasiya **açıq sistem** adlanır. Qidalı mğhit fermentyorda mexaniki qarışdırıcı ilə qarışdırılır və onun bğtğn komponentləri mğhitin bğtğn qatlarında bərabər paylanmış olur. Digər tərəfdən, fasiləsiz fermentasiyada biosintez proseslərini idarə etmək və onları nəzarət altında saxlamaq imkanı yaranır. Fasiləsiz fermentasiya ğsulu həminin kulturanı inkişafın istənilən fazasında uzun mğddət saxlamağa imkan verir. Fasiləsiz fermentasiyada kultura xğsusi fermentyorlarda – **xemostat** və **turbidostatda** becərilir. Xemostat rejimində qidalı mğhit mğəyyən sğrətlə bir tərəfdən daxil olur, digər tərəfdən isə xaric edilir (şək.9).

Populyasiyanın qatılığı (hğceyrələrin miqdarı) məhdudlaşdırıcı amillər qatılığından asılı olaraq yarımavtomatik tənzim olunur. Substratın qatılığı yğksək olduqda populyasiyada hğceyrələrin miqdarı da zox olur. Substratın qatılığının azalması və ya metabolitin yğksək miqdarda toplanması populyasiyanın inkişafını məhdudlaşdırır. Kultural mğhitin axma sğrətini artırıdığda məhdudlaşma azalır və tam aradan qalxır, lakin bu zaman hğceyrələr də yuyulub gedir, xemostatda populasianın sıxlığı azalır.

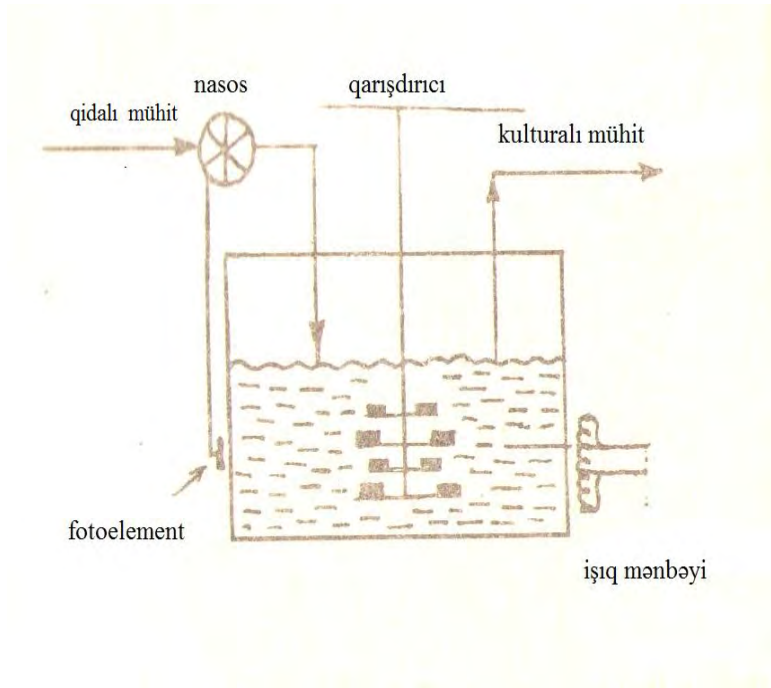
Populyasiyanı maksimum büyümə sğrətində (eksponensial fazada) saxlamaq ğzğn turbidostatdan istifadə edilir. Bu aparatda mğhitin axarlığı xemostatdan fərqli olaraq avtomatik tənzim olunur.

Fermentyora kulturanın qatılığını göstərən fotoelektroklorimetr birləşdirməklə tənzimləməyə nail olunur (şək. 10).

Işıq şğası kultura becərilən mğhitdən kezib fotoelementə dğşğr və bu zaman populyasiyada hğceyrələrin sıxlığı mğəyyən edilir. Qatılıq yuxarı olduqda fotoelementdən gələn siqnalla qidalı mğhitin axma sğrəti artırılır, aşağı olduqda isə axma sğrəti azaldılır.



Şəkil 9. Xemostatın sxematik quruluşu



Şəkil 10. Turbistatın sxematik quruluşu

3.2.3. Anaerob fermentasiya

Mikroorqanizmlər vasitəsilə aparılan oksidləşmə prosesləri elektron (və ya hidrogen) akseptorunun mənşəyindən asılı olaraq üç qrupa bölünür:

1. **Aerob oksidləşmə.** Bu zaman akseptor rolunu molekulyar oksigen oynayır;

2. **Anaerob oksidləşmə.** Bu zaman akseptor rolunu müxtəlif qeyri – üzvi (nitrat, karbonat, sulfat

birleşmələri və s.) və ğzvi (fumar turşusu) birleşmələr oynayır;

3. **Qıcqırma.** Bu halda akseptor rolunu oksidləşən ğzvi maddə üzğ oynayır.

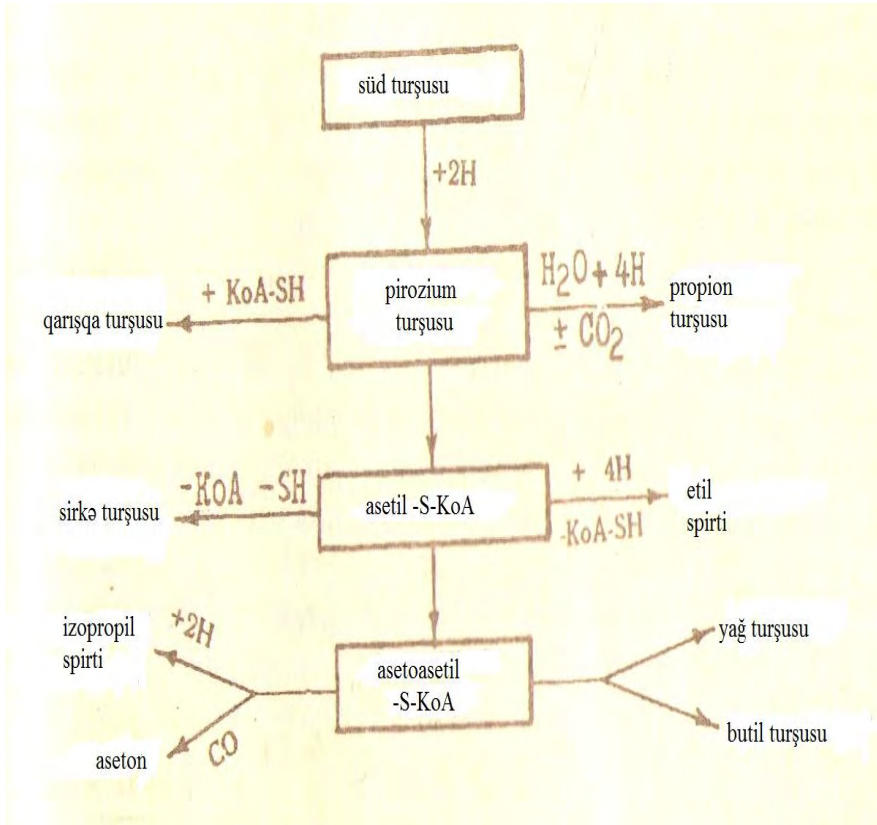
Təbiətdə yayılmış anaerob proseslər xalq təsərrğfatında geniş tətbiq olunur. Sğd məhsullarının alınması, meyvə və tərəvəzin turşuya qoyulması, silosun hazırlanması, bir zox ğzvi turşuların, asetonun, etil spirtinin, metan qazının alınması, zürəkbişirmə bu proseslərə əyani misaldır.

Anaerob proseslərin biokimyəvi mexanizmi geniş üyrənilmişdir. Bğtğn mikroorqanizmlər ğzğn universal ğsul qlğkozanın qlikoliz yolu ilə piruğzğm turşusuna qədər katalizə uğramasıdır (şək.11).

Qıcqırma zamanı 1 molekul qlğkozadan 2 molekul ATF, aerob və anaerob oksidləşmə zamanı isə 38 molekul ATF yaranır. Anaerob proses nəticəsində cğzi miqdarda mikrob biokğtləsi, zoxlu miqdarda isə metabolitlər əmələ gəlir. Substratın təqribən 97% –i metabolitlərə (məhsula), 3% - i isə hğceyrə ğzğn lazım olan enerjiyə zevrilir. Deməli, anaerob proses aeroba nisbətən orqanizmə zox az səmərə verir. Lakin anaerob proses zamanı zoxlu miqdarda mğxtəlif metabolitlərin əmələ gəlməsi xalq təsərrğfatı ğzğn faydalı maddələrin alınmasına imkan verir.

Kultural mğhitdə anaerob şəraitin yaradılmasında aşağıdakı ğsullardan istifadə edilir:

1. Mğhitdə həllolmuş oksigeni qaynatmaq yolu ilə qovmaq və tez soyutmaq;



Şəkil 11. Anaerob fermentasiya zamanı piruüzüm turşusundan alınan faydalı məhsullar

2. Vakum (havasızlıq) yaratmaq;
3. İnert qazları (CO_2 , H_2 , N_2) mğhitə mexaniki

ğfğrmək (mğhitdəki oksigeni inert qazlarla əvəz etmək);

4. Mğhitə reduksiyaedici maddələr (qlğtation, tioqlikol turşusu, sistein, şəkər, natriumhidrosulfat və s.) əlavə etmək (bu maddələrin oksidləşməsi sayəsində mğhitdəki oksigen sərf olunur və anaerob şərait yaranır);

5. Mğhitə zoxlu miqdarda inokulyat (hğceyrələr) daxil etmək (əgər produsent fakultativ anaerobdursa, onun hğceyrələri asanlıqla oksigeni mənimsəyib anaerob şərait yaratmaqla anaerob fermentasiyaya keçirlər);

6. Mğhitin üzlğlğyğnğ artırmaq (üzlğ mğhitdə oksigen zətin həll olur);

7. Mğhitə eyni zamanda anaerob və aerob orqanizmlər daxil etmək (aerob oranizmlər oksigeni mənimsəyərək anaerob şərait yaradırlar).

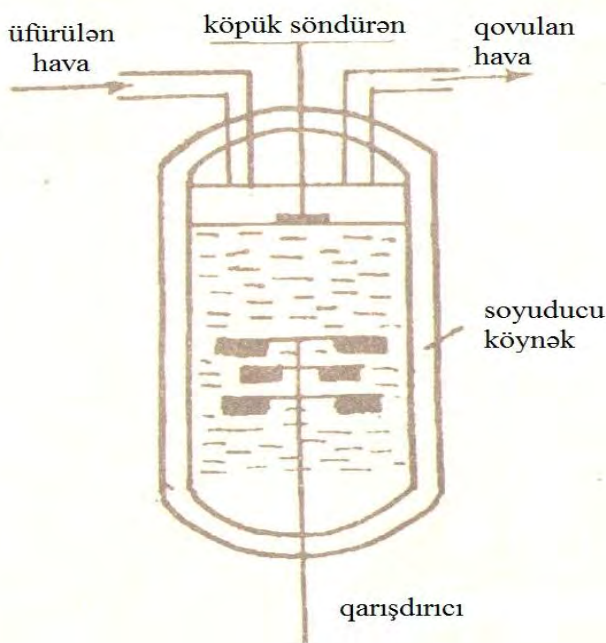
Anaerob fermentasiya kolba və fermentyorlarda (fasiləli və fasiləsiz) aparılır, aerob prosesdən fərqli olaraq az enerji sərf edilir (az miqdarda istilik ayrılması ilə əlaqədar olaraq mğhiti soyutmaq və ona hava (oksigen) ğfğrmək tələb olunmur).

3.3. Mikrobioloji fermentasiya proseslərində istifadə olunan fermentyorlar

Aerob fermentasiya proseslərində istifadə edilən qurğular sterilliyin mğhafizəsi məqsədilə kip olub mexaniki qarışdırıcı və aerasiya sistemi vasitəsilə

təmin olunurlar. Belə qurğulara fermentyorlar deyilir. Mikrobiologiya sənayesi üçün laboratoriya, yarımşənaye və sənaye fermentyorları istehsal edilir.

Laboratoriya fermentyorları. ANKUM – 2, AK – 3, AK – 10, FS – 5 və FU – 6 markalı, müxtəlif həcmli laboratoriya fermentyorları mövcuddur. Fermentyor silindrik qabdır, aşağı hissəsində qarışdırıcı, yuxarıda isə mexaniki küpəksüdüqren yerləşir (şək.12).



Şəkil 12. Fermentyorun sxematik quruluşu

Laboratoriya fermentyorları adətən 1 – 10 litr həcmində olur.

Yarımsənaye və ya pilot qurğuları. Pilot qurğularının tutumu laboratoriya fermentyorlarına nisbətən 10 –100 dəfə zoxdur. Onlar adətən aşağıdakı hissələrdən ibarətdir:

- 1) silindrik güvdə;
- 2) aerasiya gəzən verilən havanı nəmləşdirən barbatyor;
- 3) havanı mikropsuzlaşdıran filtr;
- 4) havanın verilmə sürətini ölçən rotametr;
- 5) turşuluğu (pH) tənzim edən qurğu;
- 6) mexaniki küpəksüdügən;
- 7) mexaniki qarışdırıcı;
- 8) fermentyoru soyudan su küynəyi.

Mğasir fermentyorlar avtomatik nəzarət pultunun (ANP) küməyi ilə idarə olunurlar. ANP vasitəsilə fermentyora toxunmadan bəğən fizioloji parametrlər (temperatur, pH, populyasiya sıxlığı, oksigen və substratın miqdarı və.s) tənzim edilir.

Sənaye qurğuları. Texniki quruluş prinsipinə görə bu fermentyorlar gəz qrupa ayrılır:

- 1) mexaniki qarışdırıcısı və hava gəğrəgəgə olanlar;
- 2) xğsusi (ijector) aerasiya sisteminə malik olanlar;
- 3) hava ilə soyudulan fermentyorlar.

Birinci qrup fermentyorlar maksimum 2000 m³ tutuma malikdir, əsasən amin turşuları, antibiotiklər,

bakterioloji gğbrələr, gğzvi turşular və s. istehsalında istifadə edilirlər.

İjektorların (buxar qğvvəsi ilə işləyən nasos) tətbiqi sayəsində qidalı mğhitin hava – maye sərhədində hğceyrələrin inkişafını təmin edən səth yaranır. Belə fermentyorlar (1000m³ həcmli) zox gğclğ acerasiya sistemi tələb edir və bu da onların küpgk əmələgətirən qidalı mğhitlərdə tətbiq edilməsinə yol vermir. İjektorlu qurğulardan sənayədə geniş istifadə olunmur.

Ğzğncğ qrup qurğular 100 – 200m³ həcmdə olub, zürək məmulatı bişirilməsində istifadə olunan maya gübələyinin, zğlalı yem konsentratının, lizinin alınmasında və bəzi anaerob fermentasiyaların gedışində (pivə istehsalı gğzğn suslonun qıcqırdılmasında) tətbiq edilir.

3.4. Mikrobioloji sintez məhsullarının preparat şəklində alınması

Fermentasiyadan sonra alınan kultural məhlul mğxtəlif tərkibli (hğceyrələr, substrat, metabolitlər və s.) sistem olub, adətən 15 – 20 % quru zəkiyə malikdir. Onun quru zəkisinin 1,5% - dən zox olmayan az bir hissəsini metabolitlər təşkil edir. Buna gürə də məhsulun mğrəkkəb sistemdən ayrılması və təmizlənməsi bir sıra zətinliklərlə bağlıdır.

Kizik molekullu biosintez məhsullarını

məxtəlif qızvi həlledicilər vasitəsilə hüceyrəni parzalamadan ayırmaq mümkündür. Yüksək molekululu hüceyrədaxili metabolitləri (zəhlallar, nuklein turşuları, polisaxaridlər, lipidlər və s.) almaq qızın hüceyrə divarını parzalamaq lazım gəlir.

Mikrobioloji sintez məhsulları preparativ olaraq qız şəklində alınır (şək. 13) :

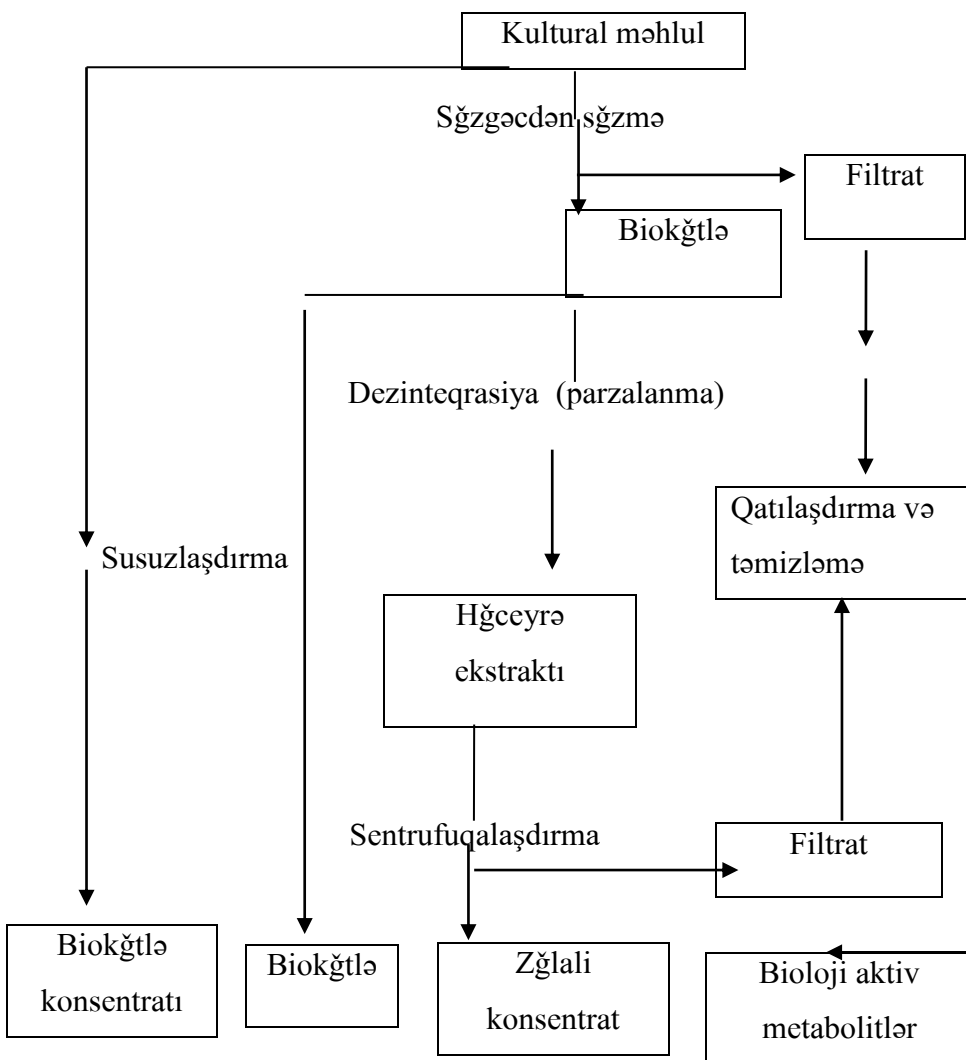
1) kultural mğhitdəki biokətlə və metabolitlərdən ibarət konsentratlar şəklində (amin turşuları, enzimlər, vitaminlər, antibiotiklər və zəhlaldan ibarət yem konsentratları);

2) susuzlaşdırılmış mikrob hüceyrələrindən ibarət biokətlə və parzalanmış mikrob hüceyrələrindən alınan zəhlali konsentrat (zürəkbişirmə və yem məqsədilə alınan maya gübələyi kətləsi, torpaqmğnbitləşdirici və entomopatogen preparatlar).

3) təmizlənmiş hüceyrədaxili və xarici metabolitlər (təbabətdə, kimya, yeyinti və yğngəl sənayədə tətbiq olunan maddələr).

Konsentratların alınması texnoloji cəhətdən zox sadə olub, böyük iqtisadi səmərə hesabına başa gəlir.

Hüceyrədaxili və hüceyrəxarici metabolitlərin alınmasında vakum altında buxarlandırma, dondurma, zükəğrmə, kristallaşdırma, qurutma kimi proseslərdən istifadə edilir.



Şəkil 13. Kultural mühitdən biosintez məhsulları alınmasının ümumi sxemi

3.5. Mikrobioloji istehsalın tullantısız texnologiyası

Mikrobioloji istehsal prosesinin xarakterik cəhətlərindən biri onun tullantısız olmasıdır. Şəkil 13 – də göstərilən sxemdə konsentratlar və biokətlənin alınması məhz tullantısız texnologiyaya əsaslanır. Lakin təmiz metabolitlərdən ibarət preparatın istehsalı zamanı tərkibində ǧzvi və qeyri – ǧzvi maddələr olan zirkab sular əmələ gəlir. Belə istehsal proseslərini həyata keçirərkən ilk nüvbədə istehsaldan alınan zirkab suların təmizlənməsi problemi həll olunmalıdır. Digər tərəfdən, istehsal prosesində yaranan əlavə metabolitlərin tətbiqi yollarını aşkar etmək lazımdır. Məsələn, *Aspergillus* cinsli gübələklərdən limon və itakon turşularının alınması prosesində zoxlu miqdarda gübələk kətləsi və filtrat (turşular ayrıldıqdan sonra) tullanılırdı. Bir ton limon turşusu sintezindən 150 – 200 kq quru gübələk kətləsi və 7000 l filtrat tullantısı alınır. Gübələk miselliumunun tərkibində mineral və azotlu maddələr, vitaminlər, enzimlər, zǧlal və s. olması onlardan heyvanlar ǧzǧn keyfiyyətli yem kimi istifadə etməyə imkan verir. Filtratın tərkibi şəkərlər, ǧzvi turşular, vitamin və mineral elementlərdən ibarətdir. O, mikroorqanizmlər ǧzǧn qiymətli qidalı mǧhit kimi istifadə olunur. Belə tullantısız texnoloji proseslər mikrobioloji sintezin başqa məhsullarının alınmasında da tətbiq olunur.

IV FƏSİL

SƏNAYE MİKROBİOLOGİYASINDA İSTİFADƏ OLUNAN XAMMALLAR

Mikrobiologiya sənayesi məhsulları yğz min tonlarla ۆlzğlğr: mikrob zğlalları, amin turşuları, enzimlər, ğzvi turşular, vitaminlər, spirtlər, antibiotiklər və s. Bğtğn bunlar, əslində, təbii xammalın biotransformasiya məhsullarıdır.

Mğxtəlif mikroorqanizmlərin xammalın bu və ya digər nüvğnə (məsələn, karbon, azot və biostimulyator mənbələrinə) mğnasibəti mğxtəlifdir. Qida kimi istifadə olunan substratın assimilyasiyasına becərilmə şəraiti də mğəyyən təsir göstərir. Buna gürə də iqtisadi cəhətdən əlverişli xammaldan səmərəli qidalı mğhitin hazırlanması bir zox hallarda çətinlik türədir.

4.1. Karbon mənbələri

Heterotrof mikroorqanizmlər karbon və enerji mənbəyi kimi mğxtəlif ğzvi birləşmələri istifadə etmək qabiliyyətinə malikdirlər. Lakin mikroorqanizmin hər bir nüvğ substrata, ilk nüvbədə karbon mənbəyinə sezici mğnasibət göstərir və mikroorqanizmlər tərəfindən karbon mənbəyi kimi istifadə olunan birləşmələrin sayı məhduddur.

4.1.1 Karbohidratlar

Karbohidratlar karbon mənbəyi kimi mikroorqanizmlər üçün zox əlverişli substratlardır. Mikroorqanizmlərin sintetik qidalı mühitdə yetişdirilməsi zamanı karbon mənbəyi kimi ən zox qlükoza və saxarozadan istifadə olunur. Lakin karbohidratların mövcudluğu bəzən biosintezin arzu olunan nəticəsinə nail olunmasını təmin etmir. Məlumdur ki, penisillinin produsentləri olan kif gübələkləri birinci növbədə qlükozanı asan mənimsəyirlər, lakin antibiotikin biosintezi isə qlükozanın tam sərfindən və başqa karbon mənbəyinin, məsələn laktozanın olmasından sonra baş verir.

Müasir mikrobiologiya sənayesi daha da əlverişli və ucuz karbon mənbələrinin olmasını tələb edir. Bu məqsədlə zox vaxt şəkər – nişasta istehsalının tullantıları olan hidrol və melassadan istifadə edilir. Bu substratların tərkibində karbon mənbələrindən (şəkər) başqa həm də digər amilləri və mineral elementlər mövcud olur.

4.1.2. Polisaxaridlərin hidrolizatları

Hal-hazırda mikrobiologiya sənayesinin xammal bazası kənd təsərrüfatı bitki qalıqlarının istifadəsi hesabına genişlənir. Bu cəhətdən torfun, oduncuğun və liqnosellülozanın hidrolizatı daha

perspektivlidir. Torf üzg – üzlğyğndə zox komponentli ğzvi maddələrdən ibarətdir və tərkibində aminturşular, aromatik aldehidlər və ğzvi turşular, purin və pirimidin əsasları, aşı maddələri və bir zox mineral elementlər vardır. Torfun karbohidratları asan və zətin hidrolizə olunan polisaxaridlərdən ibarətdir. Bu polisaxaridlər hidroliz nəticəsində mikroorqanizmlər tərəfindən yaxşı mənimsənilən pentozalara və heksozalara zəvrilirlər. Torf hidrolizatları yem məqsədilə maya gübələklərinin becərilməsində və istiqamətli biosintez proseslərində geniş istifadə olunur. *Candida* və *Sporobolomyces* cinsli maya gübələkləri torf hidrolizatlarının tərkibindəki şəkərləri tam mənimsəyib yğksək məhsuldarlıqla biokğtlə əmələ gətirirlər.

Oduncagın (liqnosellğlozanın) hidrolizatları da mğrəkkəb kimyəvi tərkibə malikdir. Şəkərdən başqa bu substratın tərkibində zoxlu əlavə maddələr müvcuddur. Buna baxmayaraq oduncaq hidrolizatları biosintezdə karbon mənbəyi kimi istifadə olunur. Oduncaq hidrolizatlarında inkişaf edə bilən *Candida seottii* maya gübələyi sezilmişdir. Sənaye mikrobiologiyası ğzğn qiymətli və perspektivli xammal kimi saman, kətan, pambıq və mğxtəlif kənd təsərrğfatı bitkilərinin güvdələrinin hidrolizatları istifadə oluna bilər.

Mikrobiologiya sənayesində karbon mənbəyi kimi qlğkoza istifadə olunur. Oduncağın xlorid turşusu ilə hidrolizindən əmələ gələn qarışıqdan

qlğkoza ayrıldıqdan sonra heksoza və pentoza şəkərlərindən ibarət mğrəkkəb qarışıqlar (hidrol) qalır. *Candida lipolytica* gübələyini bu qarışıqda becərməklə piruğzğm turşusu alınır. Yosunların biokğtləsinin turşu ilə və ya enzimatik yolla hidrolizdən sonra əmələ gələn hidrolizat mikrobiologiya sənayesində xammal kimi istifadə oluna bilər.

4.1.3. Süd sənayesinin əlavə məhsulları

Dğnyanın əksər ölkələrində sğdğn emalı zamanı tullantı kimi əmələ gələn sğd cüvhərinin tərkibində zoxlu miqdarda laktoza müvcud olur. Sğd cüvhərinin 70% - ni laktoza təşkil edir ki, bu da antibiotiklər, vitaminlər, aminturşular, enzimlər və spirtlərin mikrobioloji sintezi gğzğn yaxşı karbon mənbəyidir.

4.1.4. Sirkə turşusu

Hal — hazırkı düvrədə neft karbohidrogenlərindən zox miqdarda sirkə turşusunun alındığını nəzərə alsaq qeyd etmək olar ki, sirkə turşusu mikroorqanizmlər gğzğn perspektivli karbon mənbəyi kimi istifadə oluna bilər. Elə mikroorqanizmlər var ki, karbon mənbəyi kimi yalnız sirkə turşusundan istifadə edirlər. Lizin sintez edən *Brevibacterium* və *Mikrococcus* cinsindən olan

bakteriyalar tərkibində 1,5% sirkə turşusu olan qidalı mğhitlərdə becərilir.

4.1.5. Spirtlər

Kizik molekullu spirtlər – metanol və etanol mikrobiologiya sənayesində perspektivli karbon mənbələrinə aiddirlər. Lizin sintez edən *Corynebacterium*, *Brevibacterium*, *Bacillus* və *Nocardia* cinsindən olan mutant ştamlar etanolu karbon mənbəyi kimi istifadə edirlər və lizini 8 qr/l zıxım ilə əmələ gətirirlər.

Zürəkbişirmədə istifadə olunan maya gübələyinin istehsalı zamanı da karbon mənbəyi kimi etanol istifadə edilir. *Saccharomyces cerevisiae* kulturası vitaminsiz mğhitdə əkildikdə biokətlənin zıxımı 2 qr/l olur.

Etanolun yeganə karbon mənbəyi kimi istifadəsi zamanı qidalı mğhitə 0,5% maya ekstraktı daxil etdikdə maya gübələyi spirti 50 – 55% mənimsəyir.

4.1.6. Karbohidrogenlər

Karbohidrogenlər tərkibində zox az miqdarda qarışıqlar olan, nisbətən təmiz substratlardır. Mikroorqanizmlər tərəfindən karbohidrogenlərin istifadəsi zamanı karbon hğceyrələr tərəfindən reduksiya olunmuş formada assimilə edilir. Bu zaman

zoxlu miqdarda oksigen sərf olunur. Karbohidrogen əsasında maya gübələklərinin yetişdirilməsi zamanı istifadə olunan oksigen, karbohidratların mənimsənilməsi zamanı tələb olunan oksigendən 2,6 dəfə zoxdur.

Hal – hazırda mikrobiologiya sənayesində yem məqsədilə istifadə olunan maya gübələkləri normal parafinlərdə becərilir. Bu karbohidrogenlərdə *Candida*, *Torulopsis* və *Rhodotorula* cinsindən olan maya gübələkləri zox yaxşı inkişaf edirlər. Becərilmə şəraitindən asılı olaraq bu gübələklərin biokətləsində zəhləlin miqdarı 40 – 65% təşkil edir.

4.2. Üzvi azot mənbələri və boy maddələri

Bioloji aktiv maddələri əmələ gətirən bir zox mikroorqanizmlər vitaminləri, bəzi amin turşularını və boy maddələrini sintez edə bilmirlər. Belə mikroorqanizmlər **auksotrof** adlanırlar. Bu orqanizmlərin inkişafını təmin etmək gəzən, mğhitə zatışmayan boy maddələrini daxil etmək tələb olunur.

Mikrobiologiya sənayesində boy maddələrinin mənbəyi kimi (xəsusı ilə də penisillinin istehsalında) qarğıdalı ekstraktı istifadə edilir. Qarğıdalı ekstraktı qeyri – standart məhsuldur və onu hər dəfə hazırladıqda kimyəvi tərkibi xeyli fərqli olur. Qarğıdalı ekstraktının quru çəkisində şəkərlər, azotlu maddələr, əvəz olunmayan amin turşuları və 5 nüvdən zox vitamin olur. Qarğıdalı ekstraktının əvəzedicisi

kimi maya gübələyi hidrolizatı və ekstraktı istifadə edilir. Sənaye miqyasında maya gübələkləri əsasında istehsal olunan zəhləli yem konsentrantının tərkibində yəksək miqdarda zəhləli və B qrup vitaminləri vardır. Maya gübələyi həcyrələrinin qılaflı mühkəm, davamlı olduğı zəzn onu ilk olaraq parzalayırlar. Bunun zəzn adətən sulfat turşusundan istifadə olunur və hidrolizat alınır. Eyni zamanda litik enzimlərin küməyi ilə maya gübələklərinin həcyrə divarını parzalamaq olur. Ekstraktlar adətən 3% miqdarında mğhitə daxil edilir.

Qarğıdalı ekstraktından başqa mikroorqanizmlərin büyməsi zəzn lazım olan boy maddələri kartofdan nişastanın alınması zamanı əmələ gələn qalıqlarda müvcud olur. Bu qalıqlar hidrolizdən sonra biostimulyator mənbəyi kimi istifadə olunurlar.

Buğda və dğyğnğn kəpəyi də qida maddələri ilə zəngindir. Onların tərkibində bir zox mineral maddələr, xğsusilə kalium, fosfor, hətta B qrup vitaminləri vardır. Qida maddələri qismində sğd cüvhərini də istifadə etmək olar. Onu pendir istehsalı zamanı əlavə məhsul kimi də əldə edirlər.

4.3. İstifadə edilən xammalın iqtisadi qiymətləndirilməsi

Mikrobiologiya sənayesində məhsulun maya dəyəri xammala sərf olunan xərcdən zox asılıdır. Ucuz, əlverişli və eyni zamanda səmərəli xammalın

istifadəsi mikrobioloji sintez məhsullarının maya dəyərinin aşağı düşməsi ilə nəticələnir.

Sənaye mikrobiologiyasının inkişaf perspektivlərinin qiymətləndirilməsi zamanı, həmişə yaranan geniş məşəblı bitki mənşəli resurslar nəzərə alınmalıdır. Bura hər şeydən əvvəl ağac emalı sənayesinin tullantıları, saman, bitkilərin yaşıl kətləsi, kənd təsərrüfatı bitkilərinin güvdələri və s. aiddir.

V FƏSİL

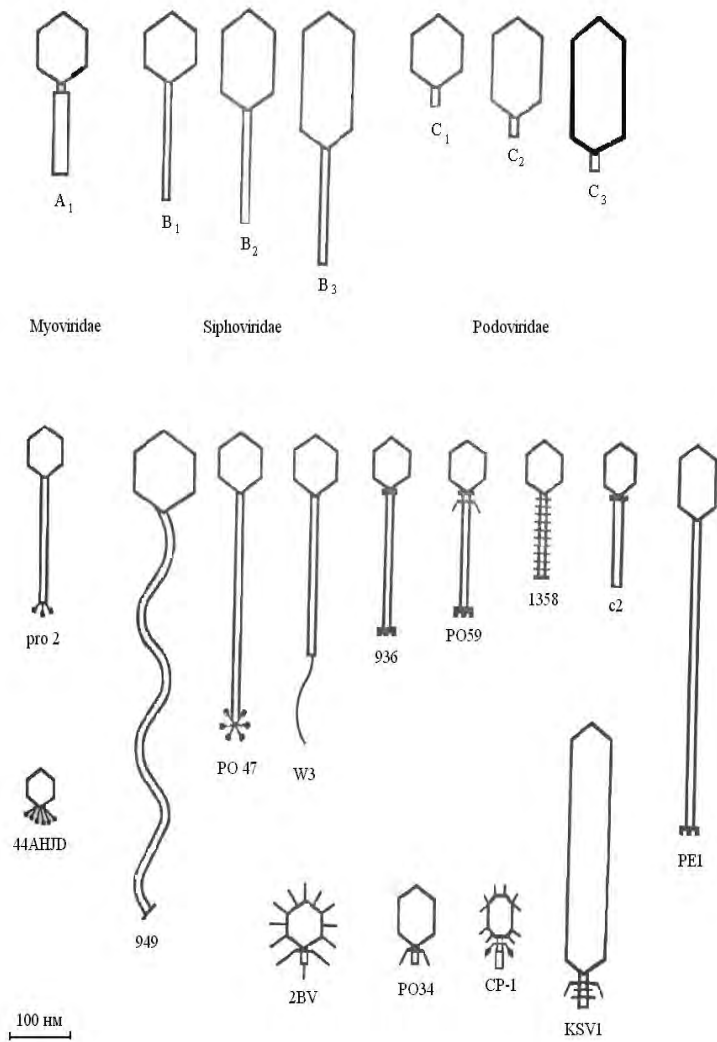
SƏNAYE MİKROBİOLOGİYASINDA BAKTERİOFAQLAR

5.1. Bakteriofaqların ümumi xarakteristikası

Bakteriofaqlar tərəfindən sənaye fermentorlarında bakteriyaların lizisi “faqolizis” adlanır və bu son məhsulun zıxımını azaldır, onun keyfiyyətini pisləşdirir, bu da böyük iqtisadi ziyana səbəb olur.

Bakteriofaqlar – prokariot hücyrələrdə, hüccyrədaxili parazitlik edən, mğrəkkəb viruslardır. Mğxtəlif bakteriofaqların strukturu fərqlidir. Eukariotların viruslarından fərqli olaraq bakteriofaqlar bakteriya hüccyrəsinə yapışmaq gğzğn xğsusi orqanla təchiz olunmuşlar (şək. 14).

Bakteriofaqın genetik materialını kapsid adlanan ürtğk əhatə edir, yəni onu qoruyur. Bəzi bakteriofaqlarda genetik material qismində DNT, bəzilərinə isə RNT olur. Bir zoxlarının genomu 2 zəncirli DNT – dən, bəzilərinə isə 1 zəncirli DNT – dən ibarətdir. Bəzilərinə DNT zəncirvari, digərlərində isə həlqəvi şəkildədir. Bəzi bakteriofaqlarda genetik material nuklein turşularının fraqmentlərindən ibarətdir.



Şəkil 14. Bakteriofaqların müxtəlif morfoloji tipləri

Bəzi bakteriofaqlar bakteriya həceyrəsinə yoluxduqdan sonra onu lizisə uğratmır. Bu faqlara defektli və ya məğlayim faqlar deyilir. Bəzi bakteriofaqlar özünə ümumi xüsusiyyət həceyrədaxili parazitlikdir.

Yoluxmuş həceyrəyə təsir xarakterinə görə bakteriofaqlar 3 tipə bölünür. Birinci tip - həqiqi virulent bakteriofaqlardır. Həceyrənin virulent faqla yoluxması, onun məhvi, parzalanması və faqın yeni nəslinin azad olunması ilə nəticələnir. Bunlar həqiqi virulent bakteriofaqlardır.

İkinci tip – məğlayim bakteriofaqlardır. Həceyrənin bu tip faqlarla yoluxmasında 2 prinsipial fərqli inkişaf yolu mümkündür. Litik (lizis türədən) və lizogen (yalnız məğəyyən şəraitdə lizis türədən), sonuncu profaq da adlanır. Profaq halında olan genom sahib həceyrənin bölünməsi zamanı bölünür və məğlayim şəkildə yeni həceyrələrə ötürülür. Məğlayim faqlardan virulent mutantlar əmələ gələ bilər.

Özünə tip bakteriyanın məhvinə səbəb olmayan faq infeksiyalarıdır. Bu bakteriofaqlar yoluxmuş bakteriya həceyrəsinin fiziki məhvinə törətmədən onu tərk edə bilər. Faqın bakteriya həceyrəsində mövcudluğu həceyrənin bölünmə sürətinin zəifləməsində özünü göstərir.

5.2. Bakteriofaqın mikrobioloji istehsal prosesinə düşməsi

Istehsalın xarakterindən asılı olaraq, mikroorqanizmə faq mğxtəlif yollarla daxil ola bilir. Məsələn, istehsal prosesi azıq qablarda aparıldıqda bakteriofaqlar havadan və ya qidalı mğhitə edilən əlavələrlə birgə kulturaya daxil ola bilir. Pəndir istehsalında, şərabzılıq və pivə zavodları kimi istehsalatda faqolizisi ətraf mğhitdən düşmüş bakteriofaqlar həyata keçirir. Bəzi hallarda lizogen bakteriyaların istifadəsi zamanı lizisə səbəb olan virulent mutantlar əmələ gəlir.

Təmiz kulturanın steril şəraitlərdə istifadəsi zamanı faqolizisin əsas səbəbi lizogen produsentlərin bakteriofaqları olur. Bəzi hallarda, steril şəraitin pozulması (qidalı mğhitin, havanın və bəzi əlavələrin keyfiyyətsiz sterilizasiyası) nəticəsində, bakteriofaq havadan (ətraf mğhitdən) daxil ola bilər.

5.3. Bakteriofaqların hüceyrədaxili inkişafı

Bakteriofaqın genomunun hğceyrəyə daxil olması ilə, onun vegetativ hala keçməsi baş verir və hğceyrədaxili inkişafı başlayır. Faq DNT – sinin hğceyrəyə daxil olmasından sonra onun transkripsiyası başlayır – yəni bakterial RNT – polimerazanın küməyi ilə məlumat RNT – si əmələ gəlir.

Replikasiyanın həyata keçməsi gəzən faqın genomu həcyrənin nukleaza enzimindən qoruna bilən bir formada olmasıdır. Bu halda DNT molekulunun sonunda yerləşən genom hissəsi replikasiyasını təmin edir. Replikasiya ilə paralel faq genomlarının rekombinasiyası da baş verir.

DNT – nin sintezinin başlanmasından və faq genomunun nəşxələrinin yaranmasından sonra, gecikən genlərin oxunması başlanır. Gecikən genlər bakteriofaqın kapsidinin struktur zəhləllərinin və bakteriya həcyrəsinin divarını dağıda bilən enzimlərin sintezini türədirlər. Bakteriofaqın həcyrə daxilində inkişafının son mərhələsi həcyrə divarını lizis etmə və həcyrədən kənara zıxmaqdır. Adətən bakteriofaqlar 2 enzim əmələ gətirirlər. Birincisi həcyrə membranını dağıdır, ikincisi isə rigid həcyrə divarını parzalayır.

5.4. Bakteriofaqların identifikasiyasının sadə üsulları

Faqın həcyrədaxili inkişafının gəmumi xarakteristikasını birmərhələli böyümə siklinin təcrəbəsindən almaq olar. Məxtəlif şsullarla yoluxmuş əksər bakteriyalarda faqın inkişafının eyni anda başlanmasını təmin etməyə nail olmaq məmkəndə. Faqın həcyrədaxili inkişafı 3 mərhələyə bölənə: **gizli, latent və lizis**.

Gizli mərhələ - faq genomunun bakteriyaya daxil olmasından başlayaraq ilk yetkin faq hissəciyin əmələ gəlməsinə qədər olan dövrü əhatə edir. Bu müddət ərzində bakteriofaqın həccərdaxili inkişafının bəzi prosesləri baş verir ki, bu da faq – nəslin əmələ gəlməsinə səbəb olur. **Latent mərhələsi** – yoluxmanın başlanğıcından bakterianın lizisinə qədər olan müddətdir. **Lizis mərhələsi** birinci həccərin lizisinin başlanması dövründən yoluxmuş həccərlərin tam lizisə uğraması dövrünə qədər davam edir. Infeksiya bakteriya faqlarının suspenziyasının nəzərə alınması şəffaflaşması lizis prosesinin sonunda müşahidə olunur.

Litik aktivlik spektri bakteriofaqların identifikasiyasında da istifadə edilir. Litik aktivlik spektrinin dəyişməsi litik agent kimi faqın istehsalatda meydana çıxmasına səbəb olur.

Zavod şəraitində bakteriofaqların identifikasiyası üçün adətən antifaq zərdblardan istifadə olunur. Bu üsul sadə və zəxəm etibarlıdır. Bakteriofaqın ilkin identifikasiyasında adətən faq hissəciklərinin fiziki – kimyəvi xüsusiyyətləri, yəni ölçüsü, kütləsi və inaktivləşdirici amillərə davamlılığı istifadə olunur.

5.5. Bakteriyaların faqa qarşı davamlılıq mexanizmi və faqolizisin qarşısının alınma üsulları

Bakteriofaq hissəciyinin strukturunda mğsbət yğklğ və hğceyrə divarının səthində mənfi yğklğ qrupların qarşılıqlı təsirindən faq və hğceyrə arasında ilkin əlaqə yaranır. Quyuq zıxıntısı olan bakteriofaqlarda başcıq hissə mənfi, quyuq hissə isə mğsbət yğklənmiş olur. Yğklərin faq hissəciyində spesifik yayılması hğceyrə divarına yapışma yerini mğəyyən edir. Bakteriyalarda baş verən bəzi mutasiyalar hğceyrə divarının səthində olan zğlalların strukturunu pozur və adsorbsiyaya təsir edir.

Adətən faqa davamlı bakteriya mutantlarının sezilməsi hez də çətinlik türətmir. Bunun gğzğn bakteriya hğceyrələrini bakteriofaq hissəcikləri ilə maye və ya bərk qidalı mğhitlərdə qarışdırırlar. Qidalı mğhitdə yalnız faqlara qarşı davamlı hğceyrələr zoxalib inkişaf edirlər. Bu hğceyrələr sezilib bir neçə dəfə faqla qarışdırılır və onların faqa davamlılığı təsdiq olunur. Adətən bakteriya populyasiyasında faqa davamlı mutant formalar həmişə tapılır.

Bakteriyaların bəzi mutasiyaları adsorbsiya gğzğn mexaniki maneələrin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bu halda bakteriya hğceyrəsinin səthində yerləşən reseptorların topologiyası dəyişmiş olur (hğceyrə divarının dərinliyində yerləşir) və birbaşa təmas tapa bilmir.

Bəzi hallarda faqın reseptor aparatının dəyişməsi ilə müşahidə olunan mutasiyalar baş verir və nəticədə faq, həcyrə ilə birləşmək xassəsini itirmiş olur.

Faq genomunun bakteriyaya daxil olması hez də infeksiyanın baş vermə siklinə gətirib zıxarmır. Faqın inkişafı həcyrədaxili büyümanın mğxtəlif mərhələlərində tormozlana bilir. Bir zox bakteriyalar onlara daxil olmuş yad DNT – ni (və ya faq DNT – ni) parzalaya bilirlər. Bu hadisə **restriksiya** (məhdudlaşma) adlanır və bakteriya sitoplazmasında olan endonğkleaza enzimləri tərəfindən həyata kezirilir.

Bakteriya genomunun üz endonğkleazlarının təsirindən qorunması nukleotidlərin spəsifik modifikasiyaya (adətən metilləşməyə) malik olması ilə bağlıdır.

Bakteriya həcyrəsində faqın inkişafı bəzi enzimlərin varlığı sayəsində məhdudlaşa bilir, yəni faqın inkişafı transkripsiya, translyasiya, replikasiya və yetkin faq hissəciklərinin yığımı mərhələsində mğvafiq enzimlər tərəfindən tormozlanır. Faqın həcyrədaxili inkişafının tormozlanması həm də həcyrədə bəzi plazmidlərin müvcud olması ilə bağlı olur. Plazmidlər bəzi faqların inkişafının ilkin mərhələlərini tormozlaya bilirlər.

5.6. İstehsal şəraitində faqolizislə mübarizə

Uğursuz fermentasiyanın bir səbəbi kimi bakteriofaqların rolunun aşkarlanması zavod laboratoriyalarında işləyən mikrobioloqların vəzifəsidir.

Mikrobioloqlar faq əleyhinə mübarizədə aşağıdakı tədbirləri görməlidirlər:

1. Zavodun faq fonuna daimi nəzarət həyata keçirilməlidir. Aktiv faqa qarşı produsentin kühnə kulturası yenisi ilə əvəz olunmalıdır.
2. İstehsalatda istifadə olunan bəlgən bakteriya şamlarının faqlara qarşı davamlılığı yoxlanılmalıdır.
3. Faqa qarşı davamlı şamların produsentlik xassələrinin saxlanmasına nəzarət olunmalıdır. Lazım gəldikdə produsent yenilənməlidir.

Faqolizə qarşı aşağıdakı profilaktik tədbirlərin aparılması zəruridir.

1. Texnoloji qaydalara riayət olunması: qidalı maddənin, havanın, suyun, qida əlavələrinin sterilizasiyasının düzgünlüyü, müəyyən sanitariya – gigiyenik şəraitin olması və sanitariya qaydalarına düzgün əməl olunması, cihazların germetikliyi, faqsız əkin materialından istifadə.
2. Məqsədə uyğun şamların istifadəsi. Hər bir şam 2 tələbə cavab verməlidir: lizogen

olmamalı və bəxtən məlum faqlara davamlı olmalıdır.

Uğursuz fermentasiyanın əsas səbəbi kimi faqolizisə şübhə yaradan spesifik olmayan əlamətlər aşağıdakılardır:

1. Zavodun faq profilinin dəyişdirilməsi – faqın ümumi titrinin artması, qeyri adi tipli neqativ koloniyaların əmələ gəlməsi;
2. Kultural mayenin küpəklənməsi (həcyrə lizisi zamanı zoxlu zğlallar azad olur ki, küpəyən yaranmasını təmin edir);
3. Bakteriya populyasiyasının mğəyyən hissəsinin faqolizisə uğraması səbəbindən kulturanın optik sıxlığının yavaş – yavaş azalması müşahidə edilir. Bəzi hallarda bakteriya suspenziyasının tam şəffaflaşması baş verir;
4. Kultural mayenin həlməşikliyinin (üzləyən) artması;
5. Mğhitin turşlaşması (pH – in aşağı düşməsi);
6. Son məhsulun zıxım səviyyəsinin enməsi;
7. Kənar mikroorqanizmlərin inkişafı sayəsində kultural mayenin rənginin və iynin dəyişməsi.

VI FƏSİL

ZÜLAL VƏ ZÜLALİ YEM MƏHSULLARININ, VAKSİN VƏ BAŞQA MÜALİCƏVİ PREPARATLARIN İSTEHSALI

6.1. Zülalın alınması üçün mikroorqanizmlərin istifadə olunma tarixi

Qidalanmada zəhlal komponenti kimi mikroorqanizmlərdən istifadə olunma ideyasını 1890 – cı illərdə Delbryuk tədqiq etmiş və bunun gəzən pıvə istehsalında tətbiq olunan maya gübələyindən istifadə etməyi təklif etmişdir. Hələ 1876–cı ildə ABŞ – da maya gübələyi biokətləsi zürəkbişirmədə istifadə olunurdu.

Maya gübələklərini melassada becərməklə yem məqsədilə ilkin istehsalı 1915 – ci ildə Almaniyada başlanmış və ildə 10 min ton alınmışdır. 1916 – cı ildə işə melassanın substrat (xammal) kimi zətışmazlığı gəzəndən istehsal dayandırılmışdı.

1935–ci ildə Rusiyada sulfat turşusu ilə hidroliz olunmuş saman, qarğıdalı zecəsi və ağac yonqarı substrat kimi istifadə olunmaqla yem məqsədilə maya gübələyi biokətləsi istehsal edən sınaq zavodu işə salınmışdı.

İkinci Dğnya mğharibəsi zamanı Almaniyada sulfat tortasında və oduncaq hidrolizatında qida kimi istifadə olunan maya gübələyi biokətləsi alınmışdır.

1944 – cğ ildə bu məhsulun istehsalı 15 min ton olmuşdur.

1950 – ci ildə mikroorqanizmlərin fasiləsiz becərilmə nəzəriyyəsi inkişaf etmiş və bir zox ölkələrdə bitki xammalının hidrolizətləri əsasında yem məqsədilə maya gübələkləri becərilmişdir.

XX əsrin 60 – cı illərində maya gübələklərini becərmək gəzğn xammal kimi tədqiqatçıların diqqətini neft karbohidrogenləri cəlb etmişdir. Hələ 1920 – ci illərdə rus alimi V.O.Tauson neft karbohidrogenləri əsasında bəzi mikroorqanizmlərin fermentasiyasını qeyd etmişdir. 1960 – cı illərdə fransız alimi Şampanya neft karbohidrogenləri əsasında zğlalla zəngin maya gübələklərinin alınmasını və substrat kimi dizel yanacağından istifadə olunmasını təklif etmişdir. Rusiyada 1970 – ci illərdə təmizlənmiş n – parafinlər əsasında yem məqsədilə maya gübələyi kğtləsi istehsal edən zavodlar tikilmişdir. Sonralar isə anoloji istehsal prosesi Rumuniyada yapon texnologiyası əsasında qurulmuşdur.

6.2. Mikrob zülalının keyfiyyət xarakteristikası

6.2.1. Zülalın qidalılıq dəyəri

Qidada zğlalın zatişmamazlığı insan səhətinə mənfi təsir göstərir, onun fiziki və zehni qabiliyyətini azaldır, uşaqlarda isə fiziki və zehni inkişafa mənfi təsir göstərir.

Heyvan və quşların saxlanması və artırılması prosesində zəhlal zatişmamazlığı yemin israfına və heyvanların sağlamlığına mənfi təsirə gətirib çıxarır. Qidada yəksək keyfiyyətli zəhlalların zatişmamazlığı dğnyanın bir zox ölkələrində üzəng göstərir.

Zəhlalın bioloji dəyərinin əsas xarakteristikası onun balanslaşdırılmış amin turşuları tərkibinə malik olmasıdır.

Zəhlalların aminturşular tərkibinin balanslaşdırılma norması kimi Ğmumdğnya Səhiyyə Təşkilatı tərəfindən toyuq yumurtasının və ya ana sğdğngn aminturşular tərkibi qəbul edilmişdir. Bu məhsullar aminturşular tərkibinə güərə bir – birinə yaxındır və insan gğzn ən əlverişlidir.

Zəhlalların qiymətləndirilməsi gğzn əvəzolunmayan aminturşuların zəhlaldakı əvəzolunmayan aminturşuların Ğmumi miqdarına nisbəti əsas gütgğlgğr. Bu nisbət faizlə ölgğlgğr və aminturşusunun **skoru** adlanır.

Yemə və ya qidaya əlavə kimi istifadə olunan aminturşu skoru qidanın və ya yemin tərkibində olan zəhlalın aminturşusu skoruna komplementar olmalıdır (onu tamamlamalıdır). Yemə əlavənin və yemin qarışığından alınan aminturşusu skoru etalon zəhlalın skoruna yaxın olmalıdır. Belə tərkibə malik yem əlavəsi kimi soya unu və maya gübələyi kğtləsi istifadə olunur.

Mğxtəlif maya gübələyi şamlarının zəhlallarında lizinin miqdarı 3,8 – 10,2 % təşkil edir. Təbiətdə elə

heyvan və yaxud bitki yoxdur ki, zəhlalındakı lizinin miqdarına gürə maya göbələyinə yaxın olsun.

İnsan və heyvan orqanizmində maya gübələyi biokətləsinin mənimsənilmə dərəcəsi 80 – 90% təşkil edir. Yumurta, sğd, ət və balıq zəhlallarının mənimsənilmə dərəcəsi 100% - ə zadır, bitki zəhlallarının mənimsənilməsi isə 80% - ə yaxındır.

6.2.2. Mikrob biokətləsinin zərərsizliyi

Qida əlavələrinə qoyulan məlum məhdudiyyətlər yem və qidaya əlavə etmək əzğn nəzərdə tutulan mikrob biokətləsinə də şamil edilir. Bu, patogen mikroorqanizmlərin, toksinlərin, ağır metalların, kancerogenlərin və başqa zərərli maddələrin yol verilən normasına da aiddir.

Nuklein turşuları hğceyrənin vacib komponentləridir. Tez büyyən mikroorqanizmlərdə onların miqdarı heyvan və bitki hğceyrələrindəki miqdardan zoxdur. Nuklein turşularının tərkibində olan purin əsasları heyvan orqanizmində metabolizmə uğrayaraq sidik turşusuna zevrilir. Kənd təsərrəfatı heyvanlarında sidik turşusu urikaza enzimi vasitəsi ilə həll olunan allantoin maddəsinə zevrilir. Ona gürə də yemdə purinlərin miqdarının zoxluğu bu heyvanlar əzğn təhləkəsiz sayılır. İnsan orqanizmində urikazanın miqdarı az olduğundan, pis həll olan sidik turşusu yığıla bilir, buda ki, oynaqlarda, büyrəklərdə

daşların əmələ gəlməsi və s. xəstəliklərə gətirib çıxarır.

Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatı insan üçün nuklein turşunun yolverilən miqdarı sutkada 2 qr məəyyən edib.

Məəyyən olunub ki, mikroorqanizmlərin xüsusi böyümə sürəti zox olduqca, onlardan alınan biokətlədə nuklein turşusunun miqdarı da zox olur. Qurudulmuş maya gübələyi biokətləsinin 20 – 30 qramında, bakteriya biokətləsinin 10 – 20 qramında 2 qram nuklein turşusu olur.

Bakteriyanın tərkibində olan lipidlərdə elə komponentlər mövcuddur ki, heyvan orqanizminə onun fizioloji təsiri zox az öyrənilmişdir. Amma bu komponentlər maya gübələyi biokətləsində yoxdur. Bu baxımdan maya gübələkləri təhlükəsiz sayılır.

Beləliklə, zəğallların alınması prosesində iştirak edən heyətdə allergik reaksiyalara səbəb olmayan və patogen olmayan mikroorqanizmlər istifadə edilməlidir. Bu baxımdan ən mənasib olan zürəkbişirmədə istifadə edilən *Saccharomyces cerevisiae* maya gübələyidir.

Bununla belə, istənilən mikrob biokətləsinin zərərsizliyi kimyəvi, sanitari – gigiyenik, veterinar – zootexniki və tibbi – bioloji araşdırmalar nəticəsində qiymətləndirilməlidir.

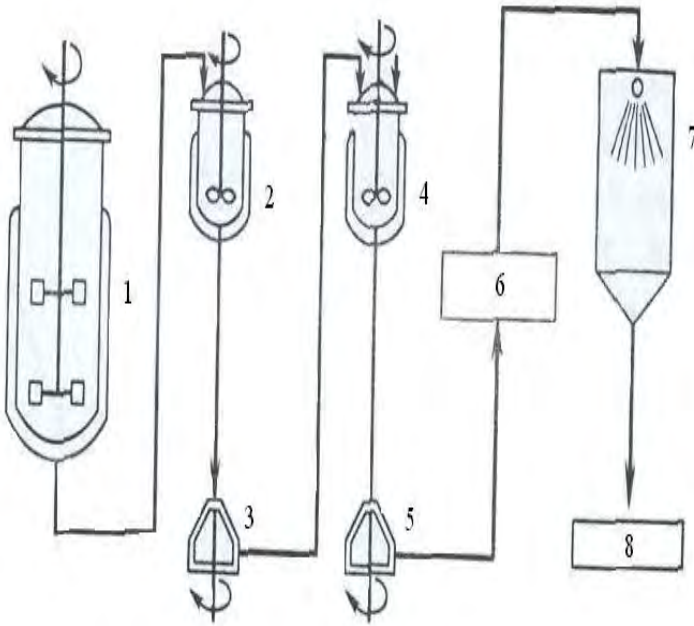
6.3. Mikroorqanizmlərin becərilməsinə nəzarət prosesi və prinsipləri

Mğasir dövrdə zğlalin istehsalı gğzn mikroorqanizmlərin sənayedə istifadəsi xemostat prinsipi ilə işləyən fermentyorlarda aparılır. Fermentyorların həcmi bir nezə kubmetr təşkil edir. Zoxalan mikroorqanizmlər olan mğhitə fasiləsiz mineral maddələrin məhlulu və prosesdə xammal kimi istifadə edilən substrat (ğzvi maddə) daxil edilir. Kultura qarışdırılır, ona hava vurulur və mğəyyən temperaturda saxlanılır. Aerob mikroorqanizmlərin böygmə prosesində əmələ gələn istilik onlar tərəfindən molekulyar oksigenin udulması surətinə tam proporsionaldır. Mikroorqanizmlər tərəfindən udulan hər qram O_2 142,5 kC (3,4 kkal) enerji ayrılır. Soyuducu agent və kultural mğhitin temperatur fərqi zox olduqda, soyudulmaya enerji sərfi az olur. Ona görə, istehsalda termotolerant ştamlardan istifadə daha məqsədəuyğundur. Becərilmə prosesi biokğtlənin zıxımını azaltmayan maksimal temperaturda aparılır. Səmərəli becərilmə prosesi mikroorqanizmlərin oksigenlə limitləşdirilməsi şəraitində aparılır.

Yem məqsədilə maya gübələyi biokğtləsinin alınmasının prinsipial texnoloji sxemi aşağıdakı kimidir (şək.15).

Maya gübələyi hğceyrələri becərildikdən sonra maye qidalı mğhitdən separator vasitəsilə ayırırlar. Əgər miseliumlu gübələklər istifadə olunursa, onda

filtrasiyadan istifadə olunur. Bakterial h ceyr ləri qatıla dırmaq  zg n flotasiyadan da istifadə olunur. Onları adətən yuyub, qatıla dırır, sonra isə 80 – 90 C temperaturda termik təmizləmə aparırlar. Belə təmizləmə nəticəsində alınan xamayab nz r k tl 



Şəkil 15. Yem məqsədilə maya g b l yi biok tl sinin istehsalının sxematik sxemə :
1 – fermentyor, 2 – toplayıcı, 3 – separator,
4 - toplayıcı, 5 – separator, 6 – isitmə, 7 –
quruducu, 8 – qablaşdırma

qurudulur. Qurudulmadan sonra tozşəkili və ya dənəvər məhsul alınır ki, onu da qranulaya zəvirirlər. Məhsulu qablaşdırıb, yem qarışdırma zavodlarına yünəldirlər. Belə zəhlal tərkipli mikrob mənşəli əlavələrə kommersiya adı qoyulur və bu ad mğxtəlif firma və zavodlarda istifadə edilir. Məsələn, Rusiyada n – alkanlardan alınan maya gübələyi kğtləsinə paprin, etanoldan alınana isə eprin deyilir. Mikrobiologiya sənayesində yem zəhlalının emalı ğzğn metabolizmin ğzvi məhsullarının əmələ gəlməsinə və yığılmasına gətirib zıxarmayan ştam və proseslərdən istifadə edilir.

Yem zəhlalının mikrobioloji istehsalı ğzğn elə ştamlar və proseslərdən istifadə olunur ki, təbii biokğtlənin toplanması yetərincə yğksək miqdarda olsun. İstifadə olunan substratda becərilmiş mikroorqanizmdən alınan məhsulun faizlə zıxımı hesablandıqdan sonra ən uyğun substrat və mikroorqanizm sezilir. Məhsulun zıxımı istifadə olunan substrata nisbətən faizlə ifadə olunur. Belə zıxım büyğmənin energetik zıxımından fərqlənir.

Büyğmənin energetik zıxımı (Y_0) aşağıdakı dğsturla mğəyyən olunur:

$$Y_0 = 0,75 \eta / 1-\eta$$

η – istifadə olunan substratın biokğtləyə keçən kimyəvi enerjisidir;

1- η – istifadə olunan substratın kimyəvi enerjinin böyümə prosesində istiliyə zəvrilən hissəsidir.

Mikroorqanizmlərin böyüməsinin vacib şümləşdirilmiş fizioloji xüsusiyyətləri böyümənin şğıreti və səmərəliliyidir.

6.4. Zülali yem məhsullarının alınmasında istifadə edilən xammal və mikroorqanizmlər

6.4.1. Bitki hidrolizatlari

Yem kimi maya gübələklərinin alınması şğızn oduncaq hidrolizati, şğınəbaxan və dğyğ bitkisinin qalıqlari, qarğıdalı cecəsi, pambıq bitkisinin güvdəsi, baqassa (şəkər qamışından şəkər alınandan sonra qalan qalıq) və ya melassa (şəkər zuğundurundan şəkər alınandan sonra qalan qalıq) və başqa sellğloza tərkibli materiallardan istifadə edilir. Bu xammallar hər il tullantı kimi əmələ gəlir.

Maya gübələyi biokğtləsinin istehsalının zatışmayan cəhətləri xammalların yığılması və daşınmasındakı çətinliklərlə bağılıdır.

Hidrolizatlarda maya gübələklərinin becərilmə prosesi qeyri – steril şəraitdə aparılır və kənar bakteriyaların inkişafı qidalı mğhitin turşulaşdırılması (təxminən pH 4,0) ilə məhdudlaşdırılır. Hidrolizatların tərkibində furfurol vardır ki, maya gübələklərinin inkişafına mənfi təsir güstərir.

Laboratoriyalarda sezilmiş ştamlar istifadə olunan şəkərə güərə biokətlənin yəksək zıxımını təmin edir.

Bitki hidrolizatlarından yem kimi maya gübələyi biokətləsinin alınması zamanı istifadə edilən ştamlar *Candida*, *Trichosporon*, *Hansenulla*, *Zygafabospora* cinslərinə aiddirlər.

6.4.2. Neft karbohidrogenləri

Karbohidrogenli məhitdə mikroorqanizmlərin becərilməsinin məmkənləyğ əsaslı üyrənilib. Karbohidrogenləri mənimsəmək qabiliyyəti *Candida* cinsli maya gübələklərində, miseliumlu gübələklərdə, xəsusilə *Aspergillus* və *Fusarium* cinsli, *Mucoraceae* fəsiləsindən olan gübələklərdə və məxtəlif bakteriyalarda vardır.

Təbiətdə neft karbohidrogenlərini mənimsəmək qabiliyyəti karbohidrogenlər olan yerlərdə inkişaf etmiş mikroorqanizmlərdə olur. Bununla əlaqədar neft məhsulları dğşməğş tullantı suları, torpaq, karbohidrogen mənimsəyən mikroorqanizmlərin mənbəyi kimi istifadə oluna bilər.

Karbohidrogen olan məhitlərdə miseliumlu gübələklərin dərin becərilməsi miseliumun və karbohidrogenin qarışdırılma zamanı zəif təmas səbəbindən zətinləşir.

Bəzi mikobakteriyalar karbohidrogenli məhitdə becərildikdə mumabənzər kapsulla ilə ürtəlgər ki, bu da aqlətinasiyaya səbəb olur. Normal alkanlarda

becərilən, saprotrof mikobakteriyalarda olan toksiki komponentlər, onların biokətləsinin yem əlavəsi kimi istifadəsinə imkan vermir.

Bəlgən sinif karbohidrogenlər mikroorqanizmlər üçün substrat ola bilər, lakin bir qayda olaraq böyümə prosesi alkanda olan zəncirin uzunluğundan asılı olaraq müxtəlif intensivlikdə gedir. Maya gübələkləri $C_{11} - C_{14}$ zəncirə malik n – alkanları böyük sürətlə mənimsəyir, $C_{15} - C_{18}$ zəncirli n – alkanları orta sürətlə və $C_{23} - C_{24}$ zəncirli n – alkanları isə zəif mənimsəyirlər. $C_6 - C_9$ zəncirli alkanlar maya gübələkləri tərəfindən nəinki pis mənimsənilir, hətta onların bəziləri toksiki təsir göstərir.

Normal alkanlarda becərilən maya gübələklərinin böyüməsi zamanı əlavə məhsulların alınması məsələsi ayrıca üyənilmişdir. Aparılmış araşdırmalar bir zox üçün turşuların, məsələn, limon, izolimon və α – ketoqlətar turşularının bu yolla alınmasının mümkünlüyünü göstərmişdir.

Mikroorqanizmlərin maye karbohidrogenli mühitdə dərin becərməsi zamanı həceyrələrin zoxalması su – karbohidrogen qarışığından ibarət emulsiyada baş verir. Çzvi substratın qatılığı kimi vahid həcmdə olan parafin damcının səthi gütlərlər.

6.4.3. Xammalın digər növləri

Son onilliklərdə ümumi maddələrin istehsalı üçün yeni xammal növlərinin axtarışına xüsusi diqqət

verilir. Bu məqsədlə karbon qazını avtotrof mənimsəyən fototrof mikroorqanizmlər üyrənilir.

Zəhlali maddələrinin alınması məqsədilə yosunların becərilməsi artıq bir zox ölkələrdə həyata keçirilib. Hal – hazırda xlorella və başqa yosunların biokətləsinin səmərəli biostimulyator kimi istifadəsi həyata keçirilib. Bu cəhətdən sianobakteriyaların (spirulina) becərilməsinə daha zox diqqət verilir. Belə ki, Zəd gülğ rayonunun sakinləri qədim zamanlardan bəri spirulinanı qida kimi istifadə edirlər.

Zəhlali yem məhsullarının mikrobioloji yolla alınması gəzğn perspektivli substratlar kimi hidrogen qazı (hidrogen mənimsəyən bakteriyalar gəzğn) metil və etil spirtləri ola bilər.

Bir zox bakteriyalar etanolu (etil spirtini) istifadə etməklə inkişaf edə bilirlər. Etanol istifadə etməklə biokətlənin zıxımı sərf edilən spirtin 50% təşkil edir. Almaniya və İngiltərədə yem məqsədilə bakterial biokətlənin sənayedə istehsalı metanol (metil spirti) əsasında həyata keçirilir və produsent kimi *Methylomonas clara* istifadə edilir. *Hansenula*, *Pichia* və *Candida* cinsli maya gübələklərinin də metanolu mənimsəmək qabiliyyəti aşkarlanıb. Məxtəlif maya gübələkləri etanol istifadə etməklə böyğyğrlər. Etanolun maya gübələkləri vasitəsilə metabolizmi yaxşı üyrənilib. Etanolu qidalı məğhitdə maya gübələyi biokətləsinin zıxımı 80% və daha da zox ola bilər. Bu gəzvi substratın oksidləşməsi zamanı alınan

enerji, normal alkanların oksidləcməsi zamanı alınan enerjidən zox səmərəlidir.

İngiltərədə *Fusarium* gübələyindən qida məqsədilə zəhlal istehsal olunur. Bu məhsul mikroprotein adlanır və qida əlavəsi kimi müxtəlif qidalara qatılır.

Zexiya Respublikasında *Candida utilis* maya gübələyini etanolda becərməklə biokətlənin kizik istehsalı yaradılıb. Alınan biokətlədən zəhlal ayrılıb kolbasalara və digər ət məhsullarına əlavə edilir. Amerika Birləşmiş Ştatlarında etanolda becərməklə alınmış *Candida utilis* maya gübələyinin qurudulmuş biokətləsi torutin adlanır və qida məhsullarına əlavə olunur.

Rusiyada *Saccharomyces cerevisiae* maya gübələyini etanolda becərməklə biokətlə alınması texnologiyası hazırlanıb. Bu gübələyin biokətləsinin zıxımı *Candida utilis* maya gübələyinin zıxımına nisbətən azdır. Lakin saxaromisetlərin zəhlalının tərkibdə lizinin miqdarı zox yəksəkdir (biokətlənin quru zəkisinin təxminən 10%).

6.5. Vaksinlərin alınması

Vaksinlər, insan və heyvanlarda aktiv immunitet yaranmasına səbəb olan preparatlara deyilir. Vaksinləri həm patogen mikroorqanizmlərin üzəndən, həm də onların həyat fəaliyyəti məhsullarından alırlar.

İlk vaksin XVIII əsrin sonlarında İngilis həkimi E.Cenner (1749 – 1823) tərəfindən alınmışdır. O, zizək xəstəliyinə tutulmuş danaların (Vacca – inək) ziçək kapsulasının tərkibindəki mühtəviyyatdan həmin xəstəliyə qarşı peyvənd kimi istifadə etməyi təklif etmişdir. Vaksinlər barədə sonrakı araşdırmalar Fransız alimi Luis Pasterin (1822 – 1885) işləri ilə bağlıdır. Paster xarici şəraitin dəyişməsinə vacib amil kimi qəbul edərək, aktiv immunizasiya təlimini yaratdı.

İndiki zamanda aktiv alınan vaksinləri 4 əsas qrupa bəlmək olar: 1) canlı vaksinlər – zəifləndirilmiş və ya irsi dəyişikliklərə məruz qalmış xəstəlik türədicilərindən ibarət olanlar; 2) ülg vaksinlər – xəstəlik türədicilərinin mğxtəlif ğsullarla üldğrglmğş hğceyrələrindən ibarət olanlar; 3) anatoksinlər (toksinlər) – mikrob hğceyrəsinin həyat fəaliyyətinin məhsullarından ibarət olan vaksinlər; 4)kimyəvi vaksinlər – mikrob hğceyrəsindən kimyəvi yolla ayrılmış komponentlərdən ibarət olanlar.

Bğtğn vaksinlərdən ən ilkini canlı vaksinlərdir. Sonralar məlum oldu ki, immunogen xassə həm canlı, həm də ülg mikroorqanizmlərə, hətta onların lizatında olan bəzi komponentlərə məxsusdur.

Ülg vaksinlər qızdırılma və ya mikroorqanizmlərə digər fiziki və kimyəvi təsirlər etməklə alınır. İstifadə edilən metoddan asılı olaraq

qızdırılmış, fenollu, formalinli, spirtli, asetonlu vaksinlər müvcuddur.

Vaksinlərin istehsalı bir neçə texnoloji mərhələlərə bölünür:

- 1) Mikroorqanizmlərin biokətləsinin və ya onların həyat fəaliyyətinin məhsullarının toplanması.
- 2) Mikroorqanizmlərin inaktivləşməsi, təmizlənməsi və liofilləşməsi.
- 3) Tətbiq şüurlarından asılı olaraq vaksinlər məhlul və həb şəklində qablaşdırılır.

6.5.1. Qarınıyatalağı vaksininin alınması

Qarınıyatalağı vaksininin hazırlanması gəzən qarın yatalağı türədən bakteriya şamları mğxtəlif təsirlərlə dəyişdirilir. Bu şamlardan biri *Salmonella typhi* 4446 kulturasıdır.

Quru korpuskulyar qarınıyatalağı vaksininin istehsal prosesi bir neçə mərhələdən ibarətdir: ilkin kulturanın alınması, ilkin kulturanın becərilməsi, alınmış hğceyrənin inaktivləşdirilməsi, vaksinin hazırlanması, ampulalara doldurulması, liofilizasiyası və ampulaların bağlanması.

Qarınıyatalağı bakteriyaları yarımsintetik qidalı mğhitdə acerasiya şəraitində becərilir. Hal – hazırda vaksinin istehsalı mğxtəlif həcmli paslanmayan poladdan hazırlanmış reaktorlarda dərin becərilmə metodu ilə aparılır. Kulturanın becərilməsi gəzən

reaktora 1 l qidalı mğhitə 1 l hesabı ilə steril havanın verilməsi tələb olunur.

Vaksinın hazırlanması gəzgn dərin becərilmə gşulu ilə alınan mikrob hğceyrələri 96% - li etil spirti ilə 2 dəfə qarışdırılmaqla inaktivləşdirilir. Buna görə də vaksinə spirtli vaksin də deyilir. Sterilliyə və immunogenliyə qarşı mğəyyən olunmuş nəzarəti keçəndən sonra, inaktivləşdirilmiş hğceyrələr tərkibində 0,25% fenol olan natrium xlor duzunun izotonik məhlulu ilə qarışdırılır. Fenol konservant rolunu oynayır.

Spirtli vaksinin 1 ml – də 5 mlrd mikrob hğceyrəsi olur. Ampulaya tükəlmüş vaksin – 40 – 50°C temperaturda dondurulur və sublimasiya qurğusunda qurudulur, sonra ampulalar vakum altında qapanır.

6.5.2. Bi – antigenin təmizlənmiş preparatının alınması

Məlumdur ki, Bi – antigen O – antigenlə kompleks şəklində orqanizmdə immunitetin yaranmasını təmin edən əsas komponentlərindən biridir. Ona görə də, bu antigenləri mikrob hğceyrəsində yəksək immunogen aktivliyində saxlamaq və ya aktivliyi azaltmadan hğceyrədən ayırmaq vacib şərtidir.

Mikrob hğceyrəsində Bi – antigeni hğceyrənin xarici gšt qatında yerləşir və asanlıqla ətraf mğhitə

kezə bilir. Bi – antigenin polimer zəncirinin struktur vahidi α – asetilamin – 2 – dezoksi – D – qalakturon turşusudur. Bi – antigeninin alınma prinsipi ondan ibarətdir ki, qarın yatalağı bakteriyasının quru kətləsinin su ekstraktı alınır, sonra bu ekstraktdan etil spirti vasitəsilə 3 dəfə zükdərməklə əldə olunur.

Alınmış quru Bi – antigeni natrium xloridin izotonik məhlulunda 1 ml – də 400 mkq qatılığa qədər həll olunur, 5 ml həcmində ampulalara tükəlgir və həlledici qismində etil spirti istifadə edilir. Bi – antigeni başqa vaksinlərin zənginləşdirilməsində və ya monovaksin kimi istifadə edilir.

6.5.3. Anatoksinlərin alınması

Vaksin preparatlarının bakteriyanın ekzoməhsullarından alınması nəmunəsi kimi tetanus anatoksininin istehsalını göstərmək olar.

Tetanusun törədicisi spor əmələgətirən anaerob *Clostridium tetani* bakteriyasıdır və zox gəclə ekzotoksin əmələ gətirir. Bu toksin neyrotrop təsirə malikdir. Təmiz şəkildə alınmış anatoksin antigen və immunogen xassələrini saxlamaqla yanaşı toksiki təsirə malik olmur.

Anatoksinin istehsalında *C.tetani* bakteriyasının vaksin şamları istifadə edilir və kazein hidrolizəti olan qidalı məhəddə becərilir. Tetanus anatoksinin istehsal sikli digər bakterial vaksinlərin alınma siklinə oxşardır: anaerob şəraitdə bakteriyaların yetişdirilməsi

(mikrob biokətləsi və ya ekzotoksin alınması), toksinin inaktivasiyası, təmizlənməsi, alqminium hidroksidi üzərində adsorbsiyası, qablaşdırma və texniki nəzarət.

Təmizlənməmiş və adsorbsiya olunmuş tetanus anatoksini, homogen suspenziyalı ağımtıl və ya sarımtıl rəngə malik maye preparatdır.

6.5.4.Virus preparatlarının (vaksinlərin) alınması

Son zamanlarda canlı vaksinlər kimi virus preparatları geniş istifadə olunur. Virusların becərilməsi toyuq, ürdək və bildirzın embrionlarında və ya toxuma kulturalarında aparılır. Virus preparatları ilə iş zamanı sterillik qaydalarına ciddi əməl olunması tələb olunur.

Toxumaların becərilməsi üzgən xəssusi mğrəkkəb tərkibli qidalı mğhitlərdən istifadə edilir. Toxuma kulturası üzərində virusların zoxalması şgşə qablarda aparılır.

Virus vaksinlərinin hazırlanmasında da virus kətləsinin toplanması və təmizlənməsi həyata keçirilir. Kənar qarışıqlardan (kobud əlavələrdən) təmizləmə separasiya yolu ilə həyata keçirilir. Sonda virus tərkibli maye bakterioloji filtdən şgəzəlməklə sterilizə edilir. Vaksinin ciddi yoxlanılmasından sonra o qablaşdırılır, maye preparat qismində istifadə olunur və ya liofilizasiya ilə qurudulur. Virus vaksinləri ülgə də ola bilər.

6.5. Vaksinlərə qoyulan tələblər

Bəlgən vaksinlər onların mənşəyindən asılı olmayaraq məğyyən tələblərə cavab verməlidir. Bu tələblər olmadan aktiv immunizasiya keçirilə bilməz.

1. Vaksinlər ciddi steril olmalı və kənar qarışıqlara malik olmamalıdır.
2. Vaksinlər zərərsiz olmalıdır. Onlar laborator heyvanlar üzərində yoxlanılmalıdır.
3. Vaksinlər standart olmalıdır. Bəlgən ampulalarda eyni miqdarda vaksin olmalı, eyni və ya yaxın antigenlik və immunogenlik keyfiyyətə malik olmalıdır.

6.7. Digər müalicəvi – profilaktik preparatlar

6.7.1. Bakteriofaqlardan alınan preparatlar

Bir zox infeksiyaların məğalicəsi və profilaktikası zamanı başqa preparatlarla yanaşı bakteriya virusları – bakteriofaqlar istifadə olunur. Onlar patogen bakteriyalara qarşı yüksək həssaslığa malik olmaları ilə sevilirlər. Onların sezici təsiri antibiotik və başqa kimyəvi terapevtik vasitələrdən daha yüksəkdir. Bakteriofaqlar normal mikrobiotaya təsir etmirlər. Onlar üzvləri normal mikrobiotaya daxildir. Bir zox faqların təbii yaşama məğhiti fekalidir, onlara fekali ilə zirkələnmiş sularda rast gəlinir.

Bakteriofaq fenomenini 1898 – ci ildə ilk dəfə N. F. Hamaley müşahidə etmiş, lakin təmiz şəkildə 1917 – ci ildə isə – Kanada alimi F. Derell (1873 – 1949) tərəfindən alınmışdır. Onun kəşf etdiyi bakteriofaq dizenteriya züpəndə parazitlik edəndir. 1930 – 40 – cı illərdə bakteriofaqlardan patogen bakteriyalara qarşı profilaktik preparatlar alınmış və istifadə olunmuşdur. Onların arasında ən geniş yeri bağırsaq infeksiyalarına (dizenteriya, qarın yatalağı, salmonelyoz və s.) qarşı olan bakteriofaqlar tutur.

Maye bakteriofaqların istehsalının texnoloji prosesi aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir: hər hansı bir nüv faqın istehsalı gəzən şamların sezilməsi, ilkin bakteriofaqların alınması, maye bakteriofaqların hazırlanması, hazır preparatın sterilliyinin zərərsizliyinin və litik aktivliyinin yoxlanılması və preparatın qablaşdırılması.

Quru bakteriofaqın alınması gəzən maye faq qatılaşdırılır, qurudulur, həb halına salınır və turşuyadavamlı örtüklə örtülür.

6.7.2. Bağırsaq mikrobiotasını normallaşdıran bakterial preparatlar

İnsan orqanizmi və onu əhatə edən mühit üzləşməndə vahid bir ekoloji sistemdir. Bu sistemdə insanın simbiotik mikrobları böyük rol oynayır. Lakin normal mikrobiotanın pozulması (disbakterioz) bir çox amillərin (məsələn; ilin fəsilləri, qidanın

xarakteri, iqlim – coğrafi şəraitin dəyişməsi, antibiotiklərin istifadəsi və s.) təsiri ilə baş verir.

Disbakterioz – mğrəkkəb proses olub, bir zox xəstəlikləri ağırlaşdırır və ya patogenezdə əsas rol oynayır. Bu halda mğxtəlif klinik təzahırlər meydana zıxır: stafilokoklu, proteyli, kandidozli və digər etioloji sepsislər (səpmələr) mğşahidə olunur. Bunlardan başqa bağırsağın disfunksiyası baş verə bilər.

Bu hallarda kompleks mğalicə vasitələrindən bakterioterapiya ğsulu (normal bağırsaq mikrobiotasından olan canlı mikroblardan alınan preparatların tətbiqi) daha zox əhəmiyyət kəsb edir. Bu preparatlara koliobakterin, laktobakterin və bifidiumbakterin aiddir.

Kolibakterinin əsasını geniş diapozonla patogen və şərti patogen mikroblara qarşı antaqonistik aktivliyi ilə sezilən ştamın canlı hğceyrələri təşkil edir.

Quru kolibakterin adi bağırsaq züpğnğn (*Esheria coli* M – 17) liofilizə olunmuş canlı hğceyrələrindən ibarət olub, ampula və flakonda qablaşdırılmış halda və ya həb şəklində buraxılır.

Kolibakterinin istehsalının əsas texnoloji prosesi aşağıdakılardır: Əvvəlcə, anabioz halında olan kultura maye və bərk qidalı mğhitlərə əkmək ğsulu ilə bərpa edilir. Sonra isə 37°C temperaturda reaktorlarda aerob şəraitdə becərməklə biokğtlə alınır. Suspenziyanın 1ml – də adətən 35 – 40 mlrd. canlı

bakteriya həcyrəsi olur. Suspenziya ampulalara tükğlğb dondurulur və qablaşdırmaq gğğn hazırlanır.

Kolibakterin həb şəklində və yaxud başqa dərman formalarında şğşə flakonlara qablaşdırılır, hava və rğtubət daxil olmayan şəraitdə saxlanılır. Quru kolibakterinin tərkibində 10 mlyarddan az olmayaraq canlı mikrob həcyrəsi olmalıdır.

Kolibakterin mğxtəlif mənşəli xroniki kolitlərin, qeyri – spesifik xorali kolitlərin və disbakteriozların mğalicəsində istifadə edilir.

Laktobakterin və bifidobakterin insan həyatının ilk gğnlərindən onun sinbiontlarıdır. Bu, uşaqların həyatının ilk gğnlərindən onların mğalicəsi və profilaktikası gğğn istifadə edilir.

Laktobakterin və bifidobakterin ampulalarda və flakonlarda qablaşdırılmış və ya həb şəklində hazırlanmış üzğ – üzlğyğndə mğvafiq sğdturşusu bakteriyalarının liofilizasiya olunmuş kulturalarıdır.

Bifido və laktobakterinin istehsal texnologiyası prinsip ehtibarı ilə kolibakterinin alınma texnologiyası ilə eynidir. Bunları bir – birindən fərqləndirən cəhət isə becərilmə şəraiti, qidalı mğhitin tərkibi və fizioloji xğsusiiyyətləridir.

Bifidobakterin *Bifidobacterium bifidum* bakteriyası əsasında alınır və onun tərkibi $10^8 - 10^9$ canlı bakteriya həcyrəsindən ibarət olur.

Bifidobakterin uşaqlarda və böyğklərdə xroniki kolitlərin, naməlum mənşəli bağırsaq pozuntularının,

antibiotik istifadəsi zamanı yaranan disbakteriozun müalicəsində istifadə olunur.

Laktobacterinin istehsalı üçün *Lactobacillus fermentii* və *L. plantarium* sağdırşusu bakteriyası kulturalarından istifadə olunur. Bu sağdırşusu bakteriyalarının antibiotiklərə qarşı davamlılığı daha zox mənə kəsb edir. Bu preparatlar antibiotiklə müalicə zamanı paralel olaraq profilaktik tədbir kimi istifadə olunur.

VII FƏSİL

ANTİBİOTİKLƏRİN ALINMASI

7.1. Antibiotiklərin ümumi xüsusiyyətləri

Antibiotiklər – orqanizmlərin həyatı fəaliyyəti zamanı əmələ gələn spesifik maddələrdir. Onlar həceyrələrin metabolizminin son məhsullarıdır.

Antibiotiklər bakteriyalar, gübələklər, bitki və heyvan orqanizmlərində sintez olunur. Təbabətdə geniş tətbiqə malik olan ilk antibiotikin kəşfi Şotland mikrobioloqu A. Fleminqin (1881 – 1955) adı ilə bağlıdır.

“**Antibiotik**” termini elmi ədəbiyyata 1942 – ci ildə Amerika alimi S. Vaksman (1888 – 1973) tərəfindən gətirilmişdir. Antibiotiklər, mikroorqanizmlərin böyüməsinin qarşısını alan spirtlərdən, üzvi turşulardan və digər maddələrdən fərqli olaraq, yüksək bioloji aktivliyi ilə sevilirlər. Belə ki, bakteriyaların böyüməsinin qarşısını almaq üçün eritromisin antibiotikinin minimal qatılığı 0,01 – 0,25 mq/ml – dir. Belə az qatılıqda spirtlər və üzvi turşular bakteriyaların böyüməsini tormozlaya bilmirlər. Bundan əlavə, antibiotiklər sezici bioloji təsirə də malikdirlər. Bəzi antibiotiklər zox az sayda mikroorqanizm nüvlərinə təsir göstərir, digərləri isə zox geniş təsir spektrinə malikdirlər.

Hal – hazırkı dövrdə müxtəlif qurup orqanizmlər tərəfindən sintez olunan 6000 – ə yaxın

antibiotik məlumdur. Antibiotiklərin zoxu (3000 – 6 qəder) aktinomisetlər tərəfindən sintez edilir.

Antibiotik maddələrin sənaye miqyasında alınması əsasən bioloji sintezlə və ya biosintez yolu ilə alınmış antibiotikləri kimyəvi modifikasiyaya uğratmaqla həyata keçirilir. Zox az antibiotiklər, məsələn, xloramfenikol kimyəvi sintez yolu ilə alınır.

Sənaye miqyasında alınan antibiotiklərin produsentləri əsasən bakteriyalar, o cümlədən aktinomisetlər (budaqlanan bakteriyalar) və miseliumlu gübələklərdir.

7.2. Əsl bakteriyalar tərəfindən sintez olunan antibiotiklər

Bakterial mənşəli antibiotiklərə təxminən 600 adda olan maddələr aiddir. Lakin bunların zox az sayı sənayedə istehsal olunur. Bunlara, *Bacillus brevis* var. kulturası tərəfindən sintez olunan qramisidin C, *Bac. polymyxa* və *Bac. circulans* tərəfindən sintez olunan C və B polimiksinlər, *Bacillus polylicheniformis* tərəfindən sintez edilən basitrasinlər, *Streptococcus lactis* kulturası tərəfindən sintez olunan nizinlər aiddir.

Bakterial mənşəli antibiotiklərin fərqli cəhətləri onların kimyəvi quruluşuna görə polipeptidlərə və aşağı molekullu zəhləllərə aid olmasıdır. Bir produsent adətən kimyəvi quruluşuna görə yaxın olan bir neçə antibiotik sintez edə bilər. Ona görə bakteriyaların

sintez etdikləri antibiotik qrupu vardır. Məsələn, bakteriya tərəfindən sintez edilən qramisidinlərin aminturşular tərkibinə görə fərqlənən 5 forması müvcuddur. Polimiksinlərin 22 forması vardır. Səldturşu streptokokları tərəfindən sintez olunan nizinin 7 formsı məlumdur. Nizin, streptokoklar tərəfindən sintez olunan bğtğn zğlalların 20% - ni təşkil edir və yalnız o, yğksək bioloji aktivliyə malikdir.

7.3. Budaqlanan bakteriyalar (aktinomisetlər) tərəfindən sintez olunan antibiotiklər

Aktinomiset mənşəli antibiotiklərin 3000 – ə yaxın nüvğ məlumdur. Sənayedə istehsal edilən və geniş tətbiq sahəsinə malik olan antibiotiklərin zoxu aktinomisetlər tərəfindən sintez olunan maddələrdir. Bunlar mğxtəlif kimyəvi qurluşa və geniş bioloji təsir spektrinə malik maddələr qrupudur. Birinci qrupa molekulunda qlğkozid rabitəsi olan və aminoqlğkozid adlanan maddələr daxildir. Məsələn, *Streptomyces griseus* tərəfindən sintez edilən streptomisin, *Streptomyces fradiae* və *Str. albogriseolus* tərəfindən sintez olunan neomisinlər, *Str. kanamyceticus* kulturasının əmələ gətirdiyi kanamisinlər, *Micromonospora purpurea* bakteriyasının sintez etdiyi gentamisinlər, *Micromonospora vasterospora* – nın əmələ gətirdiyi fortimisinlər.

İkinci qrup maddələrə tetrasiklinlər aiddir. Bunlar kimyəvi quruluşuna görə bir – birinə yaxın və geniş təsir spektrli antibiotik maddələrdir. Tetrasiklinlərə *Streptomyces aureofaciens* tərəfindən sintez edilən klortetrasiklin, *Str. rimosus* tərəfindən sintez olunan oksitetrasiklin, *Streptomyces aureofaciens* tərəfindən sintez olunan tetrasiklin.

Üçüncü qrupa 20 – dən çox nüvə aid aktinomisetlər tərəfindən sintez olunan aktinomisinlər aiddir. Bu bakteriyaların xarakterik nümayəndələri *Streptomyces antibioticus*, *Str. chrysomallus*, *Str. flavus* bakteriyalardır. Bir çox aktinomisinlər bədən xəstəliyi şifələri üçün müalicəsinin qarşısını alma xüsusiyyətinə malikdirlər.

Dördüncü qrup antibiotiklər makrolidlər adlanırlar. Bu qrupa çoxlu birləşmələr aiddir və onların geniş tətbiq olunanları eritromisin, maknamisin, oleandomisinidir. Bioloji təsirinə görə makrolidlər 2 qrupa bölünür; antibiotiklər, qrammüsbət bakteriyaların inkişafını tormozlayanlar və gübələyə qarşı aktiv olanlar, lakin digər bakteriyalara az təsir edənlər. Birinci qrupa *Str. erythreus* tərəfindən sintez olunan eritromisin və *Str. antibioticus* bakteriyasının əmələ gətirdiyi oleandomisin aiddir.

Beşinci qrupa aid olan anzamisın antibiotiklər aktinomisetlər, nocardiyalar və bəzi ali bitkilər tərəfindən sintez edilir.

Anzamisınlar bakteriyalara, bəzi viruslara və bir sıra mikroskopik eukariotlara antibiotik təsir göstərilir. Onlardan ən tanınmışları *Str. spectabilis* tərəfindən sintez edilən streptovarisinlər və *Nocardia mediterranea* tərəfindən sintez edilən rifamisinlərdir. Aktinomiset mənşəli geniş tətbiq olunan antibiotiklərdən biri *Str. spheroides* tərəfindən sintez olunan novobiosindir. Bu antibiotik mǧxtəlif nüv pnevmoniyalara, enterokokklara, fleqmalara, anginalara və yara infeksiyalarına qarşı tətbiq olunur.

7.4. Miseliumlu gübələklər tərəfindən sintez olunan antibiotiklər

Miseliumlu gübələklər təxminən 1200 – ə yaxın antibiotik əmələ gətirirlər. Ən zox maraq kasb edən penisillinlər, sefalosporinlər, qrizeofulvinlər, trixotesinlər və başqalarıdır.

Penisillinlər *Penicillium* cinsinin mǧəyyən nüvləri və *Aspergillus* cinsinin bəzi nüvləri tərəfindən sintez olunur. Penisillin sənayedə *Penicillium chrysogenum* nüvlǧ gübələkdən alınır. Fumaqillin *Aspergillus fumigatus* kulturası tərəfindən sintez olunur və bakteriofaqlara, streptokokklara gǧclǧ təsir göstərir. Qrizeofulvin *Penicillium* cinsindən olan *P. nifricans* və *P. urticae* tərəfindən sintez olunur. Trixotesin *Trichothecium roseum* gübələyi tərəfindən sintez edilir, gǧclǧ antifunqal təsirə malikdir və

Fusarium, *Penicillium*, *Aspergillus* cinsli fitopatogen gübələklər əleyhinə istifadə olunur.

7.5. Antibiotiklərin mikroorqanizmlər tərəfindən biosintezinin artırılması yolları

Təbii mənbələrdən alınan mikroorqanizmlər zox aşağı antibakterial aktivliyə malik olmaları ilə sevilirlər. Məsələn, torpaqdan ayrılmış *Penicillium chrysogenum* gübələyinin müxtəlif ştamlarının əmələ gətirdiyi penisillin 10 – 30 vahid/ml – dən zox olmur. Əlbətdə, sənaye miqyasında belə ştamlardan istifadə etmək səmərəli deyil. Hal – hazırki dövrdə sənayedə belə ştamlar deyil, 100 – 2000 dəfə zox antibiotik əmələ gətirən ştamlar istifadə edilir. Məsələn, mutasiya yolu ilə alınmış *Penicillium chrysogenum* ştamı 250000 vahid/ml penisillin əmələ gətirir.

Antibiotik sintez edən mikroorqanizmlərin sintez qabiliyyəti 2 ½-sulla artırıla bilər:

- 1) ilkin ştamlardan yüksək aktivliyə malik yeni genotiplərin alınması;
- 2) produsentin becərilməsi üçün optimal şəraitin sezişməsi.

Yeni genotiplər iki yolla əldə olunur: mutasiya və rekombinasiya. Mutasiya və seleksiya produsentin xassəsinin yaxşılaşdırılmasının əsas ½-sulu kimi istifadə olunur. Mutasiya, ilkin ştama gəclə mutagenlər vasitəsilə təsir etməklə alınır. Alınan

mutant vasitəsilə maksimum antibiotik sintez olunması üçün optimal şəraitin sezilməsi zox vacibdir.

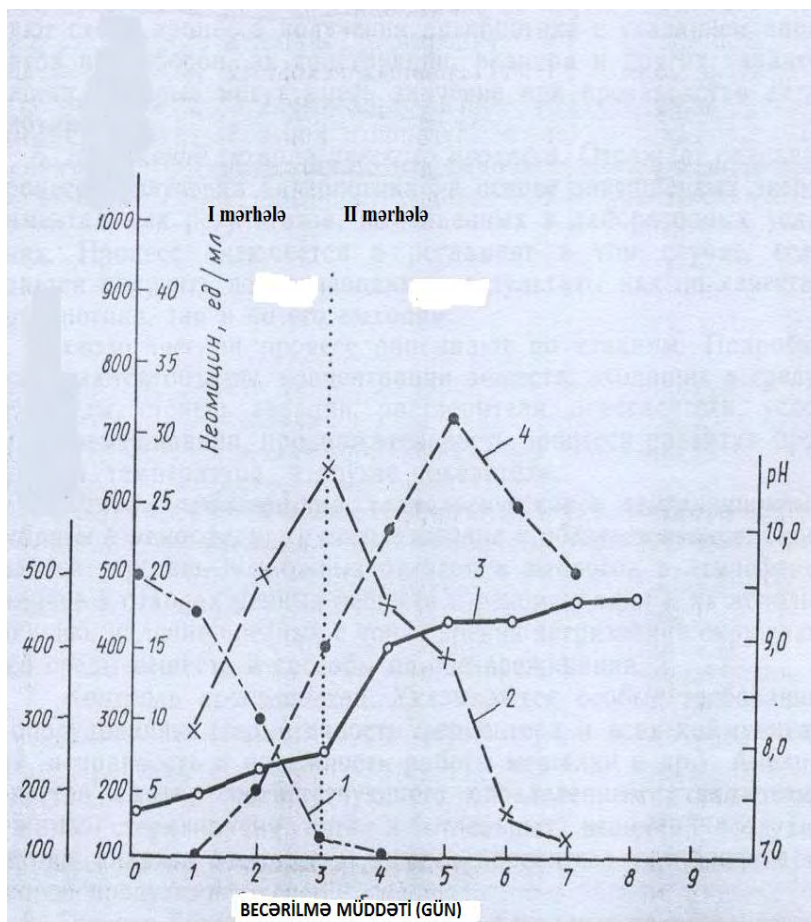
Optimal şərait dedikdə qidalı mğhitin tərkibi, aerasiya, temperatur, mğhit turşuluğu (pH) və bu kimi amillər nəzərdə tutulur.

Qidalı mğhitin sezimi zamanı azot, fosfor və karbon mənbələri, vitaminlər və mikroelementlər, bu komponentlərin qatılığı və onların bir – birlərinə olan nisbəti nəzərə alınır.

7.6. Antibiotiklərin produsentlərinin inkişafının ikimərhələliyi

Antibiotik maddələrinin produsentlərinin (mikroorqanizmlərin) inkişaf prosesi, bir qayda olaraq, ikimərhələli xarakter daşıyır. İnkişafın birinci mərhələsi tropofaza adlanır. Bu mərhələ qidalı mğhitdəki substratın intensiv mənimsənilməsi və biokətlənin toplanması ilə xarakterizə olunur. Bu vaxt antibiotikin biosintezi ya baş vermir ya da ki, zox az baş verir (şək. 16).

İkinci mərhələ idiofaza adlanır. Bu mərhələ biokətlənin miqdarının azalması ilə xarakterizə olunur. Həceyrələrin avtolizi baş verir, mğhitin turşuluğu artır və antibiotikin intensiv biosintezi gedir. Deməli, antibiotikin intensiv biosintezi produsentin inkişafının zəifləməsi (biokətlənin azalması) vaxtı baş verir.



Şəkil 16. *Streptomyces fradiae* 3535 ştamının sintetik qidalı mühitdə inkişafı və neomisin əmələ gətirməsi: 1-qlükozanın mənsimənməsi, 2-biokütlənin toplanması, 3-pH dəyişməsi, 4 – neomisin əmələ gəlməsi

7.7. Antibiotiklərin sənayedə istehsalı

Antibiotiklərin sənaye istehsalının əsasında bir sıra mərhələlər durur: yüksək məhsuldarlığa malik ştamların alınması, antibiotikin maksimal biosintezinə nail olmaq üçün optimal şəraitin yaradılması, antibiotikin ayrılması və təmizlənməsi üçün müvafiq metodların seçilməsi, antibiotikin preparativ hala salınması və keyfiyyətinə nəzarət.

Antibiotiklərin istehsalı dünyanın bir çox ölkələrində geniş inkişaf etmişdir. Məsələn, təkcə Rusiyada ildə 20000 tondan çox antibiotik istehsal olunur.

Antibiotiklərin sənayedə istehsalı müərkəb, çoxmərhələli prosesdir: 1) antibiotik əmələ gətirən produsentin becərilməsi üçün qidalı mühitin və əkin materialının hazırlanması; 2) antibiotikin biosintezi; 3) kultural mayenin qabaqcadan işlənməsi; 4) antibiotikin ayrılması və təmizlənməsi; 5) hazır məhsulun alınması və qablaşdırılması.

Antibiotik produsentinin becərilməsi üçün qidalı mühitin və əkin materialının hazırlanması. Hər bir antibiotik produsentinin üzg üçün aşağıdakı tələblərə cavab verən optimal qidalı mühit hazırlanır: a) produsentin yaxşı böyüməsini və antibiotikin maksimal biosintezini təmin etməli; b) ucuz və asan tapılan komponentlərdən ibarət olmalı; c) yaxşı sızğılmə qabiliyyətinə malik olmalı; d) antibiotikin

zox qənaətli və səmərəli alınma metoduna imkan verməli.

Antibiotikin alınmasında əsas və vacib əməliyyatlardan biri əkin materialının hazırlanmasıdır. Antibiotikin produsenti əvvəlcə yüksək fizioloji aktivliyi təmin edən zəngin tərkibli qidalı mğhitdə becərilir, sonra yaxşı inkişaf etmiş kulturanı daha böyükc olan inokulyatora kezirirlər, buradan da əsas fermentyora əkin aparılır.

Antibiotikin biosintezi. Antibiotikin alınmasında əsas bioloji mərhələ - antibiotikin biosintezidir. Bu mərhələnin əsas vəzifəsi antibiotikin biosintezinin maksimal səviyyəsini təmin edən inkişaf şəraitinin yaradılmasıdır.

Antibiotiklərin istehsalında düvri və fasiləsiz becərmədən istifadə edilir. Antibiotiklərin sənaye miqyasında alınması gzcgn produsentin dərin becərməsini təmin edən xgsusi germetik bağı fermentorlardan istifadə edilir.

Kultural mayenin qabaqcadan işlənməsi. Produsent mikroorqanizmlərin inkişafı prosesində əksər hallarda metabolitlər hğceyrələrdən ayrılıb ətraf mğhitə daxil olur. Lakin bəzi hallarda antibiotikin yalnız bir hissəsi kultural mayeyə kezir, qalan hissə isə hğceyrə daxilində qalır. Bəzi produsentlərdə demək olar ki, antibiotik tamamilə hğceyrə daxilində qalır.

Antibiotikin harada toplanmasından asılı olaraq, onun təmizlənmə metodları mğəyyənləşdirilir. Əgər

antibiotik kultural mayeyə ifraz olunubsa həlledicilərlə ekstraksiya olunur və həll olmayan birləşmə şəklində çükdəyir.

Əgər antibiotik həm kultural mayədə, həm də produsentin həceyrəsində toplanıbsa, onun ayrılmasının birinci əməliyyatı antibiotiki asan ayırılabilən fazaya keçirilməsidir. Bu halda antibiotik zükdə halına salınır, sonra isə ekstraksiya olunur.

Həceyrə daxilində olan antibiotiki almaq üçün əvvəlcə həceyrələr zükmə və ya sızma yolu ilə ayrılır, sonra isə həceyrələr müvafiq metodlarla işlənir.

Antibiotikin ayrılması və təmizlənməsi. Produsentin becərilməsi prosesində kultural mayeyə, antibiotikdən başqa, digər metabolitlər də daxil olur. Antibiotikləri bu qarışıqlardan təmizləmək vacib mərhələlərdən biridir.

İlkin ayrılma mərhələsində antibiotikin qatılığı 1% - ə qədər olur. Kimyəvi təmizlənmənin sonunda isə antibiotikin qatılığı 20 – 30% - ə qədər olur.

Antibiotik maddələr kəskin xarici amillərin (yüksək temperatur, yüksək turşuluq və ya qələvilik) təsiri nəticəsində üz keyfiyyətlərini itirir və inaktivasiyaya uğrayırlar. Ona görə də antibiotiklərin ayrılma və təmizlənməsi prosesləri çox diqqətlə aparılır.

Hazır məhsulun alınması və qablaşdırılması. Məlumdur ki, tibbi təcrübədə istifadə edilən antibiotiklərə çox yüksək tələblər (təmizlənmənin yüksək səviyyəsi, preparatın sterilliyi) qoyulur. Ona

gürə istifadə edilən qurğular və otaqlar təmiz saxlanılmalıdır.

Inyeksiya olunan antibiotiklər steril olmalıdır. Buna gürə antibiotik preparatların alınması, hazırlanması və qablaşdırılması aseptik şəraitdə aparılmalıdır.

Antibiotiklər mənfi 8 və 12⁰C temperaturda liofil qurudulma metodu ilə susuzlaşdırılır. Bəzi hallarda tozlandırıcı qurudulma istifadə edilir. Bu halda termolabil antibiotiklər üz xassələrini dəyişmirlər.

Hazır antibiotik preparatı ciddi bioloji və farmakoloji nəzarətə məruz qalır.

7.8. Yarımsintetik antibiotiklərin alınması

Müvcud antibiotikin aktivliyinin artırılması şsullarından biri yarımsintetik antibiotikin alınmasıdır. Yarımsintetik antibiotikin alınması gğzn əvvəlcə biosintez nəticəsində sonradan kimyəvi modifikasiyaya uğrayacaq antibiotik alınır. Məsələn, modifikasiya olunmuş 6 – aminopenisillin turşusunu 3 şsulla almaq olur: 1) penisillinin produsentinin xğsusi qidalı mğhitdə inkişafı nəticəsində; 2)benzilpenisillini kimyəvi hidroliz etməklə; 3)benzilpenisillini enzimlərlə hidroliz etməklə.

Tibbi təcrgbədə ən geniş tətbiq olunan dəyərli polisintetik preparatlara oksitetrasiklindən alınan metasiklin, 6 – dimetiltetrasiklindən alınan minosillin,

rifampisindən alınan rifampisin, benzilpenisillindən alınan ampisillin, oksasillin, metisillin, nafsillin və dikloksaradin, sefalosprindən alınan sefalotin, sefaloqlisin, sefradin, sefaleksin, sefamandol və sefaksitin.

Beləliklə, qarışıq (bioloji və kimyəvi) sintez nəticəsində təcrübədə dəyərli olan müxtəlif antibiotiklər alınmışdır.

VIII FƏSİL

VİTAMİNLƏRİN VƏ KAROTİNOİDLƏRİN ALINMASI

Vitaminlər – kizik molekuldu ğzvi maddələr qrupu olub, zox kizik qatlıqda belə zox ğğclğ və mğxtəlif bioloji təsirə malikdirlər. Təbiətdə vitaminlərin əsas mənbəyi bitki və mikroorqanizmlərdir. Menaxinonlar və kobalaminlər isə yalnız mikroorqanizmlər tərəfindən sintez olunur. Vitaminlərin kimyəvi sintezi istehsalatda zox böyğk yer tutmasına baxmayaraq, mikrobioloji ğsul da böyğk praktiki əhəmiyyətə malikdir.

Mikrobioloji sintez yolu ilə B_{12} və erqosterin kimi vitaminlər alınır. Bununla yanaşı, mikroorqanizmlər C vitamininin alınmasında, sorbitin sorbozaya selektiv oksidləşdiricisi kimi və vitaminli konsentrantların (B_2 , karotinoidlər) istehsalında istifadə olunur.

8.1. B qrupu vitaminlərin sənayedə istehsalı

8.1.1. B_{12} vitamininin produsentləri

Təbiətdə B_{12} vitamini və ona bənzər korinoid tipli birləşmələr mikroorqanizm hğceyrələrində, heyvan və bəzi ali bitki toxumalarında müvcuddur. Lakin B_{12} vitamininin ali bitkilərdə əmələ ğəlməsi mğşahidə olunmayıb. Maya və miseliumlu ğübələklər

kimi ibtidai eukariotlar korinoid tipli birləşmələr əmələ gətirmirlər. Heyvan orqanizmi mğstəqil vitamin sintez etmə qabiliyyətinə malik deyil. Bakteriyalar arasında korotinoidlərin mğstəqil sintezinə malik nüvlər geniş yayılmışdır. B₁₂ vitaminini *Propionobacterium* cinsindən olan bakteriyalar aktiv sintez edirlər. Propion turşulu bakteriyaların təbii şamları 1,0 – 8,5 mq/l korinoid əmələ gətirirlər, lakin, *P. shermani* M – 82 adlı mutant şam 58 mq/l miqdarında vitamin sintez edə bilir.

Propionobacteriaceae fəsiləsinin bir zox nəmayəndələri hğceyrələrində B₁₂ vitamini yğksək miqdarda toplaya bilirlər. Məsələn, *Eubacterium limosum* bakteriyası.

B₁₂ vitaminin produsenti kimi aktinomisetlər və onlara yaxın mikroorqanizmlərin bir zox nəmayəndələri istifadə olunur. B₁₂ vitaminini *Nocardia rugosa* kulturası yğksək miqdarda sintez edə bilir. Mutasiya və seleksiya yolu ilə alınan *N.rugosa* şamı 18 mq/l vitamin sintez edir. Aktiv vitaminlərin produsentləri arasında *Micromonospora* cinsinin nəmayəndələri (*M. purpureae*, *M.echinosporea*, *M. chabceae*) xğsusi yer tutur. *Methanosarcina barkeri*, *M. vacuolata*, *M. habophilus* metanogen bakteriyalar yğksək miqdarda B₁₂ vitaminini sintez edirlər. Korrinoidləri yalnız aerob bakteriyalar deyil, həm də anaeroblar sintez edə bilir. Bu cəhətdən *Clostridium* cinsindən olan *Clostridium*

tetanomorphum və *Cl. stricklandii* nüvləri geniş üyrənilmişdir.

B₁₂ vitamininin fəal produsentləri arasında pseudomonodlar da var. *Pseudomonas denitrificans* MB – 2436 – mutant ştamı 59 мг/л korrinoid sintez edir. B₁₂ vitamini Amerka Birləşmiş Ştatlarında sənaye miqyasında geniş istehsal olunur. Xəsusilə termofil *Bacillus circulans* 60°C temperaturda inkişaf edir və bu temperaturda vitaminin yüksək zıxımı baş verir. Korrinoidlər *Rhodobacter sphericus*, *Rh. capsulatus* bakteriyaları tərəfindəndə sintez olunur. B₁₂ vitamininin produsentlərinin bir qismini sianobakteriyalardan *Anabaena cylindrica*, yaşıl yosunlardan *Chlorella pyrenoidosa* və qırmızı yosunlardan *Rhodospirillum rubrum* təşkil edir.

8.1.2. B₁₂ vitamininin alınması və tətbiqi

Hər il dünyada 10 ton B₁₂ vitamini istehsal olunur. Onların yarısından çoxu tibbi məqsədlə, qalanı isə heyvandarlıqda istifadə olunur. B₁₂ vitamininin istehsalı əsasən propionobakteriyaların (Rusiyada, İngiltərədə, Macarıstanda), mezofil və termofil metanobakteriyaların (Rusiyada və Macarıstanda), aktinomisetlərin (İtalyada) becərilməsi əsasında aparılır.

B₁₂ vitamininin alınması üçün *Propionibacterium freudenreichii* var. *shermanii* anaerob şəraitdə dövri şüa ilə becərilir. Qıcqırma

prosesində əmələ gələn turşular qələvi məhlulu ilə neytralaşdırılır. Bəcərilmənin 72 – ci saatında B₁₂ vitamininin ilkin maddəsi olan 5,6 – dimetilbenzol turşusu mğhitə daxil edilir. Sonuncunu qidalı mğhitə daxil etmədikdə tibbi əhəmiyyətə malik olmayan yalancı B₁₂ vitamini əmələ gəlir.

Fermentasiya prosesi 72 saatdan sonra bitir. B₁₂ vitamini bakteriya hğceyrələrinin daxilində qalır. Prosesin sonunda biokətlə separator vasitəsilə mğhitdən ayrılır və su ilə vitamini hğceyrələrdən (pH 4,5 – 5,0, 85 – 90⁰C temperaturda) ekstraksiya edirlər. Vitaminin sulu məhlulu soyudulur və NaOH məhlulu əlavə etməklə turşuluğ pH 6,8 – 7,0 – yə zəifləndirilir.

Məhlulun təmizlənməsi ion mğbadiləli qətranda aparılır və vitamin ammoniyak məhlulu ilə yuyulub ayrılır. Vitaminin sonrakı təmizlənməsi gəzvi həlledicilərlə (aseton, etil spirti) aparılır. Vitamin preparatı mğxtəlif formada (həblər və ampulada olan məhlul şəklində) hazırlanır.

B₁₂ vitaminin sənayedə istehsalı propion turşusu bakteriyalarının tətbiqi ilə dğnyanın bir zox ölkələrində həyata keçirilir.

Sğdturşulu məhsulları B₁₂ vitamini ilə zənginləşdirmək gəzgn propion turşusu bakteriyalarından istifadə olunur.

Heyvandarlıqda istifadə olunan B₁₂ vitamini qarışıq termofil metanobakteriyalardan (*Methanosarcina barkeri*, *Methanobacterium*

thermoautotrophicum və *Methanobacterium formicum*) alınır.

Dğnyanın bir zox ölkələrində donuz və quşlar gğzn istifadə olunan qarışıq yem 60 mq/kq B₁₂ vitamini ilə zənginləşdirilir.

Son illərdə Yaponiyada B₁₂ vitamini propion turşusu bakteriyalarının immoblizə olunmuş mutant formaları ilə alınır. Mutasiyaya məruz qalmış bakteriya hğceyrələri vitamini qidalı mğhitə ifraz edirlər.

8.1.3. B₂ vitamininin produsentləri

B₂ vitamini (riboflavin) 1933 – cğ ildə ilk dəfə kristallik şəkildə bitkilərdən ayrılmışdır. Riboflavinin produsentləri təbiətdə geniş yayılmış ali bitkilər, maya və miseliumlu gübələklər, bakteriyalar hesab olunur. Əksər mikroorqanizmlər riboflavini və onun 2 kofermentini (FMN və FAD) sərbəst şəkildə sintez edirlər. Flavinlərin əsas forması mikroorqanizmlər tərəfindən sintez olunan riboflavindir. Mğəyyən edilmişdir ki, mikroorqanizmlər riboflavini hğceyrəyə lazım olan miqdardan xeyli dərəcədə zox sintez edirlər. Prokariotlar arasında bu vitamini fəal sintez edə bilən produsentlər mikobakteriyalar və asetonobutil bakteriyalar hesab olunur. Aktinomisetlərdən *Nocardia eritropolis*, kif gübələklərindən *Aspergillus niger*, *Eremothecium ashbyii*, *Ashbyii gossypii*, maya gübələklərindən

Saccharomyces cerevisiae, *Pichia guilliermondii* riboflavinin aktiv produsentlərdir.

8.1.4. Riboflavinin alınması və tətbiqi

Bəzi ölkələrdə, məsələn, Rusiyada riboflavin yem konsentratı kimi *Erremothecium ashbyii* gübələyindən alınır. Lakin, *E.ashbyii* nüvənin zətişməyən cəhəti onun qeyri – stabilliyidir. Bərk qidalı maddədə saxlanma zamanı (həminin liofilizasiya prosusu ilə saxlanma zamanı) bu gübələk vitamini sintez etmək qabiliyyətini itirir. Riboflavin əldə etmək üçün bu gübələk maye qidalı maddədə fermentyorda becərilir. Alınan kultural maye 30 – 40% quru maddə qalana qədər buxarlandırılır. Alınan sirop quruducu aparatda qurudulur və əzilib toz şəklinə salınandan sonra qablaşdırılır.

B₂ vitaminli yem preparatı *E. ashbyii* gübələyinin miseliumdan alınır və onun tərkibində B₁, B₃, B₆, B₁₂ vitaminləri, nikotin turşusu və 20% zəhlal olur.

B₂ vitamini orqanizmə ya qida vasitəsilə ya da bağırsaq mikrobiotasının həyat fəaliyyəti nəticəsində daxil olur.

Tibbdə bu vitamin əsasən qida zətişməzliyi zamanı qidaya əlavə olunur. Patoloji hallarda (güz qışasının distrofiyası, qaraciyər və mədəaltı vəz xəstəlikləri zamanı) isə inyeksiya formasında bədənə yeridilir.

Ağ zürəyin bəzi nüvləri riboflavin ilə zənginləşdirilir. Onu həm də ərzaq məhsullarının sarı – narıncı rəngə boyanmasında istifadə olunur.

B₂ vitaminin yemə əlavə olunması heyvandarlıqda normal inkişafı, böyüməni, toyuqlarda yumurtlamanın sürətlənməsini, cəcələrin yaşama ehtimalını artırır.

8.2. Erqosterinin istehsalı

8.2.1. Erqosterinin produsentləri

Erqosterin D₂ vitaminin istehsalında ilkin məhsuldur. D qrup vitaminlərindən olan D₂ və D₃, uşaqlarda raxit xəstəliyinə qarşı yüksək əhəmiyyətliyi ilə sevilirlər.

Erqosterinin sənayedə istehsalı özünəməxsus produsent kimi fitoplankton, qonur və yaşıl yosunlar, erqosterinlə xüsusilə zəngin olan maya və kif gübələkləri istifadə olunur. Maya gübələklərinin quru biokütləsinin tərkibində erqosterin 0,2 – 0,5%, hətta bəzən 10% təşkil edir. Maya gübələklərindən *Saccharomyces carlsbergensis*, *S.ellipsoides*, *Rhodotorula glutinis*, *Candida utilis*, *C.tropicalis*, kif gübələklərindən isə *Penicillium westlingii* nüvlərinin quru biokütləsində 0,5 – 4,3% erqosterin olur.

Bakteriyalar, demək olar ki, zox cəzi miqdarda erqosterin sintez edirlər. Adətən onların quru biokütləsində 0,001 – 0,1 mq/q erqosterin olur. Belə bakteriyalara *Lactobacillus aranobius*, *L.pentosus*,

Escherichia coli, *Azotobacter chroococcum*, *Streptomyces griseus*, *Rhodospirillum rubrum* və başqaları aiddir.

8.2.2. Erqosterinin alınması və tətbiqi

Sənayedə erqosterini *Saccharomyces cerevisiae*, *S.carlsbergensis* maya gübələklərindən, həmçinin *Aspergillus* və *Penicillium* cinslərindən olan kif gübələklərindən alırlar. Bu kulturaları becərmək üçün yüksək miqdarda karbon mənbəyi, yüksək temperatur və aerasiya şəraiti tələb olunur.

Maya gübələkləri, eləcə də, *Aspergillus* və *Penicillium* cinsli kif gübələkləri kristallik D₂ vitamininin və ya onun konsentratının alınmasında geniş istifadə olunur. Heyvandarlıqda D₂ vitamininin konsentratı kimi maya gübələyinin qurudulmuş biokətləsi istifadə olunur.

D₂ vitamininin zıxımına uzunmüddətli işlənmə, temperatur, kənar qarışıqların olması təsir edir. Ona görə də, qida əlavəsi kimi istifadə olunan erqosterinin işlənməsi zox ehtiyatla aparılır.

Rusiyada sənaye miqyasında D₂ vitamini ilə zənginləşdirilmiş maya gübələyi hidrolizati istehsal olunur və heyvanların yemində əlavə olunur.

Kristallik D₂ vitamininin alınması üçün kif və ya maya gübələyi biokətləsi HCl məhlulu ilə 110°C temperaturda hidrolizə məruz qoyulur. Sonra 75 – 78°C – də spirtlə təmizlənir, 10 – 15°C – yə qədər

soyudulandan sonra sğzğlğr. D₂ vitamini sğzğlmədən sonra qalan kğtlədən alınır. Erqosterinin alınmasında əsas mənbə demək olar ki, antibiotik və limon turşusu istehsalında qalıq kimi qalan kif gübələyi biokğtləsidir.

Erqosterin həm də bir zox steroid hormonların, mğalicəvi və ya qida məqsədli preparatların alınmasında ilkin maddə kimi tətbiq olunur.

8.3. Karotinoidlər

8.3.1. Karotinoidlərin produsentləri

Karotinoidlər – təbii piqmentlərin ən zox rast gəlinən və geniş yayılmış qrupudur. Karotinoidləri ali bitkilər, yosunlar, fototrof bakteriyalar və bir sıra xemotrof bakteriyalar əmələ gətirirlər. Bundan başqa, karotinoidləri maya və miseliumlu gübələklər də sintez edə bilirlər.

Fototrof orqanizmlərdə karotinoidlər fotosintetik aparatda yerləşir. Xemotrof orqanizmlərdə isə qlikozid və mğrəkkəb efirlər şəklində hğceyrə membranı ilə assosiasiya olunmuş şəkildə yerləşir. Bir sıra mikroorqanizmlərdə, məsələn, *Micrococcus radiodurans* bakteriyasında karotinoidlər hğceyrə divarında yerləşir. Gübələklərdə bu piqmentlər sitoplazmada lipid qlobulalarında olur.

Fototrof mikroorqanizmlərdə karotinoidlərin sintezi bir zox hllarda işığın intensivliyindən, bəzi

ğzvi birləşmələrin və eləcə də, oksigenin miqdarından asılıdır.

Fototroflardan fərqli olaraq, xemotrof mikroorqanizmlər ğzğn karotinoidlər ikincili metabolizm məhsulu kimi sintez olunurlar.

Bir zox eukariot mikroorqanizmlərdə karotinoidlərin əmələ gəlməsi birbaşa mğəyyən morfoloji dəyişikliklər və bir sıra mğbadilə proseslərinin intensivliyi ilə əlaqədardır. Gübələklərdə karotinoidlərin sintezi hğceyrə divarının qalınlaşması və sitoplazmada zoxlu sayda neytral lipidlərin əmələ gəlməsi ilə mğşahidə olunur.

İşıq təkcə fototroflarda deyil, həm də xemotrof mikroorqanizmlərdə karotinoidlərin əmələ gəlməsini stimullaşdırır. Bir zox gübələklərin, məsələn, *Neurospora crassa*, *Fusarium aqueductum* və xemotrof bakteriyaların (*Mycobacterium sp.*) karotinoid əmələ gətirməsi işıqdan asılıdır.

Bir zox mikroorqanizmlərin karotinoid sintez etməsi ğzğn molekulyar oksigen tələb olunur. Əksər mikroorqanizmlərdə karotinoidlərin əmələ gəlməsi optimal böyğmə temperaturunda gedir, buna baxmayaraq, *Sarcina flava*, *Micrococcus radiodurans* bakteriyalarında bu prosesin getməsi aşağı temperaturda mğşahidə olunur.

8.3.2. Karotinoidlərin alınması və istifadə edilməsi

Karotinoidlər kimyəvi sintez yolu ilə və təbii mənbələrdən – bitki və mikroorqanizmlərdən ayırmaqla alınır. Ənənəvi bitki mənbələri – yerkükğ, balqabaq, itburnu və zaytikanıdır. Bununla yanaşı, kif və maya gübələklərindən də bu məqsədlə istifadə olunur. Bakteriya və yosunlar da bu baxımdan əhəmiyyət kəsb edirlər.

Purpur bakteriyalarının karotinoidlə zəngin biokətləsi Yaponiyada toyuqların yemində qatılır və bu da yumurta sarısının daha zox rənglənməsinə səbəb olur. Karotinoidlər *Spongiococcus excentricum*, *Chlorella sp.* kimi yosunlardan da alın bilər.

Xemotroflar izərisindən karotinoidin alınması üçün *Rhodotorula gracilis*, *R.rubra* kimi maya gübələklərindən, *Actinomyces chrestomycetes*, *Act.chrysomallus* kimi aktinomisetlərdən, *Mycobacterium phlei*, *M.carotenum* kimi mikobakteriyalardan və *Blakeslea trispora*, *Choanephora conjuncta* kimi kif gübələklərindən istifadə olunur.

Praktiki məqsədlə istifadə etmək üçün *Rhodospiridium diobovatum* mutant maya gübələyi ştamından istifadə olunur. Bu zaman yüksək əhəmiyyətli **zülal** – **karotinoid** preparatı alınır. Karotinoid preparatlarının alınması üçün

Mycobacterium rubrum mutant şamların tətbiqi də məqsədəuyğun hesab olunur.

Karotinoidlər tibbdə, kənd təsərrüfatında və yeyinti sənayesində geniş tətbiq olunur. Xəsusilə β – karotin ilk nüvbədə, yeyinti sənayesində və eləcə də, dərman preparatlarının, kosmetik məhsulların hazırlanmasında istifadə olunur. Bir zox ölkələrdə β – karotin qışda ağ rəngli olan kərə yağının rənglənməsində istifadə olunur. İtaliyada isə o makaron məhsullarına qatılır.

β – karotinin sintezinə böyük maraq xəsusilə onun dəri xərzənginin müalicəsində terapevtik effektdə malik olması ilə əlaqədardır.

IX FƏSİL

BAKTERİAL GÜBRƏLƏRİN İSTEHSALI

Kənd təsərrüfatı bitkilərinin intensiv becərilməsi torpağın azotla kasıblaşmasına gətirib çıxarır. Lakin, paxlalı bitkilər nəinki torpaqda azotun azalmamasına səbəb olur, hətta onu azotla zənginləşdirir. Ona görə qədim dövrlərdən bəri kənd təsərrüfatında torpağın bərpa olunması və məhsuldarlığın artırılması gəzən paxlakimilərin ekilməsi həyata keçirilir.

1898 – ci ildə Bussenqo, yonca və noxudla aparılan təcrübədə göstərmişdir ki, bu bitkiləri qızdırılmış qumda ədikdə belə onlar azot toplaya bilirlər. 1988 – ci ildə Helriqel və Vilfart məəyyən etdilər ki, paxlakimilər atmosfer azotu ilə qidalana bilirlər. 1888 – ci ildə Beyyerink sığbut etdi ki, paxlakimilərdə azotfiksasiya kükdə yaşayan bakteriyalar tərəfindən həyata keçirilir. O, bu bakteriyaları təmiz kultura şəklində aldı və ona *Bacillus radicicola* adı verdi.

Sonralar digər azotfiksatorlar da tapıldı. Onların bəziləri aerob, bəziləri isə anaerob olanlardır. Hal – hazırki dövrdə azotfiksə etmək qabiliyyətinə malik zoxlu prokariot mikroorqanizmlər məlumdur. Onlar arasında simbiotik və sərbəst yaşayan nüvlər məəyyən edilmişdir. Sərbəst yaşayan azotfiksatorlara aerob *Azotobacter* və anaerob *Clostridium* cinsli bakteriyaları misal göstərmək olar. Bundan başqa

mğəyyən olunmuşdur ki, bir zox anoksigen fototrof bakteriyalar, sianobakteriyalar, metilotroflar, sulfatreduksiya edicilər və metan əmələgətirən bakteriyalar atmosfer azotu fiksasiya edə bilirlər.

9.1 Nitraginin alınması

9.1.1 Kökyumrusu bakteriyalarının xassələri

İndiki zamanda paxlakimilər fəsiləsindən olan bitkilərdə kükyumrusu əmələ gətirərək azotfiksə edən bakteriyalar *Rhizobium* və *Bradyrhizobium* cinslərinə aid edirlər. Bu bakteriyaların nüvənin adı kükyumrusu əmələ gətirdiyi bitkinin adından gütərgilə. Məsələn: *Rhizobium lüpinini* – yoncanın kükəndə, *R. trifoli* – gzyarpaq yoncanın küklərində kükyumrusu əmələ gətirən bakteriyadır və s. Amma bu bülğə şərtidir zənkə, *Rhizobium* cinsinin nüvləri bir zox bitki nüvlərinin küklərində yaşaya bilirlər.

Mğasir paxlakimilərin 13000 nüvə məlumdur və onların yalnız 1300 nüvəndə kükyumrusunun əmələ gəlməsi qeydə alınıb. Kükyumrusu bakteriya hğceyrələrinin cavan kulturaları adətən züpsəkillidir. Amma bəzi hallarda oval, kokşəkilli, hətta armudşəkilli və şaxələnmiş olurlar.

Bir zox kükyumrusu bakteriyaları cavan yaşda peritrixial qamzılara malik olub, cəld hərəkət edirlər. Onlar qrammənfidirlər, sadə bülğnmə ilə zoxalırlar. Bakteriyaların təmiz kulturaları şəkər tərkibli qidalı mğhitlərdə bitirlər. Bəzi ştamlar avtotrof mğhitdə

enerji mənbəyi kimi molekulyar hidrogeni mənimsəyirlər və mikroaerofil şəraitdə yaşamağa qadirdirlər. Bəzi ştamlar nitratların iştirakı ilə anaerob tənəffüs edirlər.

Kükyumrusu bakteriyaları üz sahibini (bitkini) kük sazaqlarında yerləşən lektin adlanan xüsusi qlikopeptid vasitəsilə tanıyır. *Rhizobium* cinsli bakteriyalar kük sazaqlarına daxil olması zamanı, infeksiya sapları əmələ gətirirlər ki, onların içərisində zoxala bilən bakteriyalar yerləşir.

Kükyumrusu bakteriyalar tərəfindən molekulyar azotun fiksasiyası, başqa prokariotlarda olduğu kimi, ammoniyakın əmələ gəlməsinə səbəb olur. Ammoniyakdan isə amin turşuları sintez olunur. Bundan başqa azotfiksasiya prosesi molekulyar hidrogenin xaric olması ilə müşahidə olunur. Molekulyar azotdan ammoniyakın və molekulyar hidrogenin əmələ gəlməsində nitrogenaza enzimi iştirak edir.

Məlumdur ki, paxlakimilər torpağa ildə 1,4 mln.ton azot verirlər. Bioloji azot sığni yolla alınmış azotdan fərqli olaraq bitkilər tərəfindən tam mənimsənilir. Bundan başqa bioloji azot ətraf mühiti zərərli maddələrlə zirkəndirmir.

9.1.2 Kökyumrusu bakteriyalarının preparatları

Molekulyar azotun simbiotik fiksasiyasının kəşfindən sonra, onların praktiki istifadəsi cəhdləri

olmuşdur. Bunun gözün əvvəlcə paxlalı bitkilər əkilmiş torpaqlardan istifadə olunmuşdur. Bu torpağı 2,4 t/hek. miqdarında paxlalı bitkilər əkiləcək torpağa səpirlər. Sonra paxlalıların kükəndə yaranan kükyumrusu bakteriyalarını yığıb, qurudub və xırdalayır. Belə materialı əkindən qabaq paxlakimilərin toxumlarına qarışdırırlar.

1896 – cı ildə Almaniyada Hobbe və Qiltier 19 növ paxlakimilər gözün kükyumrusu bakteriya qarışığından ibarət preparat hazırladılar. **Nitragin** adlı preparat indiyə kimi tətbiq olunur və paxlakimilərin məhsuldarlığını artırır. Belə kükyumrusu bakteriya preparatları ABŞ, Macarıstan, İngiltərə, Rusiya və digər dəniz ölkələrində istehsal edilir.

Kükyumrusu bakteriya preparatları yalnız aktiv halda səmərə verirlər. Bunun gözün kultura rəgtubət və qida maddələri ilə təmin olunmalıdır. Belə tələblərə yəksək dərəcədə cavab verən yalnız torfdur. Kükyumrusu bakteriyalarının torflu preparatı ilk dəfə 1933 – cü ildə Rusiyada alınıb. Daşıyıcı maddə kimi aktivləşdirilmiş kumğr, bentonit, seolit, liqnit və peyin istifadə etmək olar. Lakin onlar, torfdan fərqli olaraq, az əlverişlidirlər. Ona görə bir zox ölkələrdə kükyumrusu bakteriyalarının torflu preparatı alınır. Bu yolla alınan preparat “rizotorfin” adlandırılmışdır. Rizotorfinin alınması prosesi aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir:

1. Kükyumrusu bakteriya kulturasının becərilməsi və saxlanması.

2. Kultural mayenin (inokulyatın) alınması.
3. Torfun hazırlanması.
4. Sterilizasiyası.
5. Inokulyasiya və preparatın saxlanması.
6. İstehsal prosesinə nəzarət.

Kükyumrusu bakteriyaları noxud həlimində saxaroza və ya mannit əlavə edilərək becərilir. Becərilmiş kulturalar işçi kulturanın hazırlanması üçün soyuducuda saxlanılır.

Kükyumrusu bakteriyalarının maye kulturası zalxalanan kolbalarda və ya fermentyorlarda becərmə üçün ilə alınır. Alınan kulturalarda kükyumrusu bakteriyalarının titri 5 mlrd/ml – dən az olmamalıdır. Kultura 10 – 15°C soyudulur və torfun inokulyasiyası üçün istifadə edilir.

Rizotorfinin istehsalı üçün turş və ya zəif turşuluq (pH 3,0 – 6,0) tələb olunur. Ayrılmış torf küklərdən, daşlardan və başqa yad materiallardan təmizlənir, 25 – 30% nəmliyə qədər qurudulur və 0,1 mm hissəciklərə qədər ovulur, sonra qarışdırıcıya doldurulur. 35 – 40% nəmləndirilir və təbəşir qatılır. Bundan sonra qarışdırılır və polietilen paketlərə doldurulur. Torf olan paketlər sterilizasiya edilir.

Steril paketdə olan torfa kükyumrusu bakteriyalarının suspenziyası əlavə edilir və fırlanan barabana daxil edilərək 3 – 5 dəqiqə qarışdırılır. İnokulyumla qarışdırılmış torf 20 – 21° C temperaturda termostatda inkubasiya edilir.

Rizotorfin istehsal olunandan 6 ay sonra onun tərkibində kükyumrusu bakteriyalarının sayı $2,5 \cdot 10^9$ - dan az olmamalıdır. Bu halda 1 % kənar mikroorqanizmlər ola bilər.

Preparat, paxlakimilərin toxumlarını inokulyasiya etməklə tətbiq edilir. Bunun üçün toxumlar 2,0 – 2,5% nəmləndirilir və xüsusi maşınlarla yaxşıca qarışdırılır. Bir hektar torpaqda 200 qr preparat norma sayılır.

9.2. Digər bakterial gübrələrin alınma və istifadə perspektivləri

Əzvi maddələrlə zəngin, yaxşı nəmləndirilmiş torpaqda mikroorqanizmlər yaxşı inkişaf edirlər. Bunların arasında azot fiksə edən bakteriyalar (*Azotobacter*, *Beijerinckia*) xüsusi yer tuturlar. Bu bakteriyaların xarakterik nəmayəndələrindən *A.chroococcum*, *A.vinelandii* və *B.indica* nüvlərini göstərmək olar. Sərbəst yaşayan bu bakteriyaların nəmayəndələri “**torpaq gübrələndirən**” preparat kimi istifadə olunmasına cəhd göstərilmişdir. Lakin zoxsaylı araşdırmalar (*A.chroococcum*) bakteriyanın azotfiksator qismində az səmərəli olduğunu göstərmişdir. Buna baxmayaraq, bəzi hallarda, məsələn, tərəvəz kulturalarının yetişdirilməsi zamanı yaxşı nəticələr alınmışdır.

Azotobakteriyaların bitkilərə xeyirli təsiri, əsasən onların əmələ gətirdikləri bioloji aktiv

maddələrlə - antibiotiklərlə, boy maddələrilə bağlıdır. Bununla bağlı azotobakterin preparatının sənaye miqyasında istehsalı mövcud deyil.

Assosiativ azotfiksatorlar daha böyük maraq doğurur. Son zamanlarda bunlar əsasında kənd təsərrüfatı kulturalarının məhsuldarlığının artırılması cəhdləri həyata keçirilir. Bu azotfiksatorlardan bitkilərin rizosferində yaşayan *Azospirillum* cinsli bakteriya daha zox diqqəti cəlb edir.

Vyetnamda və başqa cənub ölkələrində yaşıl gğbrə qismində suda bitən *Azolla* adlanan ayıduşəyi bitkisi istifadə edilir. Onun yarpaqlarının daxilində *Anabaena azollae* azotfiksə edən sianobakteriyalar yaşayır. Belə simbiotik kompleks molekulyar azotun mənimsənilməsini daha intensiv edir. *Azolla* xğsusi gülməzələrdə yetişdirilir və dğyğ sahələrinə verilir, nəticədə məhsulun zıxımı xeyli artır.

Sərbəst yaşayan azotfiksə edən sianobakteriyalar vasitəsilə sənaye miqyasında atmosfer azotundan ammoniyak alınması imkanı üyrənilir. Bu məqsədlə fototrof purpur bakteriyalar da ətraflı üyrənilir. Belə ki, onlar da sionabakteriyalar kimi atmosfer azotunu fiksə etmək qabiliyyətinə malikdirlər.

X FƏSİL

KƏND TƏSƏRRÜFƏTİ ZİYANVERİCİLƏRİNƏ QARŞI MİKROBİOLOJİ MÜBARİZƏ VASİTƏLƏRİNİN ALINMASI

10.1. Mikrob preparatlarının istifadə tarixi

Mədəni bitkilərin və ev heyvanlarının zərərvericilərdən qorunma problemi əkinçilik və heyvandarlıq yaranan zamandan başlamışdır. Əvvəlcə xəşusi fiziki və mexaniki qorunma və məhv edilmə əsulları mövcud olmuşdur. Sonra isə insan heyvanlara qarşı mğbarizə əsulu hazırlamağa başlamışlar. Bu məqsədlə it, pişik, vəhşi və ev quşları istifadə olunmuşdur.

Əkinçiliyin inkişafı ilə əlaqədar həşərat və gəmiricilərə qarşı yeni əsullar – mğxtəlif kimyəvi vasitələr, sonra isə kimyəvi sintez yolu ilə zəhərli maddələr pestisidlər və herbesidlər əldə olunmuşdur. Bu maddələr ksenobiotiklər adlanır və bitki və heyvanları zərərvericilərdən, xəstəliklərdən və aləqlərdən qoruyurlar.

Pestisidlərdən geniş istifadə torpaq və su hüvzələrinin zirkənməsinə səbəb olmuşdur. Bu maddələr su və torpaqdan bitki və heyvan orqanizminə daxil olur oradanda insan orqanizminə kezib, mğxtəlif xəstəliklər yaradır. Digər tərəfdən pestisidlərə qarşı yğksək davamlılıq güstərən 300 nüv zərərverici qeydə alınıb.

Belə vəziyyət zərərvericilərə qarşı təbiət və insanlar üçün zişansız olan yeni mğbarizə vasitələrinin axtarışını tələb edir. Bu şsullara aqrotexniki və bioloji, eləcə də mikrobioloji şsullar aiddir.

Həşərat və gəmiricilər başqa heyvanlar kimi, infeksiya xəstəliklərə məruz qalırlar. Bu xəstəliklərin törədiciləri mğxtəlif qrup mikroorqanizmlər: gübələklər, bakteriyalar, viruslar və ibtidailərdir.

L. Pasterin və I. Meznikovun xşsusi araşdırmalarından sonra həşərat və gəmiricilərlə mğbarizə metodlarının elmi əsasları və mikrobioloji metod kimi praktiki tətbiqi üz yerini tapdı. Paster 1888 – ci ildə Avstraliyada vəhşi dovşanlarla mğbarizə üçün toyuq vəbası xəstəliyini törədən bakteriyadan istifadə etməyi təklif etmişdir. Meznikov gəmiricilərə qarşı analoji eksperiment aparmış və qeyd olunan bakteriyanın istifadəsini zərərvericilərə qarşı qərbi Ukraina ərazisində sınaqdan keçirmişdi. Meznikov zürək bücəyinin xəstəliyini üyrənərək, bu xəstəliyin törədicisi olan muskardin gübələyinin (*Metarrisium anisopliae*) təmiz kulturasını almış və ondan bücəklə mğbarizə üçün istifadə edilməsini təklif etmişdir. Qeyd olunan gübələkdən hal – hazırda bir zox ölkələrdə (Rusiyada, ABŞ – da) həşəratlara qarşı mğbarizə üçün preparatlar hazırlanır.

Hal – hazırda həşərat və gəmiricilərə qarşı mğbarizə vasitələri kimi onlarda xəstəlik türədən mikrolar əsasında preparatlar istehsal olunur.

Belə preparatların istehsalı gğzn bakteriyalar, gübələklər və viruslardan istifadə edilir. Mikrob preparatına aşağıdakı tələblər qoyulur: 1) selektivliyi (seziciliyi); 2) təsirin ygksək səmərəsi; 3) insan, bitki və heyvanlara qarşı təhlğkəsizliyi; 4) istehsalatda tətbiqinin rahatlılığı; 5) preparatın və onun produsentinin faydalı xassəsinin uzun mğddət saxlanması.

Bitkilərin və heyvanların həşəratlardan qorunması gğzn dğnyada təxminən 50 – yə yaxın mikrob preparatı istehsal olunur. Onlardan bir zoxu entomopatogen bakteriyaların sporları əsasında hazırlanır.

10.1.2. Bakteriyalardan alınan preparatlar

Entobakterin. Entobakterin sənaye miqyasında *Bacillus thuringiensis var. dalleriae* bakteriyasının sporları əsasında toz şəklində alınır. Preparatın 1 qramının tərkibində 30 milyarda qədər spor ola bilər. Preparat kələm və turp ağqanadlısı, kələm gğvəsi, zül kəpənəyi, Amerika ağ kəpənəyi, alma gğvəsi kimi pulcuqqanadlı həşəratlara qarşı effektivdir. Bu preparat bağırsağa təsirə malik olub, yemlə tırtılların orqanizminə düşərək əvvəlcə intoksikasiya, sonra paralic yaradır. Sonra sporlar

hemolimfaya daxil olub cəcərilər və zoxalırlar. Nəticədə həşərat məhv olur, onun bədəni bakteriya həcyrələri ilə dolu olur. Entobakterin insana, istiqanlı heyvanlara, balıqlara, arılara və entomofaqlara qarşı zəhərli deyil, lakin tut və palıd ipəkqurdu gəzən zox təhlükəlidir. Preparat bitkilərə suspenziya şəklində 2 – 5 kq/ha miqdarında səpilir.

Dendrobasillin. Dendrobasillin, sibir ipəkqurdundan ayrılmış *Bacillus thuringiensis* var. *dendrolimus* əsasında istehsal edilir. Toz şəklində olan preparatın 1 qramının tərkibində 30 – 60 milyard spor olur və əsasən meşəni sibir ipəkqurdundan qorumaq gəzən yaradılmışdır. Onu mədəni bitkilərin ziyanvericilərinə qarşı da istifadə etmək olar.

Bitoksibasillin. Bitoksibasillin preparatı yuxarıdakı preparatlardan fərqli olaraq *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* həcyrələrindən ibarətdir. Bu həcyrələr termotəbii ekzotəksin əmələ gətirirlər. Preparat, kartofu, tomatı, badımcanı Kolorad bəcəyindən qoruyur, pambığı sovkadan, tərəvəzi ağqanadlılardan, gəvələrdən və sovkalardan, yoncanı və züğunduru zül kəpənəyindən, meyvə ağaclarını gəvələrdən, yarpaqbəgənlərdən, ipəkqurdundan və qarışıqdan zox uğurla qoruyur. Toz və pasta şəklində istehsal olunur və onlardan suspenziya hazırlanaraq bitkilərə zələnir.

Homelin. Preparat *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* əsasında meşəyə ziyan vuran həşəratlara

qarşı yaradılıb. Zıyanvericilərin nüvğndən asılı olaraq 1 – 3 kq/ha miqdarında tətbiq olunur.

Lepidosid. Preparat dipelin anoloqu olub *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* bakteriyası əsasında alınır. Toz şəklində olub, 1 qaramında 100 milyard spor müvcud olur. Suspenziya şəklində bitkilərə zilənir. Meyvə və yabanı bitən ağacların pulcuqqanadlılardan mğdafəsi ğzğn nəzərdə tutulub. Preparatın sərfi 0,5 – 2 qr/h - dır.

Baktokulisid. Preparat *Basillus thuringiensis* H14 ştamı əsasında alınır. Bu bakteriyanın toksini ağcaqanad və hğngyə qarşı ğğclğ təsirə malikdir, lakin başqa həşəratlara təsir güstərmir. Preparat təxminən 90 mlrd/qr spor titri ilə quru toz şəklində buraxılır. Preparatı suya qarışdırıb ğülməzələrin ğzərinə pğskğrdğrlər (3 qr/h su səthinə). Həşəratların sğrfələri 2 – 3 ğğn ərzində tələf olur. İsvezrədə preparat **teknar**, Fransada - **baktimos**, ABŞ – da – **vektobak**, Zexiyada – **moskitur** adlanır.

Dipel. Bu preparat ABŞ – da ən ğeniş istifadə olunan bakterial preparatdır. *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* bakteriyası əsasında alınır. Dipelin sərfiyyat norması istifadə şəraitindən asılı olaraq 0,5 – 2 kq/h normasında olur. O, tərəvəz, texniki, mədəni, meyvə və ağac bitkilərinin ziyanvericilərinə qarşı istifadə olunur.

Baktospein. Preparat Fransada ğeniş istifadə olunur və *Basillus thuringiensis var. thuringiensis* əsasında alınır. İstifadə norması 0,4 – 1 qr/h.

İpəkqurdu, yarpaqböğkən, qızılı kəpənək, amerika ağ kəpənəyi, qarışci və odlucaya qarşı nəzərdə tutulub.

10.2. Göbələklərdən alınan preparatlar

Entomopatogen gübələklər təbiətdə geniş yayılıblar və həşəratlarla mikrobioloji mübarizə vasitəsi kimi diqqəti zox cəlb edirlər. Birincisi, onlar həşəratların böyük qisminə üldügrəcg təsir göstərirlər. İkincisi, gübələklərin həşəratlara təsir yolu müxtəlifdir, bu da onların istifadəsini asanlaşdırır. Əzncəsg, gübələklər müxtəlif şəraitdə spor, sporangium, sklerosium, psevdosklerosium və meyvə cismi şəklində yaxşı saxlanıla bilirlər. Bu hal isə gübələk preparatlarının istehsal texnologiyasında istifadəsi əzgn zox vacibdir.

Lakin, qeyd olunan keyfiyyətlərə baxmayaraq onlar 2 səbəb ucbatından entomopatogenlər kimi geniş miqyasda tətbiq olunmur:

- 1) preparatların alınması əzgn gübələklərin səthi becərməsi tələb olunur ki, bu da geniş sahə və sərfiyyat tələb edir;
- 2) gübələklərin entomopatogen aktivliyi yəksək və stabil nəmlik olan şəraitdə baş verir. Bu hal onların istifadəsini məhdudlaşdırır.

Buna baxmayaraq bir zox ölkələrdə, bitkilərin müdafiəsi əzgn gübələklərdən alınan preparatlar istifadə olunur.

Boverin. *Beauveria bassiana* gübələyindən alınır. Boverin həşəratlara bilavasitə təmas və bağırısağa dğşmək yolu ilə təsir edir. Gübələk konidisi həşəratın bədəninə düşərək, orada cğcərir xitin ürtğyğndən keçərək bədən boşluğuna keçir. Orada zoxalaraq boşluğu tam tutur və həşəratın ülgmğnə səbəb olur.

Boverinin istehsalının mğxtəlif ğsulları müvcuddur. Ən zox yayılmış və asan ğsul gübələyi maye qidalı mğhitin səthində becərmək, sonra sğzğb qurutmaqdır.

Boverin əsasən yğksək nəmlik şəraitində zəifləmiş həşəratlara təsir edir. Buna görə də onu insektisidlərin zəif dozası ilə birlikdə istifadə edirlər. Kolorad bəcəyinə və meyvəyeyən həşəratlara qarşı istifadə olunur. Preparat 1 – 2 kq/ha dozada bitkilərə pğskğrglmə yolu ilə tətbiq olunur.

Entomorfin və başqa preparatlar. Entomorfin əsasən *Entomorpha thaxterina* nüvlğ gübələk kulturası tərəfindən alınır. Hələlik laboratoriya şəraitində az miqdarda istifadə olunur və qapalı mğhitdə bitkiləri mənənələrdən qorumaq məqsədilə istifadə edilir.

Verticillium lecanii gübələyindən laboratoriya şəraitində **vertisillin** preparatı alınır. O, istixanalarda ağqanad kəpənəyinə və bitki bitinə qarşı istifadə olunur.

Bir zox ölkələrdə həşəratlarla mğbarizə məqsədilə *Aschersonia aleuroides* gübələk kulturası

əsasında 2 preparat hazırlanmışdır: vertalek – bitki bitlərinə qarşı və maykotal – ağqanad kəpənəyinə qarşı mğbarizə üzgn.

10.3. Virus preparatlarının istehsalı

Bitkilərin mğhafizəsində entomopatogen viruslar yğksək səmərəyə malikdir. Bu, onların yğksək səviyyədə virulentliyi, patogen təsirinin dar spesifikliyə malik olması və təbiətdə yaxşı saxlanılması ilə bağlıdır. Entomopatogen viruslar başqa viruslar kimi, sahibin canlı həcceyrələrində zoxalırlar. Axırcı xassə onların həşəratlara qarşı geniş mğbarizəsini zətinləşdirir. Virus preparatlarının istehsalı gğzn həşəratları kğtləvi sğrətdə zoxaltmaq tələb olunur.

Hazırkı düvrdə aşağıdakı virus preparatları yaradılmışdır: virin QYP – alma zərərvericisinə, virin KŞ – həlqəvi ipəkqurduna, virin EKS – kələm sovkasına, virin ENŞ – cğtləşməyən ipəkqurduna, virin OS – qış pambıq sovkasına və virin HS – pambıq sovkasına qarşı mğbarizə gğzn. Lakin virus preparatları onların yğksək aktivliyinə, ətraf mğhit gğzn zərərsiz və təhlğkəsizliyinə baxmayaraq, hələlik geniş tətbiq olunmur. Onların kğtləvi istehsalı üzg – üzlğyğndə zox mğrəkkəb və zətin olan prosesdir.

10.4. Gəmiricilərə qarşı istifadə olunan mikrob preparatları

Gəmiricilər məməlilər sinfindən olan zox sayılı ziyanverici heyvanlardır. Gəmiricilərlə mğbarizə qədim dövğrlərdən aparılır. Onların qırılması və məhv edilməsi ğzğn mğxtəlif metodlardan (mexaniki, fiziki, kimyəvi və bioloji) istifadə olunub.

Gəmiricilərin məhv edilməsi ğzğn patogen mikroorqanizmlərdən hələ Paster və Meznikovun dövrgndən istifadəyə başlanılıb. Bu məqsədlə bir sıra mikroorqanizm təklif edilməsinə baxmayaraq, ən geniş istifadə olunanlar salmonella qrupundan olan bakteriyalar (*Salmonella enteritidis* var. *Issatchenko*, *S. enteritidis* var. *danyasz* və s.) olmuşlar.

Rusiyada gəmiricilərlə mğbarizə ğzğn ən zox *Salmonella enteritidis* var. *issatchenko* kulturası istifadə edilmişdir. Bu mikrob əsasında baktorodensid preparatı hazırlanır. Preparat 2 formada hazırlanır – buğdalı (buğda, arpa ğzərində becərməklə) və aminsğmğklğ (sğmğk ununda becərməklə). Buğdalı baktorodensid birinci nüvbədə zül sizanı kimi gəmiricilərə qarşı istifadə olunur. Aminsğmğklğ preparat isə tikintilərdə yaşayan sizan və sizovulların məhv edilməsi ğzğn istifadə edilir.

Fransa və başqa ölkələrdə preparatın hazırlanması ğzğn *S.enteritidis* var. *danyasz* kulturası istifadə edilir.

Gəmiricilərə qarşı patogen bakteriyalar dar spesifikliyi ilə (yəni insana, ev və vəhşi heyvanlara qarşı təhlükəsiz olması) sezilirlər. Bakterodensidinin sərfiyyat norması gəmiricilərin bir başa sayından asılı olaraq 0,5 – 2 kq/ha ola bilər.

XI FƏSİL

BİOYANACAĞIN ALINMASI

Mğasir energetika yanacaq tiplidir. Dğnyada alınan və istifadə edilən enerjinin 98% - ni kümğr, neft və təbii qaz, yalnız 2 % - ni isə hidroenergetika və atom energetikası tutur.

Aramsız və artan ğzvi yanacağın alınma və istifadə edilmə sğrəti bir tərəfdən onların ehtiyatlarının kəskin azalmasına, o biri tərəfdən isə biosferin istilik və karbon qazı ilə zirklənməsinə gətirib zıxarır.

Ona gürə də ğğvənli, alternativ, həmişə bərpa olunan enerji mənbələrinin və enerjiyə qənaət edən texnologiyanın yaradılması məsələsi zox vacibdir. Yanacağın alınmasının ən səmərəli yolları: bioloji və termokimyəvi konversiya diqqəti daha zox cəlb edir.

Bioloji konversiya anaerob mikrobioloji prosesləri: metanın (bioqazın), molekulyar hidrogenin, etil spirtinin, butanolun, asetonun və ğzvi turşuların alınmasını nəzərdə tutur.

11.1. Bioqazın alınması

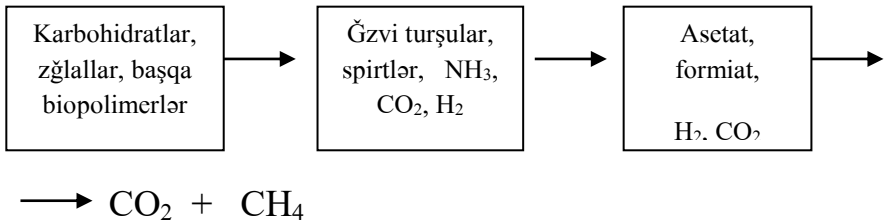
Bioqazın (əsas komponentini 80 – 85% metan təşkil edir) alınması anaerob şəraitdə gedən mğrəkkəb bakterial prosesdir. Burada mğxtəlif mikroorqanizmlər iştirak edirlər və əksəriyyəti metanogenlərdir.

Metanəmələgətirən bakteriyalar anaerob şəraitə uyğunlaşan və kifayət qədər geniş yayılmış canlılardır. Digər bakteriyalarla bərabər onlar mǵxtəlif ekoloji nişalarda: bataqlıqda, zay və gül lilində, dəniz və okeanların zükǵntǵlǵrində, sǵni texniki qurǵular olan metanotendlǵrdə, gǵvşəyən heyvanların mǵdəsində və bir zox heyvanların həzm traktında, ğzvi maddələrin destruksiyasında iştirak edirlər.

Hal – hazırda təmiz kultura şəklində 20 – yə yaxın metanəmələgətirən bakteriya ştamı ayrılmışdır. Başqa arxeobakteriyalar kimi, metanogenlər digər prokariotlardan (eubakteriyalardan) bir sıra hǵceyrə komponentlərinə, o cǵmlədən hǵceyrə divarında mǵgrein qatının olmaması ilə sevilirlər.

Bǵtǵn metanəmələgətirən bakteriyalar – obliqat anaeroblardır. Bəziləri mezofil, bəziləri isə termofillərdir. Məsələn, *Methanobacterium thermocutotrophicum* 60 – 80°C və daha yǵksək temperaturda bitirlər. Ən zox üyrənilənlər *Methanosarsina barkery*, *Methanobrevibacter ruminantium* və *Methanobacterium thermocutotrophicum* nüvləridir.

Ğzvi maddələrin mikroorqanizmlərin qarışıq kulturaları ilə anaerob parzalanması prosesi 2 mərhələdə gedir. Birinci mərhələdə əsas məhsul kimi ğzvi turşular, molekulyar hidrogen və karbon qazı əmələ gəlir. İkinci mərhələ isə metanın əmələ gəlməsi ilə başa zadır (şək. 17).



Şəkil 17. Mikroorqanizmlərin təbii assosiasiyaları ilə biopolimerlərin metana qədər destruksiyası

Ğzvi turşularının əmələ gəlməsini *Enterobacteriaceae*, *Lactobacillaceae*, *Streptococcaceae* bakteriya fəsilələrinin, həm də *Clostridium*, *Butyrivibrio* cinsinin nğmayəndələri həyata keçirirlər. Anaerob şəraitdə metanın (CH₄) əmələ gəlməsi ilə gedən, ğzvi maddələrin mikroorqanizmlərlə parzalanması prosesi “metanlı qıcqırması” adlanır.

Texnoloji cəhətdən metanlı qıcqırma 2 mərhələyə ayrılır: metan biosenozunun yetişməsi və fermentasiya. Birinci mərhələdə ğzvi maddələrin və onların parzalanma məhsullarının anaerob zəvrlilməsində iştirak edən bakteriyalar inkişaf edir. Bu mikroorqanizmlərin fəaliyyəti nəticəsində metanın aktiv biosintezi ğzgən optimal şərait yaranır.

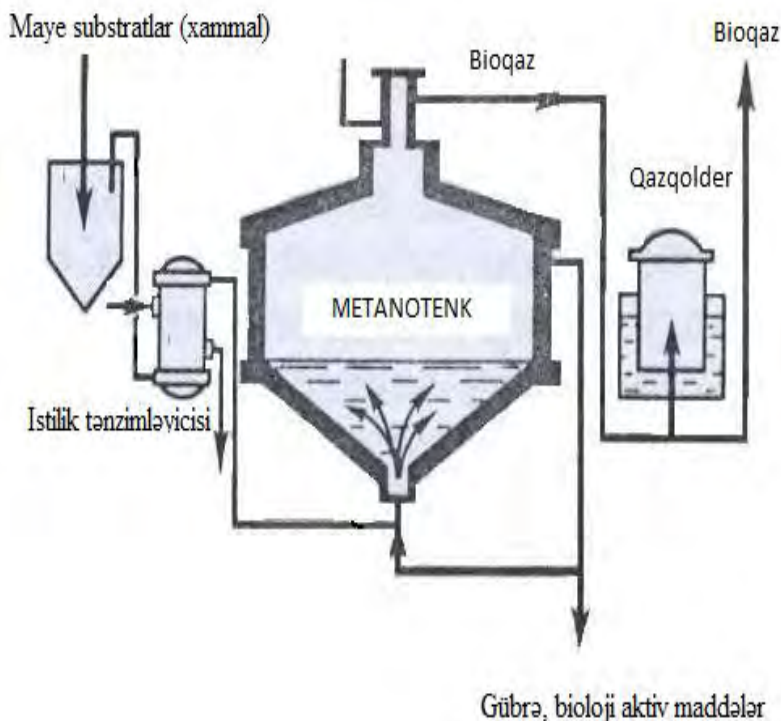
Metanın alınma prosesi mğrəkkəbdir və tam üyrənilməyib. Lakin belə bioloji sistem sənaye

miqyasında bioqazın alınması $\dot{g}z\dot{g}n$ zox əlverişli və sadədir.

Maye $\dot{g}zvi$ maddələrin metana zevrilməsi $m\dot{g}tl\dot{e}q$ anaerob şəraitdə $30 - 40^{\circ}C$ (mezofillər $\dot{g}z\dot{g}n$) və ya $52 - 60^{\circ}C$ (termofillər $\dot{g}z\dot{g}n$) temperaturda aparılır. Fermentasiya bir nezə min kub metr həcmi olan reaktorlarda (metanotendlərdə) həyata keçirilir. Metanogenlər dəmirbetondan və ya metaldan hazırlanır. Onların formaları $m\dot{g}xt\dot{e}lif$ ola bilər. Ən əlverişlisi yumurtavari konstruksiyaya malik olanıdır.

Tərkibində $2 - 12\%$ $\dot{g}zvi$ maddə olan xammal istilik tənzimləyici qurğudan metanotenkə daxil olur. İstilik tənzimləyici qurğuda substrat lazım olan temperatura qədər qızdırılır və ya soyudulur. Əmələ gələn qazlar metanotenkə yuxarı hissəsində yerləşən qapaqdan qazsaxlanılan yerə “qazqolderə” daxil olur, oradan isə qaz xəttinə verilir (şək. 18).

$M\dot{g}xt\dot{e}lif$ $\dot{g}zvi$ tullantıların bioqaz istehsalında xammal kimi istifadə etmək imkanı, bir zox ölkələrdə bioqaz sənayesinin yaradılması və inkişaf etdirilməsində $m\dot{g}sb\dot{e}t$ rol oynamışdır. Məsələn, Zin Xalq Respublikasında 1983 – cü ilin məlumatına görə 7 mln. bioqaz qurğusu vardır ki, onların reaktorlarının $\dot{g}mumi$ həcmi təxminən 60 mln. m^3 bioqaz istehsal etmək $\dot{g}g\dot{c}g\dot{n}\dot{e}$ malikdir. Bu qurğular ildə 110 milyard m^3 bioqaz almağa imkan verir.



Şəkil 18. Bioqazın alınma sxemi

Avropa iqtisadi birliyi ölkələrində 1983 – cü ilin məlumatına görə 570 qurğu maye qəzi qalıqlarından, 17 qurğu isə bərk qəzi tullantılardan bioqazın alınması üçün istifadə edilir.

Amerika Birləşmiş Ştatlarında şəhərin bərk zibili əsasında bioqazın alınması geniş yayılmışdır. Məsələn, Nyu – York şəhərinin qəzi tullantılarından ildə 100 mln. m³ bioqaz istehsal edən stansiya fəaliyyət göstərir.

11.2. Spirtin alınması

İbtidai spirtlərin: metanolun, etanolun, butanolun, butandiolun, eləcə də asetonun və digər həlledicilərin mğhərrik yanacağı kimi daxili yanma mğhərriklərində istifadə imkanları bu məhsulların bitki biokətləsinin biokonversiyası yolu ilə alınmasına böyük maraq doğurur.

Etil və metil spirtinin benzinlə 10 : 90 və ya 20 : 80 nisbətində “**qazo – xol**” adlanan qarışığı bir zox ölkələrdə avtomobil nəqliyyatı üçün geniş istifadə edilir.

Etil spirti adətən heksozalardan maya gübələkləri vasitəsilə qıcqırma prosesində alınır:



Xammal kimi melassa (şəkər zuğundurundan şəkər alınması zamanı alınan tullantı), buğda, kartof və qarğıdalı nişastasası (nişasta, qabaqcadan sadə şəkərə qədər hidroliz olunur).

Etil spirtini zoxlu bakteriyalar da əmələ gətirə bilir. Bunlara, *Zymononas* cinsli (*Z. mobilis*, *Z. anaerobica*) *Sarcina ventriculi*, *Erwinia amylovora*, *Clostridium thermocellum* və *Cl. thermahydrosulphuricum* bakteriyaları aiddir.

Bir zox cənub ölkələrində texniki etanolun istehsalı üçün şəkər qamışının qalıqları – baqassa, maniok, baqat, şirin sorqo istifadə olunur.

Rusiyada etil spirti oduncaq hidrolizatından qıcqırma yolu ilə sənaye miqyasında alınır. Bunun ğzğn oduncaq əvvəlcə turşu və ya qələvi ilə hidroliz olunur. sonra onları maya gübələkləri vasitəsilə etanola qıcqırdırlar. Bir ton ağacdən 170 – 180 litr etanol və 40 kq maya gübələyi biokğtləsi, 1 ton kartofdan – 100 litr etanol, 1 ton arpadan 270 litr etil spirti almaq mğmkğndğr.

11.3. Bakterial oksidləşmə zamanı istilik enerjisinin alınması

Yuxarıda qeyd olunan metodlardan fərqli olaraq enerjinin alınmasının mikrobioloji proseslərindən biri də bərk biokğtlənin (tullantıların) aerob oksidləşməsidir ki, bu zaman böyğk həcmdə istilik xaric olur.

Bərk ğzvi xammal şaxtaya yğklənir və aşağıdan hava verilir. Mikroorqanizmlər tərəfindən həyata keçirilən oksidləşmə prosesi nəticəsində istilik enerjisinin intensiv xaric olunması baş verir və qazlar 80°C temperatura qədər qıza bilər. Kompressiyanın küməyi ilə qazların temperaturunu 40 – 100°C qaldırmaq olur. Alınan enerjini qaynar su və ya buxar şəklində akkumulyasiya etmək olar. Belə sənaye tipli qurğular Yaponiyada işlənir. Bu zaman əmələ gələn qalıq – şlam yğksək səmərəli ğzvi mineral ğğbrə kimi istifadə olunur.

Beləliklə, bitki biokətləsi mikrobioloji proseslər nəticəsində səmərəli enerji mənbəyinə çevrilə bilər.

11.4. Molekulyar hidrogenin alınması

Molekulyar hidrogen perspektivli yanacaq nüvəddir. Enerji tutumu baxımından o, bəzi birləşmələrdən irəlidə durur. Hidrogenin yandırılması zamanı ətraf mühitin zərərli maddələrlə zirkənməsi baş vermir və hətta suyun regenerasiyasına gətirib çıxarır. Digər tərəfdən, hidrogen bir sıra bakteriyaların böyüməsi üçün enerji mənbəyi rolunu oynayır və onlardan zəhləllə zəngin biokətlənin produsenti kimi istifadə etmək olar.

Bir zox inkişaf etmiş ölkələrdə hidrogenin illik istehsalı 30 mln. ton təşkil edir. Onun zox hissəsi kimyəvi yolla təbii qazdan (metandan) alınır. Son zamanlar üz həyat fəaliyyəti nəticəsində hidrogen əmələ gətirən mikroorqanizmlər diqqəti cəlb edir. Onların arasında həm xemotroflar və həm də fototroflar vardır.

Molekulyar hidrogeni böyük həcmdə əmələ gətirən xemotroflara ilk nüvbədə bir zox obliqat və fakültativ anaerob bakteriyalar aiddir. Molekulyar hidrogenin azotfiksədən aerob bakteriyalar (azotobakterlər) tərəfindən əmələ gəlmə imkanı göstərilmişdir. Hidrogenin aktiv produsentlərinə *Clostridium butyricum*, *C.perfringens*, *Escherichia*

coli, *Citrobacter freundii*, *Ruminococcus* cinsli bakteriyalar aiddir. Qıcqırma prosesi zamanı şəkərdən 4 millilitr hidrogen əmələ gəlir:



Bu halda enerji zəvrləməsinin faydalı iş əmsalı 33% -dən zox olmur. Buna görə hidrogenin qıcqırma prosesində alınması geniş tətbiq tapa bilməz.

Fototrof orqanizmlərdən purpur bakteriyalar və yosunlar hidrogen əmələ gətirə bilirlər. Ali bitkilər tərəfindən də hidrogen az miqdarda xaric olunur.

Bir zox purpur bakteriyalar tərəfindən özvi maddələrin və qeyri – özvi kətkərd birləşmələrinin anaerob oksidləşməsi zamanı hidrogen əmələ gəlir. Hidrogenin intensiv əmələ gəlməsinə işıq mənfi təsir göstərir. Buna görə də proses hidrogenin fotoayrılması adlanır.

Purpur bakteriyaların inkişaf edən kulturaları, həcyrə suspenziyalrı və hətta immobilizə olunmuş həcyrələri hidrogenin fotoayrılmasını türədirlər. Ən aktiv hidrogen əmələ gətirən *Rhodobacter capsulatus* nüvəddır. Gənəş enerjisindən hidrogenin əmələ gəlməsinin faydalı iş əmsalı 2,8% zadır. Purpur bakteriyalar tərəfindən 1 kq laktat istifadə olunan zaman 1350 litr hidrogen qazı almaq olur.

Sianobakteriyalar arasında da bəzi şamlar, işıq olan mğhitdə zoxlu miqdarda hidrogen istehsal edirlər. Bunlara əsasən sapformalı: *Ancbaena*

cylindrical, A. variabilis, Mostigoeladus thermophilus, M. laminosus nüvlər aiddir. Sionabakteriyalar tərəfindən işıq enerjisinin hidrogen qazına zevrilməsinin faydalı iş əmsalı 10% - ə qədər çatır.

Qeyd etmək lazımdır ki, hidrogenin mikrobioloji yolla alınma ǵsullu sənaye miqyasında hələlilik həyata kezməyib, lakin bu istiqamətdə işlər gedir və tədqiqat obyektı kimi mikroorqanizmlər tədqiq edilir.

XII FƏSİL

HİBBERELLİNLƏRİN, ALKALOİDLƏRİN, AMİN TURŞULARIN VƏ NUKLEOTİDLƏRİN ALINMASI

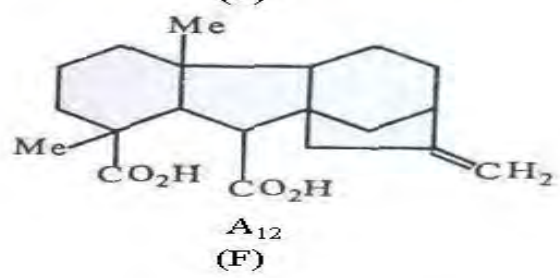
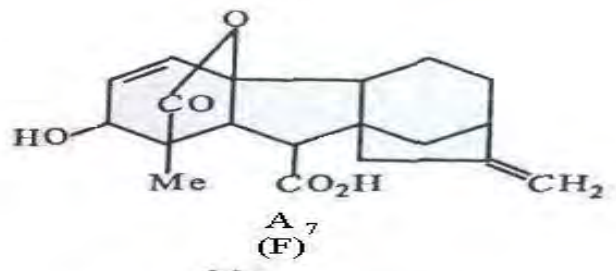
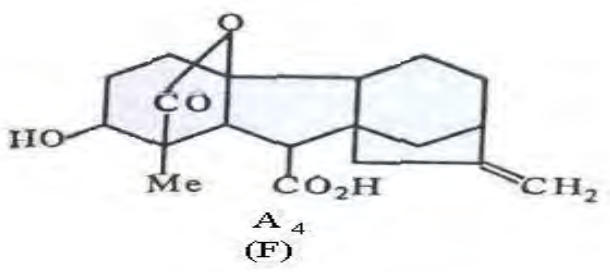
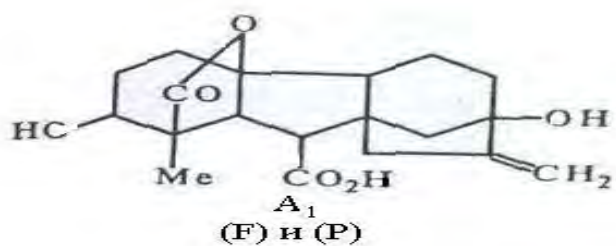
12.1. Hibberellinlərin produsentləri və onların alınması

Hibberellinlər – bitkilərin böyügmə və inkişafını təmin edən hormonal təbiətli fizioloji fəal birləşmələrdir. Onlar həm ali, həm də ibtidai bitkilər tərəfindən sintez edilir. Bəzi hibberellinlər yalnız mikroorqanizmlərdə, bəziləri isə yalnız bitkilərdə tapılmışdır.

Hal – hazırda 50 – yə yaxın bu cür hormonal təbiətli birləşmələr tapılmış və hamısı şəkildə hibberellinlər adı altında birləşdirilmişdir. Hibberellinlər elmi ədəbiyyatda A hərfi ilə işarə olunur, məsələn, hibberellin A_1 , A_2 , A_3 ...və s.

Hibberellinlərin strukturu hipotetik ent – hibberellin karbohidratının törəməsi kimi baxılır və onda atomların sayı digər siklik diterpenlərdəkinin sayına uyğundur (şəkl.19).

Hibberellinin aktiv produsentlərinə aktinomisetlərdən *Gibberella fujikuri* (konidial mərhələsi *Fusarium moniliforme*) aiddir. *Fusarium moniliforme* hibberellinin biosintezində A_3 komponenti digərlərinə nisbətən üstünlük təşkil edir.



Şəkil 19. Göbələk mənşəli hibberellinin quruluşu

Hibberellininin *F. moniliforme* vasitəsilə alınması 2 fazada gedir. Birinci fazada biokətlənin intensiv əmələ gəlməsi baş verir, ikinci fazada isə əsas məhsul əmələ gəlir. Deməli hibberellinlər ikincili metabolitlər kimi sintez olunur. Məhətdə azot mənbəyinin az, lakin karbon mənbəyinin zox miqdarda saxlanması yəksək məhsuldarlığı təmin edir.

Produsentin dərin becərilməsi zamanı azot mənbəyi kimi zaxır turşusunun ammonium duzu və xəsusilə soya ununun istifadə olunması əhəmiyyətli rol oynayır. Məhətdə bu komponentlərin lazımi miqdarda olması hibberellinin 200 mq/l miqdarda sintezini təmin edir.

Hibberellininin sənaye miqyasında alınması da *Fusarium moniliforme* gübələyi vasitəsilə həyata keçirilir və əsas məhsul kultural mayedən ayrılır və təmizlənilir.

Kultural mayədəki hibberellinin miqdarını, tərkibini məyyənləndirmək üçün bioloji, fiziki – kimyəvi metodlardan istifadə olunur. Bioloji metodun əsasında hibberellinin ali bitkilərdə məxtəlif fizioloji prosesləri stimulla etməsi durur.

Kultural mayədə hibberellinlərin miqdarını məyyənləndirmək üçün fotometrik metoddan istifadə olunur. Lakin bu metodla kultural mayədəki əlavə maddələr də təyin olunduğu üçün dəqiq sayılmır. Hibberellinlərin dəqiq miqdarı analizi nazik qatlı xromatoqrafiya metodu ilə aparılır.

12.2. Alkoloidlərin produsentləri və alınması

Alkoloidlər – azot tərkibli fizioloji fəal birləşmələr olub, mürəkkəb struktura malikdir. Məlum olan əksər alkoloidlər ali bitkilərdən ayrılmışdır. Mikroorqanizmlərdən alınan alkoloidlər hələ tam üyrənilməmişdir. İlk alkoloid təbiətli birləşmə *Claviceps* (zovdar mahmızı) cinsindən olan və arpada parazitlik edən gübələkdən alınmışdır. *Claviceps* cinsindən olan gübələklərin 50 – yə yaxın nüvə məlumdur. Onlardan 40 – a qədər alkoloid alınmışdır.

Zovdar mahmızından ayrılan alkoloidlər indol tipli birləşmələr olub, quruluşunun əsasında erqolinin tetrasiklik həlqəsi durur. Bu tip alkoloidlər gəclə farmokoloji təsirə malikdir:

Uzun müddət elə hesab edilirdi ki, indol alkoloidi yalnız *Claviceps* cinsli gübələyin həyat fəaliyyəti nəticəsində əmələ gəlir. Hal – hazırda indol alkoloidin produsenti kimi *Aspergillus* və *Penicillium* cinslərinin nəmayəndələrində istifadə olunur.

Zovdar mahmızının alkoloidləri gəclə farmakoloji təsirə malikdir.

Saya əzələnin yığılıb – azılmasını təmin etmələrinə görə erqometrin və erqotamin ginekologiyada geniş istifadə olunur. Bəzi alkoloidlər miqrenin, hipertoniyanın, psixiatrik xəstəliklərin müalicəsində tətbiq olunur.

Hal – hazırda *Claviceps* cinsli gübələklər həm dərin, həm də səthi becərilmə şsulı ilə yetişdirilir.

Alkoloid əmələgətirən gübələk *C.purpurea polimorf* – dur. Bu gübələyi bərk qidalı mğhitdə becərdikdə alkoloid əmələ gətirən və alkoloid əmələ gətirə bilməyən ştamlara ayrılırlar. Alkoloid əmələ gətirənlər eyni zamanda mğhitdə zoxlu lipid toplaya bilirlər.

Mikrooranizmlər erqalkoloidlərdən başqa kimyəvi təbiətinə görə fərqlənən digər alkoloidlər də sintez edirlər. Onlar xinolinlərə aid edilir. *Pseudomonas* cinsli bakteriya kulturlarının sintez etdiyi alkoloidlər – **psevdanlar** adlanır. *Penicillium viridicatum* gübələyi xinolinin türəməsi olan **viridikatin** alkoloidini sintez edə bilir.

12.3. Amin turşularının alınması

Son illər mğxtəlif amin turşuları kənd təsərrğfatında və tibbdə geniş tətbiq edilir. Onlar əsasən balanslaşdırılmış zğlali yemin alınması ğzğn xğsusı əhmiyyət kəsb edir. Bir sıra yem və ərzaq məhsullarının tərkibində əvəzolunmyan amin turşularının miqdarı kifayət qədər olmur (xğsusilə lizin az olur). Belə məhsullara dğyğ, buğda, qarğıdalını aid etmək olar. Bu zatışmamazlığı aradan qaldırmaq ğzğn aminturşular təmiz halda istifadə olunur və ya qarışiq qidaların tərkibinə onları əlavə edirlər. Amin turşuları yeyinti sənayesində də tətbiq

olunur. Onların bir zoxu və ya türemələri pestisid təsirə malikdirlər. Metionin və γ - aminoyağ turşusu dərman vasitəsi kimi tibbdə geniş tətbiq olunur.

Dğnya ğzrə aminturşu istehsalı hər il bir nezə milyon ton təşkil edir. Miqdar ehtibarı ilə ən zox L – qlutamin turşusu, L – lizin, DL – metionin, L – asparagin turşusu, qlisin istehsal olunur. Aminturşularının əsas alınma ğsulları bunlardır: bitki xammallarının zğlal hidrolizatında ekstraksiya ğsulu ilə, kimyəvi və mikrobioloji sintez yolu ilə, mikroblardan alınmış enzimlər vasitəsilə sintez etməklə.

Hal – hazırda amin turşularının alınması ğzğn ən prespektivli və səmərəli ğsul mikrobioloji sintezdir. Yaponiya mikrobioloji sintez məhsullarının o cğmlədən, aminturşularının istehsalına ğürə ən qabaqcıl ölkələr sırasındadır. Amin turşularının mikrobioloji sintezi mikroorqanizmlərin bu metabolitləri qidalı mğhitdə yğksək miqdarda toplamaq qabiliyyətinə əsaslanır. Mikroorqanizmlər arasında qlutamin turşusunun produsentləri bir zox bakteriyalar, maya və kif ğübələkləri arasında rast ğəlinir.

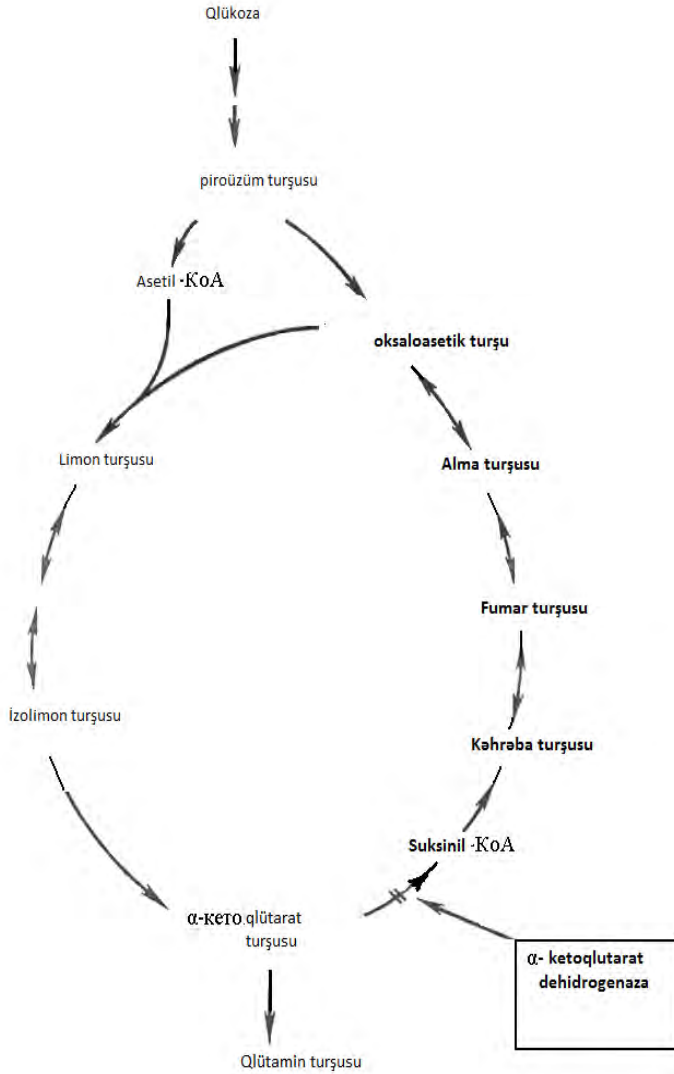
Amin turşular sintez edə bilən ən geniş yayılmış produsentlər *Corynebacterium*, *Micrococcus*, *Arthrobacter*, *Brevibacterium* cinslərinə aid olan qrammğsbət sporsuz bakteriyalardır.

12.3.1. Qlutamin turşusunun produsentləri və biosintezi

Qlutamin turşusunu əmələ gətirən əsas produsentlərə misal olaraq *Corynebacterium glutamicum* bakteriyasını göstərmək olar. Bu bakteriyalar Krebs siklinin (2 – ketoqlutardehidrogenazadan başqa) 2 – ketoqlutar turşusunu suksinil – KoA – ya zəvirən bəlgən enzimlərinə malikdir. Substrat kimi istifadə olunan qlgkoza piruğzgm turşusuna, sonra asetil – KoA – ya, daha sonra limon və izolimon turşularına zəvrilir. İzolimon turşusundan α – ketoqlgtarat turşusu əmələ gəlir və sonuncu isə qlgtamin turşusuna zəvrilir (şək.20).

Qlutamin turşusunun mikrobioloji sintez şsullarından biri də 2 – ketoqlutar turşusunun enzimatik transformasiya şsuludur. Bu məqsədlə qlutamatdehidrogenaza aktivliyinə malik *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* bakteriyalarından istifadə olunur. Lakin bu şsul iqtisadi cəhətdən az səmərəlidir.

Qlutamin turşusunun mikrobioloji şsulla istehsalı gzgən karbon mənbəyi kimi qlgkoza, nişasta, melassa, etanol, hidrol, metanol və sirkə turşusundan istifadə olunur. Azot mənbəyi kimi isə ammonium duzları və sidik cüvhəri tətbiq edilir.



Şəkil 20. Qlutamin turşusunun *Corynebacterium glutamicum* bakteriyası vasitəsilə sintez yolu

12.3.2. Lizinin produsentləri və biosintezi

Lizinin mikrobioloji sintezi *Corynebacterium* və *Brevibacterium* cinslərinin mutant ştamları vasitəsilə həyata keçirilir. Lizinin biosintezi Krebs (ğzkarboksilli turşular) siklində baş verir. Ona görə də lizinin maksimal ziximi gəzən elə şərait yaradılmalıdır ki, produsentin Krebs sikli enzimləri yəksək aktivliyə malik olsunlar.

Lizinin alınması yollarından biri də enzimatik gəsuldur. Bu gəsulda substrat qismində mezoizomer – 2,6 – diaminopimelin turşusu, enzim qismində isə – diaminopimelinkarboksilaza iştirak edir. Bu məqsədlə *Brevibacterium sp.* bakteriyasının suspenziyasından da istifadə olunur.

Sənayedə təmiz lizinin istehsalı ilə yanaşı xam yem lizinin istehsalı da geniş yayılmışdır.

12.3.3. Amin turşularının immobilizə olunmuş hüceyrə və enzimlər vasitəsilə alınması

Son illərdə aminturşularının immobilizə olunmuş həcyrə və enzimlərlə sintezi zox geniş yayılmışdır və bunun bir zox gəstənləkləri vardır. Bu gəsulla alınan son məhsul yəksək qatılığa və təmizliyə malik olur, prosesdə yad mikroorqanizmlərlə yoluxma təhləkəsi olmur və fasiləsiz texnoloji proseslərin həyata keçirilməsi imkanı yaranır.

İmmobilizə olunmuş şəkildə istifadə olunan enzimlərin əsas mənbəyi kimi mikroorqanizmlər istifadə olunur.

Ən geniş yayılmış enzimatik şsullardan biri aspartazanın yüksək katalitik aktivliyi sayəsində asparagin turşusunun fumar turşusundan və ammoniumdan alınmasıdır. Poliakril gələ hopdurulmuş aspartaza üz aktivliyini tez itirdiyi gözə aspartaza aktivliyinə malik immobilizə olunmuş mikrob hğceyrələri istifadə olunur. Aspartazanın aktiv produsentlərindən biri *Escherichia coli* bakteriyası hesab olunur və onun hğceyrələri poliakrilamid gələ immobilizə olunur.

Enzimatik şsulla həm də *Pseudomonas dacunhae* bakteriyası hğceyrələrindən istifadə etməklə L = alanini dekarboksilləşdirməklə L – asparagin turşusuna zəvirirlər.

12.4. Nukleotidlərin mikrobioloji sintezi

Nukleotidlərin mikrobioloji sintezi zox da geniş miqyasda yayılmamışdır. Zəunki bu birləşmələrin istifadə arealı böyük deyildir. Nukleotidlər sənayedə mğalicəvi preparat kimi istifadəyə yararlı hesab edilir. Onlardan laboratoriyada biokimyəvi təcrəbələr zamanı da istifadə olunur.

ATF – in biosintezi. ATF – in (adenozintrifosfatın) alınması adeninin və ya adenil turşusunun mikroorqanizmlər tərəfindən

fosforlaşmasına əsaslanır. Produsent kimi *Corynebacterium sp.*, *Brevibacterium ammoniagenes* bakteriyaları istifadə edilir. Əgər birinci bakteriya kulturası istifadə edilsə onun becərilməsi gəzən tərkibində karbon və azot mənbəyi olan qidalı məhsuldan istifadə olunur. Becərilmənin gedişi zamanı qidalı məhsul adenosin əlavə edilir və onun, enzimatik fosforlaşması nəticəsində adenil turşusu, ADF və ATF əmələ gəlir. Məhsul kuanizinin əlavə olunması zamanı isə kuanil turşusu, QDF və QTF sintez olunur.

AMF – in fosforlaşmasını törədən enzim sisteminin mənbəyi kimi *Saccharomyces cerevisiae* maya gübələyindən istifadə olunur.

Nikotinamidnukleotidlərin biosintezi.

Nikotinamidnukleotidin (NAD) mikrobioloji sintezi *Brevibacterium ammoniagenes* bakteriyasının nikotin turşusu olan məhsulda becərilməsi ilə həyata keçirilir. Bunun gəzən produsentlər karbon, azot və vitaminlə zəngin qidalı məhsulda becərilir. Qidalı məhsul ilkin maddə kimi nikotinamid və nikotin turşusu verilə bilər. Bu maddələr kulturanın becərilməsinin ikinci gəzəndə qidalı məhsul daxil edilir və beşinci gəzəndə kultura stasionar fazaya daxil olur. NAD – ın toplanması baş verir.

NADF – in alınması gəzən *Proteus mirabilis* kulturası istifadə olunur və qidalı məhsul NAD, nikotinamid, η - nitrofenilfosfat, asetat buferi əlavə olunur.

İnozin turşusunun biosintezi. İnozin turşusu – purin əsasları olan adenil və quanil turşularının ilkin maddələridir. İnozin turşusunun alınması gəzən inozinin fosforlaşmasını türədən enzim istifadə olunur. Bu enzimə malik mikroorqanizmlərə *Flavobacterium*, *Serratia*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas* cinsli bakteriya nüvlərini göstərmək olar. Bu reaksiyada fosfor donoru qismində nukleotidlər istifadə olunur.

İnozinin fosforlaşma reaksiyasının aktivliyi mikrob hücyrələrinin miqdarından, fosfor donorunun və akseptorunun (inozinin) qatılığından asılıdır. Bu proses *Pseudomonas trifoli* bakteriyası vasitəsilə həyata keçirilir və inozinin 90% fosforlaşması təmin edilir.

Quanozintrifosfatların biosintezi. Mikrob metabolizminin nukleotid təbiətli məhsulları arasında quanozinpolifosfatlara da rast gəlinir. Bu maddələr mikroorqanizm hücyrələrində baş verən biokimyəvi reaksiyalarda tənзимedici rol oynayır.

Quanozinpolifosfatın əmələ gəlməsi *Brevibacterium ammoniagenes* bakteriyasında ksantozin – 5 – monofosfatın iştirakı ilə gedən proseslərdə mğəyyən edilmişdir. Qidalı mğhitdə qlğkozadan başqa, yğksək miqdarda fosfat və maqnezium olması tələb olunur.

XIII FƏSİL

MİKROB ENZİMLƏRİNİN ALINMASI VƏ TƏTBİQİ

13.1. Mikrob enzimlərinin əsas xüsusiyyətləri

Enzimlər bioloji katalizator kimi insan həyatının müxtəlif sahələrində geniş istifadə edilir. Enzimlərin mənbəyi heyvanlar, bitkilər və mikroorqanizmlər ola bilər. Hal – hazırda elmə 2 mindən çox enzim məlumdur və onlardan bir neçə yığış təmiz şəkildə alınmışdır.

Enzimlərin produsentləri kimi mikroorqanizmlər diqqəti daha çox cəlb edir. Zənkə onlar yüksək metabolism aktivliyinə və sürətlə zoxalmaq qabiliyyətinə görə digər orqanizmlərdən kəskin fərqlənirlər.

Mikroorqanizmlərin əsas vacib xüsusiyyətlərindən biri də ucuz substratlardan (sellüloza, neft karbohidrogenləri, metan, metil spirti və s.) karbon və enerji mənbəyi kimi istifadə edə bilməsidir.

Mikroorqanizmlərin fəaliyyəti nəticəsində kultural mayeyə ifraz olunan müxtəlif enzimlər sintez olunur. Bu enzimlərin əksəriyyəti hidrolazalara aid olub, zəhləllərin, nişəstanın, sellülozanın və yağların parzalanmasında iştirak edirlər.

Bu enzimlərin kultural müəhdtdən preparat şəkildə alınması, bitki və heyvan həcyrələrindən

alınmasına nisbətən iqtisadi cəhətdən xeyli dərəcədə səmərəlidir.

Enzimlərin bəziləri yalnız mikroorqanizmlərdə tapılmışdır. Məsələn, diqallatı qall turşusuna parzalayan tannaza enzimi, bir zox aminturşularının rasemaza enzimi, kərkərd tərkibli zəğlalları (keratini) hidroliz edən keratinazalar. Keratin tərkibində, dırnağın, buynuzun və lələyin tərkibində olur. Molekulyar azotu ammoniyaya zəvirən nitrogenaza enzimi yalnız N_2 fikse edən bakteriyalarda tapılmışdır.

Ətraf mühitin onu zirkəndirən maddələrdən (plastmasdan, pestisidlərdən və bir zox zəhərli ksenobiotiklərdən) təmizlənməsi enzimlər sayəsində baş verir.

Mikroorqanizmlərin ekstremal şəraitlərdə, yəni aşağı və yəksək temperaturda, aerob və anaerob şəraitdə, turş və qələvi mühitdə, duzların yəksək qatılığında inkişaf etmək qabiliyyəti onların enzimlərinin təbiəti sayəsində məmkəndə. Onlar arasında 60 – 80°C belə aktivlik nəmayiş etdirən termofil bakteriyalar xəsusi yer tuturlar.

Bəzi mezofil mikroorqanizmlər yəksək termostabiliyə malik olub, yəksək temperatur həddində belə aktivliyə malik enzimlər sintez edirlər.

Halofil mikroorqanizmlər qeyri – adi həyat formasına malik olub, NaCl duzunun doymuş məhluluunda belə enzimatik aktivliyə malik olurlar.

13.1. Enzimlərin produsentləri və onların becərilməsi

Mikroorqanizmlər arasından mğxtəlif enzim sintez edə bilən və istehsalatda qiymətli enzim preparatı almağa imkan verən mğxtəlif ştamlar sezilmişdir. Ən yğksək aktivliyə malik ştamlar mğxtəlif kimyəvi və fiziki mutagenlərin təsiri ilə əldə olunan mutantlardır.

13.2.1. Qlikozidazların produsentləri

Qlikozidazalara qlikozidli birləşmələri kataliz edən zoxlu sayda mikrob enzimləri daxildir. Bu qurupa amilaza, dekstrinaza, pullulanaza, laktaza, invertaza, sellğlaza kompleksi enzimləri, ksilanaza və pektolitik enzimlər daxildir.

Əksər mikroorqanizmlər α – amilaza enzimi əmələ gətirirlər. α – amilazanın praktikada istifadə olunan produsentlərinə, *Bacillus licheniformes*, *Bac.amyloliquefaciens*, *Aspergillus oryzae* və başqa nüvlər aiddir.

Dekstranaza enzimi dekstranda 1,6 – qlikozid əlaqələrini parzalayır. Bu enzimin əsas produsenti *Penicillium purpurogenium* gübələyidir.

Pullulanaza enzimi pullulan adlı gübələk polisaxaridini, həmzinin qlikogen və dekstrini hidroliz edə bilir. Pullulanaza enzimi sənayedə qrammənfi *Klebsiella pneumonia* bakteriyasından alınır.

Laktaza enzimi laktozanı qlğkoza və qalaktozaya parzalayır. Bu enzimin produsentlərinə *Escherichia coli* bakteriyası, *Aspergillus niger*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Curvularia inaequalis*, *Alternaria tenuis* gübələkləri və bir zox başqa mikroorqanizmlər aiddir.

İnvertaza enzimi saxarozanı qlğkoza və fruktozaya parzalayır. Bu enzimi *Aspergillus* cinsli bir zox gübələklər, maya gübələkləri, həmçinin *Bacillus subtilis* və *Bac. diastaticus* bakteriyaları sintez edirlər.

Sellğlaza multienzim kompleksi olub 4 komponentdən ibarətdir: endoqlğkanaza, ekzoqlğkanaza, sellobiohidrolaza və sellobiaza. Sellğlaza kompleksi enzimlərinin əsas produsentləri isə bir zox kif gübələkləri (*Penicillium notatum*, *P. variabile*, *Trichoderma roseum*, *Verticillium albo-atrum* və b.) və bazidili (*Bjerkandera adusta*, *Coriolus versicolor* və b.) gübələklərdir.

Mikroorqanizmlərin əksəriyyəti pektini parzalayan enzimləri sintez edə bilirlər. Pektinaza pektinin ayrı – ayrı komponentlərə parzalanmasında iştirak edən enzimlər kompleksindən ibarətdir. Bəzi fitopatogen gübələklər (məsələn, *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporium*), yğksək aktivliyə malik pektolitik enzimləri sintez edirlər. Yğksək pektolitik aktivlik həm də ağac bitkilərində parazitlik edən bazidili gübələklərə də xasdır.

Bakteriyalar arasında yüksək pektolitik aktivlik *Clostridium felsineum* və *Bacillus polymyxa* bakteriya nüvlərində müşahidə olunur.

13.2.2. Proteinazanın produsentləri

Proteinaza (və ya proteaza) zəhləllərdəki aminturşular arasında mövcud olan peptid əlaqələrinin qırılmasında iştirak edir və bu zaman di – və tripeptidlər əmələ gəlir. Proteinazalar neytral (*Bacillus subtilis*, *Aspergillus terricola*), turş (*Asp.foetidus*) və qələvi olmaqla 3 qrupa ayrılır.

Bəzi mikroorqanizmlər eyni zamanda bir neçə qrup proteinaza əmələ gətirirlər. Proteinazalar *Actinomyces fradiae*, *Streptomyces griseus*, *Aspergillus terricola*, *Clostridium histolyticum* nüvlərindən alınır. Bir sıra kif gübələklər (*Aspergillus terricola*) və bakteriyalar (*Bacillus subtilis*) heyvan renininə bənzər proteinaza əmələ gətirirlər.

13.2.3. Lipazaların və digər hidrolazaların produsentləri

Lipid mğbadiləsində iştirak edən enzimlərdən ən çox praktiki əhəmiyyət kəsb edən lipazalardır. Lipazaları qidalı mğhitə ifraz edən produsentlərə *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Geotrichum* cinsli kif gübələkləri, *Candida* cinsli maya gübələkləri və *Pseudomonas* cinsli bakteriyaları aid etmək olar.

Lipazalar triasilqliserazaları kataliz edərək yağ turşularını və qliserini əmələ gətirirlər.

Fosfokinazalar yağ turşuları arasında və qliserinlə fosfatidil turşusu arasında olan mğrəkkəb efir əlaqələrini parzalayan enzimlərdir. Bu enzimlər əsasən spor əməlgətirən *Clostridium* və *Bacillus* cinsli bakteriyalarda təsadəf olunur.

Praktiki əhəmiyyətə malik olan aminoasillazanın produsentlərinə kif və maya gübələkləri aiddir.

13.2.4. Qeyri – hidrolitik enzimlərin produsentləri

Qeyri – hidrolitik enzimlərə bəzi oksidoreduktazalar, liazalar, izomerazalar, liqazalar aiddir.

Laktatliazalar və pektinliazalar yuxarıda qeyd olunduğu kimi digər enzimlərlə birlikdə pektin maddələrinin parzalanmasında iştirak edirlər. Bu enzimlərin produsentlərinə *Erwinia*, *Bacillus* və *Clostridium* cinsli bakteriyalar və *Aspergillus* cinsli gübələklər aiddir.

İzomerazalar qlğkozanı fruktozaya, ksilozanı isə ksilulozaya zəvirirlər. Qlğkoizomerazaların aktiv produsentləri *Streptomyces* və *Bacillus* cinsli bakteriyalar və *Mucor* cinsinin nğmayəndələridir.

Qlğkooksidaza β – D – qlğkozanı molekulyar oksigenin iştirakı ilə D – qlikono – σ – lakton və hidrogen peroksidə oksidləşdirir. Bu enzimin

produusentlərinə *Penicillium vitale*, *P.notatum* və *Aspergillus niger* kif gübələkləri aiddir.

Katalaza hidrogen peroksidin parzalanmasını kataliz edir. Bu enzimi *Aspergillus* və *Penicillium* cinsli gübələklərin əksəriyyəti, bəzi maya gübələkləri və bakteriyalar aktiv sintez edirlər.

Mikroorqanizmlər arasında enzimlərin əksəriyyətini sintez edə bilən produsentlər zoxdur. Lakin yığsək səmərəli produsentlər mutasiya nəticəsində alınan şamlardır.

13.2. Enzim produsentlərinin becərilməsi üçün qidalı mühitlər

Qidalı mğhitlər üz təyinatına görə 3 qrupa bölünğrlər: produsentlərin laboratoriyada saxlanması ğzğn istifadə olunan qidalı mğhitlər, əkin materialının alınması ğzğn istifadə olunan qidalı mğhitlər və sənayedə istehsal prosesində böyğk həcmdə istifadə olunan qidalı mğhitlər. Birinci qidalı mğhit mikroorqanizmin fizioloji tələblərinə uyğun tərtib olunur. İkinci və ğzğncğ qrup qidalı mğhitlər istehsalın tələblərinə cavab verməlidir. İlk nüvbədə ucuz başa gəlməlidir.

Hidrolazaların sənayedə alınmasında mğxtəlif ğzvi tullantılardan istifadə olunur. Bunların tərkibində spesifik maddələr olur. Məsələn, pektolitik enzimlərin istehsalında pektin tərkibli şəkər zuğunduru tullantısı olan melassa, sellğlolitik enzimlərin alınmasında isə

saman, kəpək və digər sellğloza tərkibli substratlar istifadə olunur.

Mikrobioloji ekzoenzimlərin alınmasında ən prespektivli xammal sğd cüvhəridir. Bu maye substratın istifadə olunması fasiləsiz becərilmə şsulunu həyata keçirməyə imkan verir.

13.4. Mikrob enzimlərinin ayrılması və təmizlənməsi

Mikrob enzimlərinin ayrılması və təmizlənməsi metodları mğxtəlif olub, hğceyrədə yerləşmə yerindən və istifadə məqsədlərindən asılıdır. Təmizlənməmiş enzim preparatları qurudulma və miseliumun parzalanması yolu ilə alınır. Əvvəlcədən qurudulmuş biokğtlə toz şəklinə qədər şyğdğlğr və bu şəkildə istifadəyə verilir. Bu şsulla amilazalar, proteinazalar, sellğlazalar kənd təsərrğfatında və sənayenin mğxtəlif sahələrində istifadə olunur.

Enzim sənayesində enzimlərin qatılaşdırılmış sulu məhlulları istifadə olunur. Bunun şzğn enzim məhlulu vakuum altında zılənərək qurudulur.

Sənayedə yğksək səviyyədə təmizlənməmiş enzimlər həmişə lazım gəlmir. Lakin, mğalicə məqsədilə yalnız təmizlənməmiş enzimlər istifadə olunur.

Hal – hazırda enzimlər immobilizə olunmuş şəkildə daha zox istifadə olunur. Zğnki bu halda

enzimlər uzun müddət stabil və aktiv şəkildə qala bilər.

13.5. Mikroorqanizmlərin enzimlərinin tətbiqi

13.5.1. Enzimlərin yeyinti sənayesində istifadəsi

Şərabzılıq və pivə hazırlanmasında dərin becərmə gücü ilə alınan amilaza tətbiq edilir. Enzimin tətbiqi istehsalı ucuzlaşdırır və dərin sərfini aşağı salır. Amilazalar həll olunan nişasta, dekstrin və patokaların (şəkər qarışığı) alınmasında istifadə edilir. Amilazanın tətbiqi ilə alınan meyvə və tərəvəz şirələrinin tərkibində şəkər daha çox olur və bu şirələr həzm sistemində asan mənimsənilir. Zümrəbişirmədə amilazalar xəmirin tez acımasını təmin edir və zürəyin keyfiyyətini yaxşılaşdırır.

Şirniyyat istehsalında maya gübələklərinin əmələ gətirdiyi invertaza enziminə istifadə edilir. Bu enzim saxarozanı qlükoza və fruktozaya zəvirir, nəticədə saxarozanın yığsək qatılığında belə kristallaşması baş vermir.

Gübələk pektinazaları meyvə və giləmeyvə şirələrinin bulanıqlığının aradan qaldırılmasında, özüm şirəsinin zıxımının artırılmasında, qəhvə istehsalında istifadə edilir.

Gübələk qlükoamilazası pivə istehsalında məhsuldan dekstrin qalıqlarının xaric olunması üçün istifadə olunur. Qlükozoizomeraza qlükoza və

fruktoza qarışıqından ibarət siropun alınmasında tətbiq edilir.

Laktaza enzimi sğddən laktozasız sğdğn alınmasında istifadə olunur. Belə ki, yer kğrəsi əhalisinin bir qismində sğdğn tərkibində olan laktoza şəkəri allergiya yaradır və onlar sğddən qida kimi istifadə edə bilmirlər.

Gübələklərin qlğkooksidazası daha zox maraq kəsb edir. Bu enzim qida məhsullarını qlğkoza və molekulyar oksigendən azad edir və onların saxlanma mğddətini uzadır.

Aspergillus niger gübələyindən alınan katalaza enzimi qida sənayesində qidaların tərkibindən hidrogen peroksid qalıqlarının təmizlənməsi ğzğn tətbiq olunur (hidrogen peroksid sterilləşdirici agent kimi qidaya əlavə olunur).

Sellğlaza preparatı kartofun və dənın şəkərləşməsi ğzğn, yosunlardan aqarın zıxımını artırmaq ğzğn istifadə olunur.

Proteolitik enzimlər pendir istehsalında tətbiq olunan renini əvəz edir və pendir istehsalını ucuzlaşdırır.

Lipazalar quru sğd istehsalında geniş istifadə edilir. Bunlar həminin pendir istehsalında pendirin yetişməsini tezləşdirir, ona spesifik iy və dad verir.

13.5.2. Enzimlərin sənayedə istifadəsinin digər sahələri

Mikroorqanizmlərdən alınan pektolitik enzimlər tekstil sənayesində kətan liflərinin alınmasında tətbiq olunur.

Bəzi proteinazalar, məsələn, protosubtilin ipək istehsalında kleyləşdirici maddə olan serisini parzalamaq üçün, lipazalar isə ipək liflərindən yağları təmizləmək üçün istifadə olunur.

Dəri emalı sənayesində proteinazalar dərinin yumşaldılmasında və tğklərin dəridən təmizlənməsində istifadə edilir. Mikrob enzimi preparatları yuyucu vasitələrin istehsalında da geniş tətbiq olunur. Adətən detergentlərə tərkibində proteaza, amilaza və lipaza olan *Bacillus subtilis* bakteriyasından alınmış enzim preparatı əlavə olunur.

13.5.3. Kənd təsərrüfatında enzimlərin istifadəsi

Enzimlərin kənd təsərrüfatında istifadəsi iki istiqamətdə inkişaf edir: 1) heyvanların yem rasionuna əlavə olunur; 2) yemlərin mənimsənilməsini yaxşılaşdırmaq üçün enzimlərlə işlənir. Bu məqsədlə kif gübələklərindən aşağıdakı enzim preparatları alınır: **amilorizin** (tərkibi: α – amilaza, dekstrinaza, maltaza, qlükoamilaza və proteinaza), **qlükovamorin** (tərkibi: α – amilaza, dekstrinaza, maltaza, turş

proteinaza və hemisellüloza) və **amilosubtilin** (tərkibi: α – amilaza, proteaza, β – qlükonaza).

13.5.4. Enzimlərin kimyəvi analiz və üzvi sintezdə istifadə edilməsi

Keyfiyyətli kimyəvi reaktivlər qismində enzimlər əsasən analitik və preparativ biokimya sahələrində tətbiq olunur. Məsələn, qanda kokarboksilazanın miqdarını məəyyən etmək üçün proteinaza enzimi istifadə olunur. Proteinaza kokarboksilazanı tiamin ayrılmaqla parzalayır. Xaric olunan tiaminin miqdarına görə kokarboksilazanın miqdarı məəyyən olunur.

Qalaktozanın məəyyən edilməsi qalaktooksidazanın istifadəsi ilə, L – amin turşularının təyin edilməsi isə spesifik dekarboksilazaların istifadəsi ilə həyata keçirilir.

Zox perspektivli mikrob enzimlərindən biri də xolesterinoksidazadır ki, o qanda xolesterinin miqdarını təyin etmək üçün istifadə edilir. Enzimlər həmçinin yüksək molekullu birləşmələrin (zəhləllərin, polisaxidlərin, nuklein turşularının) ilkin quruluşunun öyrənilməsində tətbiq olunur.

Penisillinamidazanın küməyilə penisillindən 6 – aminopenisillin turşusu, fumarazanın tətbiqi sayəsində isə fumar turşusundan alma turşusu alınır.

Kimyəvi sintez prosesində enzimlərin tətbiq sahəsi gəng – gəndən artır və genişlənir.

13.5.5. Enzimlərin tibbdə tətbiqi

Mikrob enzimləri tibbin bir zox sahələrində terapeutik məqsədlərlə və kliniki analizlərdə istifadə olunur. İltihablı proseslərin və yarıqların müalicəsində proteinaza preparatları tətbiq olunur. Proteinaza ülmüş həceyrə və toxumaları parzalayır və yaraların tez sağalmasını təmin edir.

Bədxassəli şişlərin müalicəsində bakteriyalardan alınmış L – asparaginaza enzimi istifadə olunur. Bu enzim L – asparagin turşusunu parzalamaqla bədxassəli şişlərin inkişafını ləngidir.

Həzm prosesinin pozulması zamanı α – amilaza, sellüloza, lipaza və proteinaza enzimlər kompleksi qida ilə bərabər qəbul edilir.

XIV FƏSİL

MİKROB LİPİDLƏRİNİN VƏ POLİSAXARİDLƏRİN ALINMASI

14.1. Lipidlərin alınması

14.1.1. Mikrob lipidlərinin tərkibi və onların hüceyrədə miqdarı

Lipidlər – təbii birləşmələrin zox böyük qrupu olub, bir – birlərindən kimyəvi quruluşuna və fiziki – kimyəvi xassələrinə görə fərqlənirlər. Onlar yalnız qızdırma şəraitində (efir, xloroform və s.) həll olur.

Lipidlər quruluşca sadə (neytral yağlar) və mürəkkəb (fosfor turşusuna malik) olmaqla iki qrupa bölünürlər.

Mikrob hüceyrəsinin quru zəkisinin 0,2 – 10% - ni lipidlər təşkil edir. Lakin əlverişli şəraitdə lipidlərin miqdarı hüceyrənin ümumi kətləsinin 60 – 70% - ni təşkil edə bilər. Lipidlərin belə yüksək miqdarı bəzi mikroorqanizmlər üçün xarakterikdir. *Penicillium*, *Rhizopus*, *Fuzarium* cinsli kif gübələklərində və *Cryptococcus*, *Rhodotorula*, *Lipomyces*, *Sporobolomyces* cinsli maya gübələklərində lipidlərin miqdarı 40 – 70% olur. Bakteriyalardan mikobakteriyaların hüceyrəsində 40% - ə qədər lipid ola bilər. Mikroskopik yosunlarda isə bu rəqəm 60% təşkil edir.

Bakteriyalarda fosfolipidlər miqdarca üstünlük təşkil edir. Xəsusilə mikobakteriyalarda bunun miqdarı xeyli çoxdur.

Eubakteriyalarda 10 – 20 karbon atomundan ibarət yağ turşuları çoxdur. Bunlar arasında doymuş yağ turşuları üstünlük təşkil edir.

Kif gübələklərinin lipidləri yağ turşularının tərkibinə görə bitki yağı ilə eynilik təşkil edir.

Bakteriyalardan fərqli olaraq, miseliumlu və maya gübələkləri həceyrəxarici lipidlər sintez edə bilirlər.

14.1.2. Lipidlərin produsentləri

Lipidlərin sənayedə istehsalı üçün 40% - ə kimi lipid sintez edə bilən maya gübələklərindən səmərəli produsent kimi istifadə olunur. Lipidlərin alınmasında istifadə olunan tipik maya gübələklərinə *Cryptococcus terricolus*, *Lipomyces starkeyi*, *L.lipoferus*, *Rhodotorula gracilis*, *Trichosporon pullulans* nüvləri aiddir. Doymamış yağ turşuları ilə zəngin olan maya gübələyi həceyrələri sənayedə bitki yağlarının alınmasında əvəzsiz produsent hesab olunur.

Maya gübələklərindən başqa, miseliumlu gübələklər və mikroskopik yosunlar da bu sahədə əlverişli hesab olunur. Bakteriyaların bu məqsədlə istifadəsi daha az maraq kəsb edir.

14.1.3. Becərilmə şəraitinin lipidlərin tərkibinə təsiri

Maya və miseliumlu gübələklərdə lipidlərin tərkibinə karbon mənbələri əhəmiyyətli təsir edir. Karbon mənbəyindən fərli olaraq, azot mənbələri lipidlərin sintezinə demək olar ki, bilavasitə təsir göstərmir. Lakin, azot mənbəyinin qatılığı lipid əmələgəlmədə əhəmiyyətli rol oynayır. Bu ilk nüvbədə mğhitdə azot və karbon mənbələrinin nisbətindən asılıdır. Azota nisbətən karbonun miqdarı artdıqca lipidlərin biosintezi sğrətlənir.

Maya və başqa gübələklərdə lipidlərin sintezinə hğceyrənin tənəffğs aktivliyi də təsir göstərir. Belə ki, tənəffğs prosesinin ingibirləşməsi lipid sintezinin də tormozlanmasına gətirib zıxarır.

Mğhitdə turşuluğun azalması (pH artması) maya gübələklərində lipidlərin tərkibində sərbəst yağ turşularının, fosfolipidlərin miqdarının artmasına və triqliserinlərin isə azalmasına səbəb olur. Mğhitin pH – nın azalması doymamış yağ turşularının miqdarını artırır.

Becərilmə zamanı temperaturun aşağı salınması lipidlərin doymamışlıq dərəcəsini yğksəldir.

14.1.4. Lipidlərin sənayedə alınma imkanları

Mikroorqanizmlər tibb, kənd təsərrğfatı və sənayenin mğxtəlif sahələrində tətbiq olunan

fosfolipidlərin, qlikolipidlərin və əvəzolunmayan yağ turşularının alınmasında istifadə oluna bilər.

Hal – hazırda lipidlərin az bir qismi maya gübələkləri vasitəsilə alınır və lipidlər neft karbohidrogenlərindən zəhləli – vitaminli yem məhsulunun alınması zamanı əlavə məhsul kimi sintez olunur. Lipidlərin miseliumlu gübələklərdən və eləcə də, bakteriyalardan alınması daha çox laboratoriya şəraitində həyata keçirilir.

Maya gübələklərindən istifadə etməklə müxtəlif substratlardan: bitki tullantılarından, neft karbohidrogenlərindən, sulfidli mayelərdən, lipidləri almaq mümkündür.

Lipidlərin alınma texnologiyası hal – hazırda inkişaf etməkdədir. Belə ki, torf hidrolizatlarından xammal kimi istifadə etməklə *Lipomyces lipoferus* maya gübələyi biokətləsində 40% lipid toplaya bilər. 1 ton quru torfdan 50 – 70 kq tərkibində 70 – 75% triasilqliserin olan maya gübələyi lipidi əldə edilir.

14.1.5. Lipidlərin praktiki tətbiqi

Maya gübələyi lipidləri və ondan alınan məhsullar xalq təsərrüfatının müxtəlif sahələrində: keramika istehsalında, dəri emalında, tekstil sənayesində, metallurgiyada geniş tətbiq olunur. Bu məhsullar həmçinin kauçuk, rezin, kosmetika, sabun istehsalında, eləcə də, kənd təsərrüfatı quşlarının və heyvanlarının yemlənməsində istifadə edilir.

Birinci Dünya Mğharibəsi zamanı İsvezdə və Almaniyada *Rhodotorula gracilis* maya gübələyi kulturasından lipidlər alınmışdır. “Eternal” və “Miseta” kimi tanınan mikrob yağı ilə zəngin pastalar qida kimi istifadə olunur.

Candida humicola, *Lipomyces lipoferus* maya gübələklərindən alınan lipidlər quşların yemlənməsində, rəng və lakların hazırlanmasında, ateroskleroza və tromboza qarşı tətbiq edilən tibbi preparatların əldə olunmasında istifadə olunur.

14.2. Polisaxaridlərin alınması

14.2.1. Hüceyrədaxili mikrob polisaxaridləri

Polisaxaridlər və ya qlikanlar 11 monosaxarid subvahiddən ibarət polimerlərdir. Onlar bir və ya bir neçə tip monosaxariddən ibarət ola bilər.

Mikroorqanizmlərdə polisaxaridlər lokalizasiyasından asılı olaraq hğceyrədaxili və hğcəyrəxarici ola bilər. Hğceyrədaxili polisaxaridlərə sitoplazmada olanlar, hğceyrə membranı və divarının tərkibində olanlar aiddir.

Sitoplazma polisaxaridləri 2 formada olur. Onlar burada səpələnmiş (dispersiya olunmuş) və ya qranulalarda birləşmiş halda ola bilər. Bakteriya sitoplazmasında adətən 20 – 30% polisaxarid olur. Bakteriya sitoplazmasında qlikanların xğsusi tipi olan qlikogenlərə tez – tez rast gəlinir. Mikrob

sitoplazmasında polisaxaridlərin ikinci bir forması nişasta, mannan, levan və ksilan şəklində olur.

Sitoplazmadakı polisaxaridlərin funksiyası tam aydın deyil. Belə təsəvvür edilir ki, polisaxaridlər burada enerji və karbon mənbəyi rolunu həyata keçirirlər.

Mikrob həcyrəsinin (*Micrococcus luteus* bakteriyasında) membranında 2 – 5% və hətta 15 – 20% polisaxarid olur. Onlar burada qlikolipid və qlikoprotein şəklində müşahidə edilir.

Mikrokoklar və streptokoklar məstəsna olmaqla bəti qrammğsbət eubakteriyaların, eləcə də maya və kif gübələklərin sitoplazmatik membranında teyxoə turşuları vardır. Teyxoə turşuları qeyri adi quruluşa malik olub turş polisaxaridlərə aiddir.

Qrammğsbət eubakteriyalarda həcyrə divarının quru zəkisinin 30 – 60% - i polisaxaridlərdən ibarətdir. Onların əksər hissəsi murein kompleksinin tərkibinə daxildir. Bəti qrammğsbət eubakteriyalarda həcyrə divarının tərkibində teyxoə turşuları olur.

Qrammənfi eubakteriyalarda həcyrə divarının 1 – 50% - ni polisaxarid təşkil edir. Bunlarda murein kompleksini polisaxaridləri zox az olub, həcyrə divarının təqribən 5% - ni təşkil edir. Teyxoə turşuları qrammənfi bakteriyaların yalnız bəzi nğməyəndələrində təsadğf edilmişdir.

Qrammənfi eubakteriyalarda hğceyrə divarı ğzğn xarakterik lipopolisaxaridlərdir.

Polisaxaridlər – maya və miseliumlu gübələklərin hğceyrə divarının əsas komponentləridir. Onlar hğceyrə divarının 90% - ni təşkil edə bilirlər. Maya gübələklərində hğceyrə divarı qlğkanlar, mannanlar və xitindən ibarətdirsə, bir zox miseliumlu gübələklərdə hğceyrə divarı xitindən, digərlərində isə sellğlozadan qlğkandan təşkil olunmuşdur.

14.2.2. Hüceyrəxarici mikrob polisaxaridləri

Hğceyrəxarici mikrob polisaxaridləri hğceyrə divarına bitişmiş kapsula və ğzlğk şəklində və ya sərbəst selik şəkində ola bilər. Qalınlığı 0,2 mkm – dan az olan kapsulalar yalnız elektron mikroskopunda yaxşı sezilir. Kapsuladan fərqli olaraq mikrokapsula hğceyrə divarı ilə mühkəm birləşmiş olur. Bir zox mikroorqanizmlərdə kapsulalar mğəyyən struktura malik olub, selikdən aydın sezilir. Bəzi bakteriyalarda kapsula yumuşaq olub hğceyrə divarından asanlıqla ayrıla bilər, bu halda seliklə kapsula arasındakı sərhədi mğəyyən etmək zətin olur. Belə amorf kapsulalar selikli qatlar da adlanır. Ğzlğklər kapsuladan fərqli olaraq, mğrəkkəb strukturlara malikdirlər. Bunlar əsasən mğxtəlif strukturlu zoxsaylı qatlardan ibarət olur.

Kapsula, ğzlğk, selik hez də həmişə polisaxariddən ibarət olmur. Tərkibində qlikanlardan

əlavə, zğlallar, lipidlər, polipeptidlər və nuklein turşuları da ola bilir. Ğzlğklər adətən mğrəkkəb kimyəvi tərkibə malik olurlar. *Spaerotilis natans* kulturasında onlar qlğkoza, qlğkozamin, zğlal, lipid və fosfat tərkiblidir. *Bacillus* cinsli bakteriyaların bəzi nüvlərində onlar polipeptiddən ibarətdir. *Pseudomonas aeruginosa* bakteriyasının bəzi nüvlərində selik DNT – dən ibarət olur.

Hğceyrəxarici polisaxaridləri adətən əksər mikroorqanizmlər sintez edir. Lakin bu sintez hğceyrə fəaliyyətinin əsas funksiyası deyil və yalnız xğsusi şəraitdə baş verir. Bakteriyaların əksəriyyətində hğceyrəxarici polisaxaridlər 2 – 5, hətta 6 – 7 monomerli turş heteroqlikanlardan ibarətdir ki, bunlar da xətti və şaxələnmiş mğntəzəm təkrarlanan oliqosaxaridlərdən təşkil olunmuşdur.

Bəzi bakteriyalar neytral heteropolisaxarid sintez edirlər.

Mikroorqanizmlərin əksəriyyətində müvcud olan mğxtəlif homopolisaxaridlərdən bizə yaxşı məlum olanı dekstrandır. Dekstranın ən aktiv produsentlərinə *Leuconostoc mezenoides* və *L.dextranicum* sğdturşusu bakteriyaları aiddir. Dekstranı həmzinin *Streptococcus*, *Brevibacterium* və *Lactobacillus* cinsli bakteriyalar da sintez edirlər. Faktiki olaraq hər bir produsent üzğnəməxsus quruluşa malik dekstranı sintez edir.

Hğceyrəxarici sellğlozanı (bitkilərə xas polisaxarid) *Pseudomonas*, *Zooglea* və *Azotobacter*

cinsli bəzi bakteriya nüvləri *Rhizobium* və *Agrobacterium* cinsli bakteriyalar, *Acetobacter xylinum* sintez edirlər. Kurdlan adlanan qlğkan *Alcaligenes faecalis* və *Rhizobium* cinsinin nüvləri tərəfindən sintez edilir. Nigeran adlı qlğkanı *Aspergillus niger* kif gübələyi, mannan adlanan qlğkanı isə *Bacillus* və *Corynobacterium* cinsli bakteriyalar eləcə də əksər maya gübələkləri əmələ gətirirlər.

Hğceyrəxarici polisaxaridlər mikroorqanizmlərin həyatı gğğn bir o qədər də vacib deyil. Lakin polisaxaridlər, üz produsentləri gğğn bəzən qoruyucu funksiya həyata keçirir və produsentin hğceyrəsini sususlaşmadan, ultrabəngvşəyi şğalardan, kimyəvi reagentlərdən, bəzi dərman preparatlarının zərərli təsirindən qoruyurlar. Təbiətdə elə mikrob nüvləri var ki, bunları hez sintez etmir. Tədqiqatlar güstərir ki, kapsulasız hğceyrələr kapsulalı hğceyrələrdən hez də geri qalmır. Ekzoqlikanlar bir sıra bakteriyalarda hğceyrənin səthinə yapışqanlıq xassəsini verir. Məsələn, dişlərdə kariesə səbəb olan *Streptomyces mutans* bakteriyası diş emalına hğceyrəxarici polisaxarid olan dekstran vasitəsilə yapışır.

14.2.3. Polisaxarid produsentlərinin becərilmə şəraiti

Mikroorqanizmlərin bir zoxu polisaxaridlərin sintezi gğğn bğtğn karbon mənbələrini: spirtləri, gğzvi

turşuları, amin turşularını, C_1 – birləşmələrini istifadə edirlər. Normal Alkanlar olan mğhitdə artrobakteriyalar, mikobakteriyalar, korinobakteriyalar və *Cnadida* cinsli maya gübələkləri mğxtəlif ekzopolisaxaridlər sintez edirlər.

Karbon mənbəyinin təbiəti, birləşmələri və onun qatılığı polisaxaridlərin zıxımına mğhğm təsir göstərə bilər.

Polisaxaridlərin əmələ gəlməsi produsentin aktivliyi ğzğn vacib olan azot mənbəyinin olduğu şəraitdə mğmkğndğr. Azot mənbəyinin təbiəti mikroorqanizmlərin inkişafını dəyişmədən qlğkanın zıxımına təsir edə bilər.

Mikroorqanizmlərdə polisaxaridlərin sintezi ğzğn xğsusilə qlikanın əmələ gəlməsində zəruri komponentlərdən biri də fosfor hesab olunur.

Adətən qlikanın sintezi ğzğn normal inkişafa lazım olan miqdardan zox vitamin tələb olunmur. Lakin qlikanın sintezi zamanı *Pseudomonas aeruginosa*, *Methilomonas mucosa*, *Rhizobium japonicum* və *Saccharomyces cerevisiae* nüvləri bir sıra makro və mikroelemnetlərə ehtiyac duyurlar.

Bəzən turşuluğun (pH) mğəyyən intervalı mikroorqanizmin böyyməsi və polisaxarid sintezi ğzğn zəruri amillərdən hesab olunur. Bu interval mğxtəlif mikoroorqanizmlərdə eyni olmayıb zox fərqlidir.

Aerasiya və temperaturun polisaxaridlərin sintezinə təsiri zox mğxtəlifdir. Əksər polisaxarid

sintez edən mikrorqanizmlər aerob və ya fakultativ aerobdurlar. Lakin həddən zox acerasiya karbon mənbəyinin tez oksidləşməsinə və bu da biosintezin zəifləməsinə səbəb ola bilər.

Qlikanların maksimal sintezi produsentlərin maksimal böyümə temperaturundan aşağı həddlərdə baş verir.

14.2.4. Mikrob polisaxaridlərinin sənayedə alınması

Hal – hazırda mikrobiologiya sənayesi bir zox əhəmiyyətli ekzoqlikanlar istehsal etməkdədir. Məsələn, Rusiyada, eləcə də bir zox ölkələrdə dekstran, ABŞ və Fransada – ksantan və politran, Yaponiyada isə – pullulan və kurdan istehsal olunur.

Məxtəlif polisaxaridlərin istehsalı universal deyildir. Belə ki, hər bir qlıkanın sintezinin özünə məxsus xüsusiyyətləri vardır. Bu xüsusiyyətlər produsentin, fiziologiyası, qlıkanın lokalizasiyası və fiziki – kimyəvi cəhətləri tətbiq sahələri ilə bağlıdır.

Hazırda dekstran və ksantan kimi polisaxaridlər sənayedə geniş istehsal olunur. Dekstran plazmaəvəzləyici kimi klinikada dekstran, poliqlıkan, sinkol, makrodeks, plazmodeks, xemodeks adı altında buraxılır. Dekstranların sənayedə alınması üçün *Leuconostoc mesenteroides* şərtləşməsi bakteriyası istifadə olunur. Fermentasiya

prosesi 10 – 30% saxaroza, maya ekstraktı və mineral duzlar olan qidalı mğhitdə aparılır.

Dekstran kultural mayedən metalla ayrılır. Təmizlənməsi ğzğn onu bir nezə dəfə suda həll etmək və metanolla zükdğrmək tələb olunur.

Ksantan *Xanthomonas campestris* bakteriyasından alınır və X_c biopolimeri, kelsan, ksantan, keltrol adı altında buraxılır. Bakteriya, tərkibində 1 – 5% karbon, azot və mikroelementlər olan, pH 6,5 – 7,2 mğhitdə becərilir. Polisaxaridin keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması ğzğn mğhitə formaldehid əlavə edilir. Ksantan, kultural mayədə üzlğ məhlul formasında müvcud olur. Son mərhələdə polisaxarid hğceyrədən sentrifugalasdırma yolu ilə ayrılır və etanol, metanol və ya asetonla zükdğrməklə təmizlənilir.

Hal – hazırda mikroorqanizmlərdən istifadə etməklə bir sıra praktik cəhətdən qiymətli polisaxaridlər istehsal olunur. Əhəmiyyətli xassələrə malik hğceyrəxarici polisaxaridlərin istehsalı ğzğn yeni aktiv produsentlərin axtarışı davam etdirilir.

14.2.5. Mikrob polisaxaridlərinin tətbiqi

Hal – hazırda mikrob polisaxaridləri praktikada zox geniş istifadə olunur. Onlar insan fəaliyyətinin bir zox sahələrində, eləcə də, tibbdə, farmakologiyada, yeyinti, kimyəvi və tekstil sənayelərində, hidrometallurgiyada, neftin yataqlardan

zıxarılmasında və xalq təsərrüfatının bir zox sahələrində tətbiq edilir. Tibbdə polisaxaridlərin prespektivli istifadəsi onların bioloji aktivliyi ilə əlaqədardır.

Bir zox mikrob polisaxaridləri müalicəvi və profilaktik təsirə malikdir: Onlar orqanizmin bakterial və virus infeksiyalarına qarşı müqavimətini artırır, şiş əleyhinə aktivlik göstərir, yaraların tez sağlmasını və toxumaların regenerasiyasını təmin edir, iltihab proseslərinin gedişatına müsbət təsir göstərir, ağrını aradan qaldırır, dərman preparatlarının və rentgenoterapiyanın mənfi təsirlərini yox edir. Bir zox mikrob polisaxaridləri dənyanın müxtəlif klinikalarında üz tətbiqini tapmışdır. Rusiyada *Salmonella typhi* və *Pseudomonas aeruginosa* bakteriyalarından alınan pirogenal preparatı sinir sistemində yaranan travmaların, pozğunluqların aradan qaldırılmasında, şişlərin yaranmasının qarşısının alınmasında, post – travmatik izlərin yox edilməsində geniş istifadə olunur. ABŞ – da və Almaniyada eyni məqsədlə patogen bakteriyalardan təcrid edilmiş monosaxaridlər istifadə olunur.

Antigen xüsusiyyətinə malik polisaxaridlər diaqnostik agent kimi təbabətdə geniş tətbiq olunur. Məsələn, *Candida* cinsli maya gübələyindən alınan polisaxaridlər kandidoz xarakterli xəstəliklərin diaqnostikasında istifadə olunur.

Lipomyces mezenteroides bakteriyasından alınan neytral dekstranlar istehsalatda qan plazmasının əvəzedicisi kimi geniş tətbiq olunur.

Mikrob polisaxaridləri kosmetologiyada gel əmələ gətirən agent kimi istifadə olunur. Qida sənayesində polisaxaridlər pendiri və başqa qidaları xarab olmaqdan qoruyan ürtəklərin istehsalında, dondurmaların, meyvə şirələrinin, cəmlərin, jelenin, sousların xarab olmaqdan qorunmasında stabilizator kimi tətbiq edilir. Bu sahədə ksantan xəsusilə daha əlverişlidir. Geləmələgətirən ekzoqlıqlanlar fotoqrafik və rentgen plyonkalarının və nəgə yanacağı istehsalında tətbiq olunur.

Temperaturun kəskin dəyişməsi şəraitində stabil qalan polisaxaridlərin sulu məhlulları neft və qaz sənayesində stabilizator kimi və neftin yataqdan tam zıxarılması üçün istifadə olunur. Bu məqsədlə ABŞ – da kstantan tətbiq edilir.

Pullulan, hidrometallurgiyada həllolunmayan maddələrin zükədrəlməsində və metal komponentlərin əldə edilməsində istifadə olunur.

Bəzi bakterial polisaxaridlər, məsələn *Bacillus polymyxa* bakteriyasından alınan levan kənd təsərrəfatı üçün zox faydalıdır. Torpağa qarışdırılan polisaxarid bitki toxumlarının cəcərmə qabiliyyətini artırır və torpaqda rəgtubətin qalmasını təmin edir.

XV FƏSİL

MİKROORQANİZMLƏRİN

İMMOBİLİZƏ OLUNMUŞ HÜCEYRƏLƏRİNİN

SƏNAYEDƏ TƏTBİQİ

15.1. Mikroorqanizmlərin immobilizə olunmuş hüceyrələrinin üstünlüyü

Mikrob hğceyrələri enzimlərin tğkənməyən mənbəyidir. Onlar ən incə reaksiyaları və mğrəkkəb zoxmərhələli sintez reaksiyalarını həyata keçirirlər. Bu proseslər hez də daim kimyəvi sintez yolu ilə gedə bilmir. Digər tərəfdən, kimyəvi metodlar, bir zox hallarda, mikrobioloji proseslərə nisbətən az səmərəlidir. Belə ki, proseslər zox mərhələli şəkildə gedir, aqressiv mğhitlərdə yğksək təzyiq altında həyata keçir və son məsulun zıxımı zox aşağı olur. Mikrob hğceyrələri immobilizə olunmuş halda enzimatik aktivliyini uzun mğddət stabil saxlaya bilirlər. Buna güərə də bu halda mikrob hğceyrələri aylarla, hətta illərlə istifadə oluna bilər.

Immobilizə olunmuş mikrob hğceyrələrinin istifadəsinin immobilizə olunmuş enzimlərə və sərbəst mikrob hğceyrələrinə nisbətən aşağıdakı ғstğnlğkləri vardır:

1. Enzimlərin ayrılması və təmizlənməsinə ehtiyac olmur.
2. Alınan məhsulun təmizlənməsinə ehtiyac olmur və ya zox az olur.

3. İmmobilizə olunmuş hğceyrələrdə enzimlərin aktivliyi və stabilliyi zox yğksək olur.
4. Sənaye istehsalında fasiləsiz və avtomatik proseslərin yaradılmasına imkan verir.
5. Enzimlərin aktivliyi gğzğn tələb olunan kofaktorları əlavə etməyə ehtiyac qalmır.

Bğtğn bunlarla yanaşı immobilizə olunmuş hğceyrələrin istifadəsində zətinliklər də müvcuddur: bəzi hallarda əlavə proseslərin getməsi; substrat və məhsul gğzğn əlavə diffuz baryerinin – hğceyrə divarı və sitoplazmatik membranın olması; əlbətdə bu çətinliklər aradan qaldırıla bilər. İmmobilizasiya gğzğn mğxtəlif taksonomik qruplardan olan mikrob hğceyrələri canlı, ülg və ya zədələnmiş halda istifadə edilir. Mikroorqanizmlərin həm vegetativ hğceyrələri, həm də sporeləri immobilizə oluna bilər.

İmmobilizə olunmuş hğceyrələrin tətbiqi fasiləsiz və ya yarımfasiləli proseslərin istifadəsinə imkan verir. Bu da prosesin avtomatlaşdırılmasını asanlaşdırır və mğxtəlif tipli reaktorların istifadəsinə imkan verir.

Hal – hazırda immobilizə olunmuş mikrob hğceyrələri sənaye miqyasında asparaqın və alma turşularının alınmasında (Yaponiyada, Zində və ABŞ – da), fenilalanin alınmasında (ABŞ – da), 6 – aminopensillin turşusunun alınmasında (Yaponiyada), fruktozanın və fruktoza – qlğkoza siroplarının alınmasında (ABŞ və İtaliyada), şərabzılıqda (Danimarkada, Hollandiyada və

Fransada), pıvə istehsalında (Rusiya və Zexiyada) istifadə edilir.

15.2. Mikrob hüceyrələrinin immobilizasiya metodları

Immobilizasiya metodunun sezilməsi aparılan reaksiya və proseslərdən asılıdır. Həceyrələrin immobilizasiyası gəzən də enzimlərin immobilizasiya metodlardan istifadə edilir. Bu metodlara adsorbsiya, kovalent və kündələn rabitə ilə bağlanma, gələ daxil etmə aiddir. Daşıyıcılar (adsorbentlər) təbii və sintetik ola bilər. Onların sezimi aşağıdakı parametrlərə gürə aparılır:

- 1) yğksək aktivlik və sintezin stabilliyini təmin etməli;
- 2) alınan məhsul yğksək keyfiyyətə malik olmalı;
- 3) immobilizasiya prosesinin maya dəyəri aşağı olmalı;
- 4) adsorbent mexaniki davamlılığını uzun müddət saxlamalı;
- 5) proseslərin avtomatlaşdırılmasını mümkün etməli.

15.2.1. Adsorbsiya

Həceyrələrin bərkidilməsində istifadə olunan birinci metod adsorbsiyadır. Adsorbent kimi müxtəlif

təbii və sintetik materiallar: keramika, kümğr, qum, metal keramika, kapron və s. gütğrglə bilir.

Adsorbsiyada əsas rolu adsorbentin hğceyrə səthi ilə ion və elektrostatik əlaqəsi oynayır. Metodun üzğ texnologidir. Hğceyrələrin suspenziyası adsorbent ilə yelləncəklərdə bir nezə saat qarışdırılır, sonra isə 4°C temperaturda bir nezə saat saxlanılır və yuyulur. Adsorbsiya metodunun mğsbət cəhətləri daşıyıcının ucuzluğu, diffuz zətinliklərinin və mikroorqanizmlərə toksiki təsirin olmaması. Bunlardan başqa, qeyri – ğzvi adsorbentlər mikroorqanizmlərin təsirinə davamlıdırlar.

Bu adsorbsiyanın mənfi cəhəti: hğceyrələrin adsorbentin səthinə nisbətən zəif birləşməsi və hğceyrələrin səthə az miqdarda hopa bilməsidir. Bu zatişmamazlıqlar iri məsaməli daşıyıcıların (məsaməli şğşələr, keramika) istifadəsi zamanı aradan qalxır. Belə adsorbentlərin istifadəsi ABŞ – da ğzvi qalıqlardan metan alınması ğzğn qurğunun dğzəldilməsinə imkan vermişdir.

15.2.2. Kovalent və köndələn rabitələrlə birləşmə

Mikroorqanizmlərin daşıyıcılara kovalent bağlanması onların hğceyrə divarının zğlalli və ya başqa birləşmələri ilə kovalent birləşməsi əsasında baş verir. Daşıyıcının karbodimidlə və ya heksametilendiaminlə ilkin işlənməsinə bəzən ehtiyac duyulur. Maya gübələyi hğceyrələrinin kovalent

birdləşməsi gəzən səfəron tipli oksimetakrilat geli istifadə edilir.

Bu metod β – qalaktozidaza aktivliyinə malik olan mikroorqanizmlərin istifadəsi gəzən də təklif olunmuşdur.

Həceyrələrin bir – birinə bifunksional və ya polifunksional reagentlər olan aldehidlər və ya aminlərlə bağlanması “kimyəvi kəndələn birdləşməyə” aiddir.

Bu metod bir mərhələli proseslər gəzən, məsələn, qləkoizomeraza və aminoasilaza aktivliyi gəzən yaxşı nəticə verir. *Streptomyces olivaceus* kulturasının kəndələn bağlanmış həceyrələri qləkoizomeraza aktivliyini 40 sutkaya qədər dəyişməz saxlayır.

15.2.3. Həceyrələrin gelə hopdurulması (daxiletmə)

Həceyrələrin mğxtəlif təbiətli polimerlərə daxil edilməsi metodu indiki zamanda həm laboratoriya şəraitində, həm də sənaye miqyasında geniş tətbiq olunur. Bu məqsədlə təbii (korraginan, aqar, jelatin, xitozan, mğxtəlif pektinlər) və sintetik (poliakrilamid geli, fotohəssas polimer və s.) polimerlərdən istifadə olunur. Aparılan prosesin xarakterindən asılı olaraq, polimerlər mğxtəlif formada qranula, membran və liflər şəklində istifadə edilir.

Rusiyada asparagin turşusunun sənaye istehsalı poliakrilamid gelinə daxil edilmiş *Escherichia coli* hğceyrələri istifadə edilir. Yaponiyada bu metodla asparagin və alma turşuları bakterial produsentlər tərəfindən alınır.

Mikrob hğceyrələrinin immobilizasiyası gğğn qənaətli və səmərəli daşıyıcıların axtarışı təbii mənşəli polisaxaridlərə gətirib zıxartdı. Bu məqsədlə qida əlavəsi kimi istifadə edilən karragiran (dəniz yosunlarından alınan polisaxarid) tapıldı.

Hopdurulma prosesi zox sadədir: 45°C – yə qədər qızdırılmış karraginan hğceyrə suspenziyası ilə qarışdırılır və soyudularaq bərkidilir.

Karraginanın poliakrilamid gel əvəzinə istifadəsi *Brevibacterium flavum* bakteriyasından alınan alma turşusunun qiymətini 5 dəfə ucuzlaşdırır. Bu metod Yaponiyada sənaye miqyasında geniş istifadə olunur.

Fotokündələn tikilmiş polimerlər hğceyrələrin, orqonoidlərin və enzimlərin hopdurulması gğğn yararlıdır. Metod zox sadədir, fotohəssas polimer, məsələn polietilenglikoldimetakrilat 38 – 40°C – də əridillər, hğceyrə suspenziyası ilə qarışdırılır və 0,1 – 0,2 mm qalınlığı olan membran almaq gğğn kvarts şgşşənin gştğnə tükğlğr. Qarışıq, 254 nm dalğa uzunluğunda 3 – 4 dəq ərzində UV şüalanmanın təsirinə məruz qalır. Nəticədə membranlı reaktorda istifadə olunan bərk membran əmələ gəlir .

Etil spirtinin sintezi fotohəssas polimerə daxil edilmiş *Saccharomyces cerevisiae* maya gübələyi hücyrəsi ilə həyata keçirilir. Bu şsulla Yaponiyada 1985 – ci ildən sənayedə etil spirti istehsal edilir.

15.3. Mikroorqanizmlərin immobilizasiya olunmuş canlı hüceyrələrinin xüsusiyyətləri

Immobilizə olunmuş hüceyrələr sərbəst hüceyrələrdən fərqli olaraq immobilizasiya mərhələsində spesifik təsirlərə məruz qalırlar.

Immobilizasiya şəraitindən asılı olaraq poliakrilamid gələ daxil edilən hüceyrələr tam şəkildə, ya da qismən həyat qabiliyyətlərini saxlamış olurlar.

Polimerizasiya prosesinin müxtəlif mikroorqanizmlərə təsiri fərqlidir. Məsələn, polimerizasiya rejiminin ciddi güzlənilməsi *Acthrobacter flobiformes* hüceyrələrinin 85 – 90% - i, *Saccharomyces cerevisiae* hüceyrələrinin 30 – 35% - i həyat fəaliyyətini saxlamış olur. Bu, akril monomerlərin polimerləşməsinin maya gübələyi hüceyrələrinə mənfi təsir etdiyini göstərir. Immobilizasiya sisteminin aktivliyi və sabilliyi canlı hüceyrələrin qidalı mğhitdə periodik becərilməsi yolu ilə artırıla bilər.

Beləliklə, immobilizasiya olunmuş canlı hüceyrələr aktiv və stabil fəaliyyətdə olan sistemlərdir. Onlar perspektivli biokatalizatorlardır və

dəyərli ğzvi birləşmələrin sintezində, zirkab suların təmizlənməsində istifadə olunur. Bioenergetika və azotfiksasiya problemlərinin həlli də immobilizasiya olunmuş hğceyrələrin tətbiqi ilə bağlıdır.

XVI FƏSİL

METALLARIN VƏ ELEMENTLƏRİN ALINMA BIOTEXNOLOGİYASI

16.1. Metalların bakterial alınması

Metalların bakterial alınması – filizlərdən, konsentratlardan və dağ sığxurlarından bakteriyaların və ya onların metabolitlərinin təsiri ilə ayrı – ayrı kimyəvi elementlərin zıxarılmasıdır. Bunun əsasında mineralların oksidləşməsi prosesi və kimyəvi elementlərin həllolunmayan haldan həll olan hala keçməsi durur.

Metalların filizlərdən alınması qədim zamanlardan istifadə olunmuşdur. 1566 – cı ildə Macarıstanda misin filizlərdən alınması suvarma yolu ilə həyata keçirilmişdir. Misin suvarma üsulu ilə alınması XIX əsrin sonlarında Azərbaycanda (Gədəbəydə) XX əsrin əvvəllərində isə Rusiyada (Uralda) tətbiq olunmuşdur. Bəlgən bunlar misin, mexanizmi məlum olmayan bakterial üsulla alınmasının ilk addımları idi. Amerika mikrobioloqları Kolmer və Hinkler 1947 – ci ildə mədən sularında əvvəllər məlum olmayan *Thiobacillus ferrooxidans* bakteriyasını ayırmış və onun sulfid minerallarını oksidləşdirə bilməsini göstərmişlər.

Beləliklə, sulfidli yataqlarda oksidləşmə proseslərinin biogen təbiəti sığbut edildi. *Th.*

ferrooxidans bakteriyasının küməyi ilə metalların filizlərdən və konsentratlardan alınması ilə bağlı ilk patent 1958 – ci ildə ABŞ – da alınmışdır.

Hal – hazırda bakteriyaların iştirakı ilə yerğstğ və yeraltı filizlərdən mis və uran dğnyanın bir zox ölkələrində sənaye miqyasında alınır.

16.1.1. Hidrometallurgiyada istifadə olunan mikroorqanizmlər

Thiobacillus ferrooxidans bakteriyası metalların yataqlarda alınmasında geniş istifadə olunur. Bu qrammənfi züpvari və polyar qamziya malik aerob bakteriyadır. Onun optimal böyğmə temperaturu 28 – 35° C – dir. Tiobasillər enerji mənbəyi kimi sulfid və sulfit ionlarını, kğkğrdğ və tiosulfatları istifadə edir. Bunların əksəriyyəti obliqat avtotrofdur. Bundan başqa, *Th. ferrooxidans* enerji mənbəyi kimi iki valentli dəmirin (Fe^{2+}) duzlarını istifadə edərək ğz valentli dəmirə (Fe^{3+}) qədər oksidləşdirir.

İkivalentli dəmiri (Fe^{2+}) oksidləşdirən ikinci obliqat avtotrof bakteriya *Leptospirillum ferrooxidans* nüvğdğr. Bu bakteriya elementar kğkğrdğ və sulfid minerallarını oksidləşdirə bilmir. *L. ferrooxidans* bakteriyasının bəzi ştamları monokultura şəklində piriti (FeS_2) də oksidləşdirə bilir.

Son vaxtlarda Fe^{2+} , S^0 və sulfid minerallarını oksidləşdirə bilən yeni bir bakteriya nüvğ

Sulfobacillus thermosulfidooxidans filizlərdən ayrılmışdır.

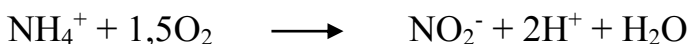
Bundan başqa, Fe^{2+} , S^0 və sulfid minerallarını oksidləşdirən bakteriyalara *Sulfolobus* və *Acidanus* və bəzi arxeobakteriyalar aid edilmişdir.

Məlum tiobasillərə oxşar olan bəzi termofil bakteriyalar Fe^{2+} , S^0 və sulfid minerallarını pH 1,4 – 3,0 olan mğhitdə və 30 – 55°C temperaturda oksidləşdirir.

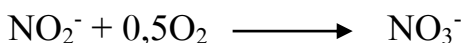
Oksidləşmə prosesində qeyri – gözvi substratlar bu bakteriyalar gözgn enerji mənbəyi rolunu oynayır. Həcceyrələr gözvi maddələrin sintezi gözgn lazım olan karbonu CO_2 – dan, digər elementlər isə filizlərdən alırlar.

Nitrifikasiya bakteriyaları alğminiumsilikatların parzalanmasında fəallıq göstərir və karbonatlı filizlərdən manqanın ayrılmasını türədir.

Ammonyakoksidləşdirici bakteriyalar nitrifikasiyanın ilk mərhələsini həyata keçirirlər:



Nitritoksidləşdirici bakteriyaları isə nitrifikasiyanın ikinci mərhələsini həyata keçirirlər:



Nitrifikasiyanın ilk mərhələsində iştirak edən bakteriyalara: *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*,

Nitrosovibrio, *Nitrosospira*, *Nitrosolobus* cinsinin nğmayəndələri ikinci mərhələdə iştirak edənlərə isə *Nitrobacter*, *Nitrococcus*, *Nitrospira*, cinsli bakteriyalar aiddir.

Denitrifikasiya bakteriyaları metalların məhluldan biosorbsiyasında maraq kəsb edirlər və zirkab suların nitratlardan təmizlənməsində istifadə olunurlar, bu bakteriyalara: *Pseudomonas*, *Alcaligenes* və *Bacillus* cinsinin nğmayəndələri aiddir. Onlar fakultativ anaerobdur və elektron akseptoru kimi malekulyar oksigeni və ya azotlu birləşmələri (NO_3^- , NO_2^- , N_2O) istifadə edirlər. Sonuncu halda azotlu birləşmələr malekulyar azota qədər reduksiya olunurlar. Elektron donorları kimi bir sıra gəzvi birləşmələr, H_2 və kəşkərdən reduksiya olunmuş birləşmələri istifadə oluna bilər.

Sulfatreduksiyaedici bakteriyalar gəzən gəzvi birləşmələr və H_2 elektron donoru rolunu oynayır. Elektron akseptoru kimi isə sulfatlar və S^0 istifadə olunur.

Sulfatreduksiyaedici bakteriyaların bir neçə cinsi məlumdur. Məsələn, *Desulfovibrio* cinsli bakteriyalar vibriyon, spiril və siqma şəkilli olub, qrammənfidir. *Desulfomaculum* cinsli bakteriyalar züpvəridir və spor əmələ gətirirlər. *Desulfomonas*, *Desulfobulbus*, *Desulfobacter*, *Desulfococcus*, *Desulfonema* cinsli bakteriyalar müxtəlif forma və ölçüdə olub, hərəkətli və hərəkətsiz, mezofil və termofil formaları mövcuddur.

Bəzi heterotrof mikroorqanizmlər (maya və miseliumlu gübələklər, bakteriyalar) özvi turşular, polisaxaridlər və başqa metabolitlər sintez etməklə dağ minerallarının parzalanmasına səbəb olurlar. Məsələn, *Bacillus mucilaginosus*, *B. megaterium* və başqaları silikatlı mineralları parzalayırlar. Silikat minerallarını *Aspergillus niger*, *Scopulariopsis sp.*, *Penicillium notatum* və başqa mikroorqanizmlər aktiv parzalayırlar. Heterotroflar enerji və karbon mənbəyi kimi özvi maddələrdən istifadə edirlər.

16.1.2. Sulfid minerallarının, Fe^{2+} və S^0 -ün bakterial oksidləşmə mexanizmi

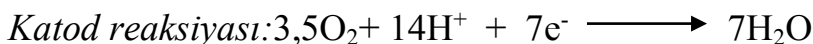
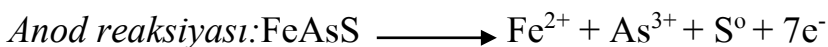
Sulfid minerallarının bakterial oksidləşməsi onların bakteriyalarla sıx təmasda olması zamanı baş verir. Bu müərkəb proses olub, üzgündə bakteriyaların səthdə adsorbsiyasını, mineralların kristal qəfəsinin destruksiyasını, həceyrəyə oksidləşən elementlərin daxil olmasını və onların enzimatik oksidləşməsini birləşdirir. Bu proseslər bəhtüvlükdə sulfid minerallarının bakterial oksidləşməsi adlanır.

Bakteriyaların mineralların səthinə birləşəndən sonra onların səthini passivləşdirməklə hidrofiliyi artırır və elektropotensialına təsir edir. Məsələn, piritin oksidləşməsi zamanı onun elektropotensialı bakteriyasız nəmunə ilə müqayisədə xeyli azalır, oksidləşmə - reduksiya potensialı (Eh) isə artır.

Bakteriyasız piritin elektropotensialı və oksidləşmə - reduksiya potensialı bir – birinə yaxın olur və onun oksidləşməsi baş vermir.

Bu qanunauyğunluq digər sulfid minerallarında da (məsələn, arsenopirit, xalkopiritdə) üzngü göstərir. Bu bir daha sulfid minerallarının oksidləşməsinin bakterial təbiətli olduğunu təsdiq edir.

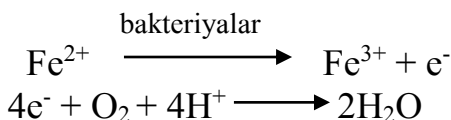
Mineralların səthində diffuzion qatda gedən reaksiyalar bunlardır:



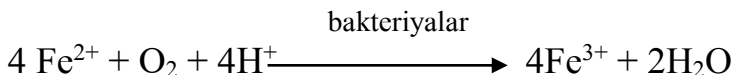
Bakteriyalar bu elektrokimyəvi prosesi bir neçə yolla şğırləndirirlər:

1. Sulfid mineralların səthinə yapışan bakteriyalar onların elektropotensialını aşağı salır, oksidləşmə - reduksiya potensialını artırır. Bununla da mğhitdə ani oksidləşmə şəraiti yaradır.

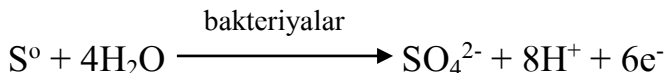
2. Fe^{2+} və S^0 son məhsula qədər oksidləşdirilir:



Ğmumilikdə bu reaksiya aşağıdakı kimi ifadə olunur:

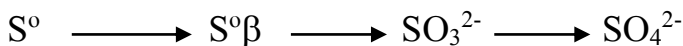


Kərkərdən bakterial oksidləşməsi isə aşağıdakı kimi gedir:



Bakteriyalar, hər şeydən əvvəl elektrod potensialı aşağı olan mineralları oksidləşdirirlər.

Elementar kərkərd *Th. ferrooxidans* bakteriyası tərəfindən sulfat turşusuna qədər oksidləşir:



Kərkərd, bakterianın məhətə xaric etdiyi lipidlərdə həll olur, kolloid halında həcyrənin periplazmatik boşluğuna daxil olur. Kərkərdən oksidləşməsi sitoplazmatik membranın səthində gedir və onun ilk oksidləşmə məhsulu sulfid hesab olunur.

16.1.3. Sulfid minerallarının bakterial oksidləşmə şəraiti

Sulfid minerallarının bakterial oksidləşməsi qatı həcyrə suspenziyasının (1 – 5 q/l təmiz biokətlə) istifadəsi zamanı aktiv şəkildə gedir və prosesə mineralların fiziki – kimyəvi xüsusiyyətləri təsir

göstərir. Sulfid mineralların bakterial oksidləşməsinin yüksək sərətinə nail olmaq ęzğn filizlər toz şəklinə salınmalı, aerasiya şəraitində aktiv qarışdırılmalı, bakteriyaların optimal inkişafı ęzğn optimal temperatur və męhit turşuluęu (pH) təmin olunmalıdır.

Sulfid minerallarının oksidləşmə sərəti bakteriyaların iştirakı nəticəsində 100 və 1000 dəfə arta bilər.

16.2. Metalların bakterial alınma texnologiyası

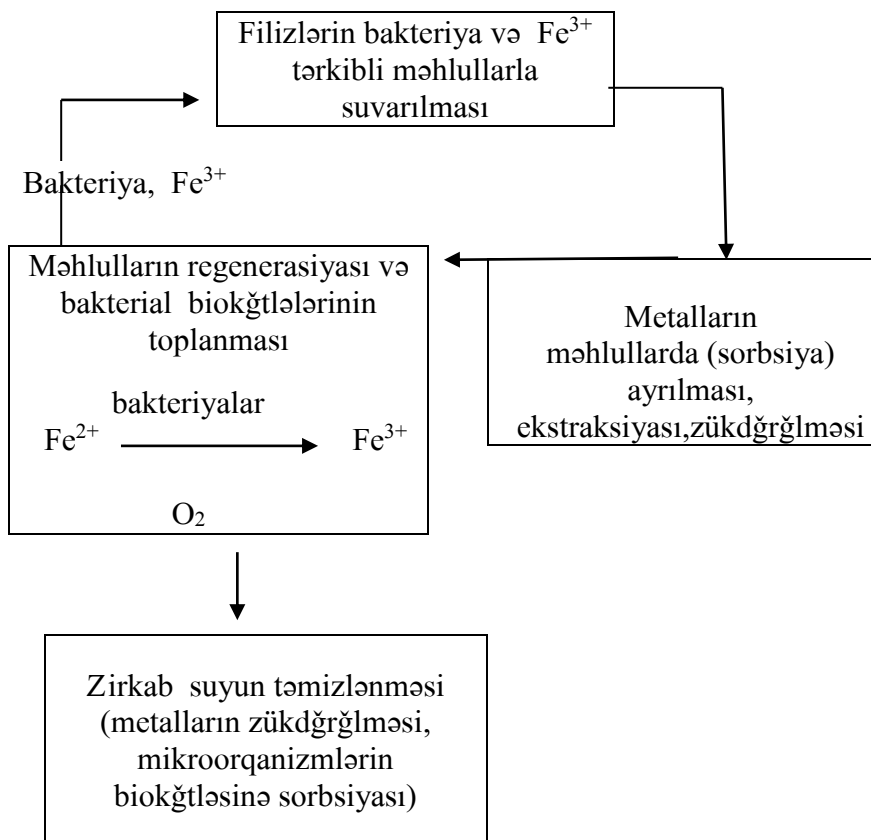
16.2.1. Metalların yerüstü və yeraltı filizlərdən alınması

Metalların bakterial alınması yeraltı filiz yataqlarından və eləcə də metalla zəngin olmayan filiz qalıqlarından (bu qalıqlar yerin altından zıxarılaraq ęstęnə tullanır) alınır. Metalların bakterial alınma texnologiyası 21 – ci şəkildə göstərilmişdir. Filiz tərkibində Fe^{3+} və bakteriyalar (*T.ferrooxidans*, *L.ferrooxidans*, *S.thermosulfidooxidans*) olan sulfat turşusunun (H_2SO_4) məhlulu ilə suvarılır.

Oksigenin iştirakı ilə bakteriyalar sulfid mineralını oksidləşdirir, onun tərkibində olan mis və digər metallar həll olunmayan haldan həll olan hala zəvrilir.

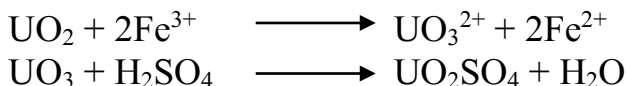
Misin ikinci nüv minerallardan (xalkozin – Cu_2S , bornit - Cu_5FeS_4), alınmasında eləcə də

vanadium və uranın alınmasında əsas oksidləşdirici rolu Fe^{3+} oynayır.

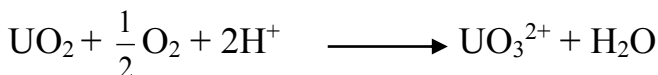


Şəkil 21. Yeraltı və yerüstü filizlərdən metalların ayrılması sxemi

Dəmir göz oksid (Fe^{3+}) dürd valentli uranı (U^{4+}) altı valentli urana (U^{6+}) zəvirir. Sonuncu sulfat turşusu məhlulunda həll olur. Proses aşağıdakı kimi gedir:



Bakterial oksidləşmə zamanı *T. ferrooxidans* UO_2 – ni oksidləşdirir



Nadir elementlər sulfid mineralların kristal qəfəsinə daxil olur, oksidləşir. Nəticədə həll ola bilən hala keçir və məhlul şəklində ayrılır. Deməli, nadir elementlərin ayrılmasında bakteriyalar dolayı rol oynayır.

Metalların filizlərdən ayrılmasının intensivləşdirilməsi xüsusi ekoloji məhətə uyğunlaşdırılmış tionbakteriyaların və digər sulfidoksidləşdirici bakteriyaların fəaliyyətinin nəticəsində mümkündür. Bunun üçün aşağı turşuluq (pH 1,5 – 2,5), yüksək oksidləşmə - reduksiya potensialı (Eh 600 – 750 mB), stabil kimyəvi tərkibli məhlullar tələb olunur. Bunun üçün filiz qarışdırılır, suvarılır və aerasiya olunur. Məhlulda oksidləşdirici bakteriya həcirlərinin sayı $10^6 - 10^7$ / ml – dən az olmamalıdır.

T. ferrooxidans uranın yeraltı və yerüstü filizlərdən ayrılmasında səmərəli bakteriya nüvəsidir. Bu proses ABŞ – da, Cənubi Afriqa Respublikasında sənaye miqyasında həyata keçirilir.

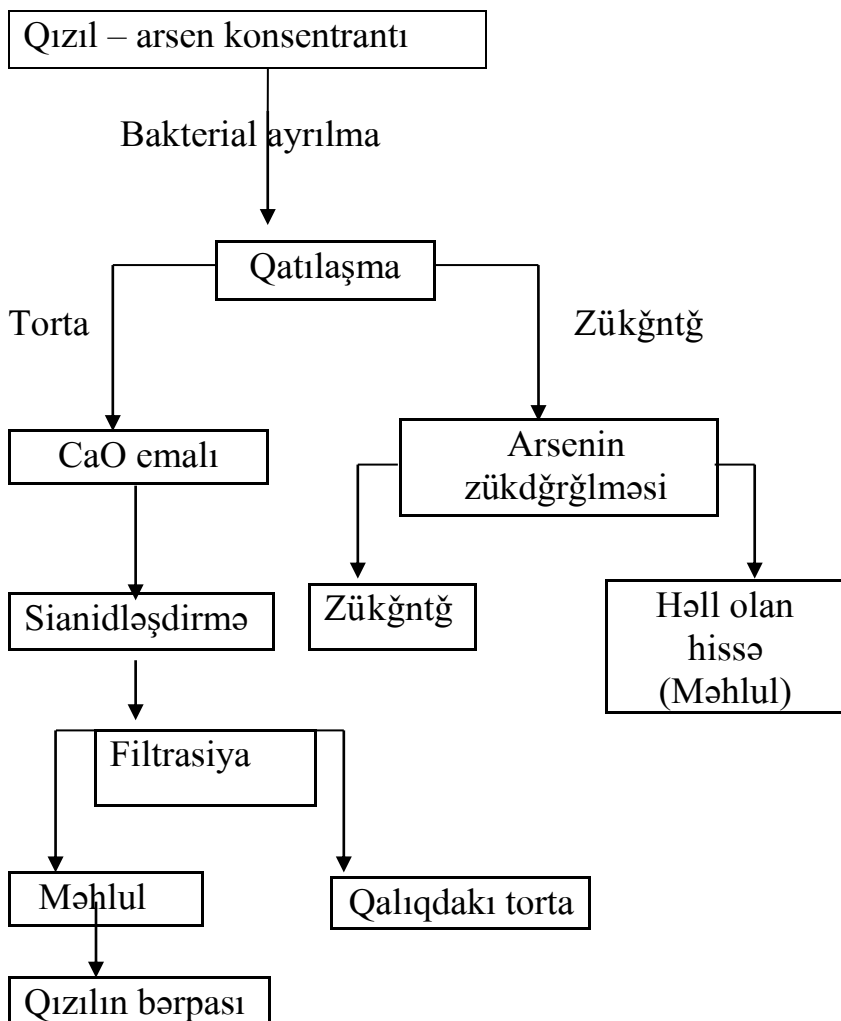
16.2.2. Metalların filizlərdən çəndə ayrılması

Davamlı sulfid konsentratlarının bakterial ayrılması yanaşı digərləri və birləşmiş zənlərdə fasiləsiz qarışdırılmaqla və hava vurulmaqla mezofil bakteriyalar üzün 30°C temperaturda, termofillər üzün 45 – 50 – dən 70 – 80°C – də həyata keçirilir. Sulfid konsentratlarının emalı qapalı sxemlə gedir. Suvarılma üzün istifadə olunan məhlullar regenerasiyadan sonra bakteriyalar üzün qidalı maddə kimi, həm də təkrarən yuyucu məhlul kimi istifadə olunur.

Zəndə ayrılma metodundan mis – sink konsentratından Cu və Zn alınmasında, qalay – qızıl konsentratından qızıl və qalayın alınmasında, uran və kükürdün alınmasında istifadə olunur.

Pirit və arsenopirit qızıl tərkibli konsentratlardır və onların kristal qəfəsində qızıl yerləşir. Bu səbəbdən bu metalları ayırmaq üzün onların kristal qəfəsini dağıtmaq lazım gəlir.

Arsenopiritin və piritin bakterial oksidləşməsindən sonra, 22 – ci şəkildəki sxem üzrə konsentratdan 90% - ə qədər gümüş və qızıl alınır.



**Şəkil 22. Qızıl-arsen konsentratlarının
bakterioloji emal sxemi**

Uranın pirit tərkibli filizlərindən zən metodu ilə ayrılması 6 gğn məddətində 91% təşkil edir. Yarımfasiləsiz şəraitdə tərkibində 20% uran olan filizdən 5 gğn ərzində 100% uran almaq mümkündür. Piritin oksidləşməsində və Fe^{3+} regenerasiyasında *T. ferrooxidans* bakteriyası istifadə edilir. Proses 30°C temperaturda həyata keçirilir.

16.2.3. Bakterial biokütlənin alınma texnologiyası

Metalların filizlərdən və konsentratlardan bakterial metodla ayrılma sürəti filizdəki bakterial biokütlənin qatılığından asılıdır.

Zəndə ayrılma zamanı sulfid mineralların miqdarı çox olan məhiddə bakteriyanın biokütləsi 5 q/l - ə qədər toplanı bilər. Buna görə də prosesə əlavə biokütlə daxil etmək lazım gəlmir. Lakin biokütlənin miqdarı az olduqda onun reaksiya qarışığına əlavə olunması tələb olunur.

Əlvan metalların və uranın ayrılması üçün vacib proseslər mineralları oksidləşdirən Fe^{3+} alınması və bakterial biokütlənin kifayət qədər artırılmasıdır.

Bakteriya kulturalarının saxlanması məvafiq konsentratlı məhiddə və aerasiyası şəraitində həyata keçirilir. Kulturalar kolleksiyada +4 – (-5)°C temperatur intervalında saxlanılır, ayda 1 dəfə yenilənir.

16.3. Silikatlı və alüminiumsilikatlı mineralların biodegradasiyası

Avtotrof və heterotrof mikroorqanizmlər silikatlı və alüminiumsilikatlı mineralları destruksiya edərək onların kristal qəfəsindən elementləri ayırırlar. Belə mikroorqanizmlərə mikroskopik yosunlar, nitrifikasiya bakteriyaları və tion bakteriyaları, bəzi heterotrof bakteriyalar, miseliumlu və maya gübələkləri aiddir.

Müxtəlif mikrob metabolitlərinin minerallara təsir xarakteri asidoliz və kompleks əmələgətirmə reaksiyaları ilə əlaqədardır.

Asidoliz – silikat şaxurlarından elementlərin və mineralların ayrılması prosesi olub, protonlarla əlaqəli reaksiya ilə xarakterizə olunur. Protonların donoru mikrobioloji sintezdə əmələ gələn qəzvi və mineral turşulardır.

Kompleks əmələgətirmə prosesində silikat mineralların deqradasiyası xelatların və ya komplekslərin əmələ gəlməsi nəticəsində baş verir. Fəal xelatəmələgətirənlər di – və trikarbonlu turşular, hidroksi – və ketoturşular, aromatik turşular və zoxatomlu spirtlərdir.

Heterotrof bakteriyalar və miseliumlu gübələklər qəzvi qidalı mühitlərdə inkişaf zamanı dağ şaxurlarından və filizlərdən Au, Cu, Ti, Ni, Al, U, Cr və başqa metalları ayıra bilirlər. Bu proseslərdə titanın

zıxımı 80%, nikelin zıxımı isə 99% təşkil edir. Uranın ayrılması isə 100 dəfə artır.

Əhəmiyyətli məhsulların alınması gəzən bir sıra proseslər dağ sığurlarının zənginləşdirilməsilə bağlı ola bilər. *Aspergillus niger* və *Penicillium expansum* gübələk nüvlərinin küməyilə leysitdən ($\text{KAl}[\text{SiO}_3]_2$) kalium ayrıldıqda qalan məhsul alqminium ilə zənginləşir.

16.3. Manqanın alması

Uzun müddət Mn – nın alınmasında əsas xammal oksid filizləri (MnO_4) olmuşdur. Lakin onun ehtiyatı getdikcə azalır. Buna görə də tərkibində Mn az olan filizlər də emal gəzən istifadə olunur. Bu cərgə mənbələrdən manqanın ayrılması gəzən onu 4 valentli formadan 2 valentli formaya zəvirmək tələb olunur. Dürdvalentli manqanın (Mn^{4+}) reduksiya olunmasını *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Acinetobacter* cinsli bakteriyaların nğməyəndələri həyata keçirirlər.

Heterotrof bakteriyaların iştirak ilə Mn^{4+} reduksiyasının 3 şsulu məlumdur:

1. Heterotrof mikroorqanizmlərin əmələ gətirdikləri gəzvi turşular vasitəsilə manqanın (Mn^{4+}) reduksiyası. Reaksiya aşağıdakı şəkildə gedir:



2. Mikroorqanizmlərin əmələ gətirdikləri hidrogen peroksid vasitəsilə manqanın reduksiya olunması. Bu ğsulda Mn^{4+} zəvrlməsi bakteriyaların katalaza aktivliyindən, ğzvi substratın qatılığından və mĝhit turşuluğundan asılıdır.

3. Manqanın enzimatik reduksiyası. Bəzi manqan reduksiya edən bakteriyalar *b*, *c* və *o* tipli sitoxromlara malikdir. Ğĝman edilir ki, bakteriyalar bu prosesdə *b* və *c* sitoxromlardan istifadə edərək metalenzimlərin iştirakı ilə manqanı reduksiya edirlər.

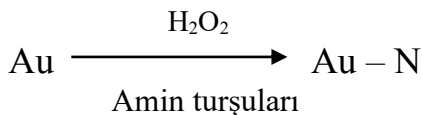
Bir zox bakteriyalar məsələn, *Bacillus polymyxa* Mn^{4+} reduksiyasını nitratreduktaza enzimi vasitəsilə həyata keçirirlər.

Müvcud məlumatlara ğürə, oksid tərkibli filizlərdən 90 – 96%, karbonatlı filizlərdən 60% Mn məhlulə keçə bilər. Məhluldan manqanı zükdĝrməklə yĝksək keyfiyyətli manqan konsentrasiı əldə olunur.

16.5. Qızılın alınması

Kĝlzə halında olan qızılı əksər heterotrof bakteriyalar həll edə bilirlər. Bu prosesdə mĝhitdə zoxlu miqdarda amin turşular əmələ gətirən *Bacillus sp.*, *B.megaterium* və onların mutantları böyĝk aktivlik ğüstəirlər.

Qələvi mĝhitdə H_2O_2 iştirakı ilə amin turşuların və zĝlalların aminqurupbası ilə qızıl arasında rabitə yaranır:



Hidrogen peroksid qızılı (Au^0) ion halına zəvirir. Bu reaksiyalar kəhlə qızılın bakterial həll edilməsinin əsasını təşkil edir. Qızılın alınma sürəti amin turşusularının qatılığından asılıdır. Amin turşularının miqdarı 0,5 – 1,0 dən 3,5 – 4,0 q/l - ə kimi artdıqda məhəddə qızılın qatılığı da 3 – 4 dəfə artır.

16.6. Filizlərin zənginləşdirilməsi

Hal – hazırda metallar məxtəlif elementlərlə zəngin konsentratlardan alınır və onların selektiv zıxarılması zətinlik yaradır. Sulfatreduksiyaedən bakteriyaların küməyilə metalların ayrılması sürətlənir və yaxşılaşır. Sulfatreduksiyaedici bakteriyalar qurğusunun oksidləşmiş minerallarının flotasiyasında istifadə olunur. Bu zaman minerallardan metal zıxımı 83% – dən 92% - ə qədər artır.

Serrusutin (PbCO_3) flotasiyası prosesində Pb ayrılması 20 – 25% artır.

16.7. Mikrobların iştirakı ilə metalların məhlullardan alınması

Hidrometallurgiyada metalların alınmasının son mərhələsi onların məhlullardan ayrılmasıdır.

Metalların durulaşdırılmış məhlullardan ayrılması prosesi xüsusi zətinliklər yaradır. Hal – hazırda bəşəriyyətin ən mühüm vəzifələrindən biri zirkab suları metallardan təmizləməsidir. Bu problemləri həll etmək üçün mikroorqanizmlərdən istifadə olunur.

Metal ionlarının məhlullardan mikroorqanizmlərin küməylə xıxarılmasının aşağıdakı şərtləri məlumdur: biosorbsiya, metalların sulfidlər halında zükdürlməsi, 6 valentli xrom və digər metalların reduksiyası.

Sulfid minerallarının bakteriyalar vasitəsilə zükdürlməsi zoxdan bəlli olan prosesdir. Sulfatreduksiyaedici bakteriyalar hidrogen sulfid əmələ gətirməklə məhluldan metalları tam zükdürlərlər. Məlumdur ki, tərkibində 8,5 q/l sianid formasında Cu olan məhluldan bakteriyaların küməyi ilə 98,5% Cu alınır.

Xromun məhlullardan ayrılmasının praktiki tətbiqi sənayedə üzgənə yer tapmışdır. Məlum anaerob bakteriyalar 6 valentli xromu 3 valentli xroma $\text{Cr}(\text{OH})_3$ reduksiya edirlər, sonuncu isə asanlıqla zükür.

Durulaşdırılmış məhlullardan metalların mikroorqanizmlər vasitəsilə alınmasının yeni şulu biosorbsiyadır. Bakteriyalar, miseliumlu və maya gübələkləri və yosunlar vasitəsilə duru məhlullardan 100% - ə qədər qurğuşun, civə, sink, mis, nikel, kobalt, manqan, xrom, uran və digər elementlər, 96 – 98% qızıl və gümüş, 84% platin, 93% selen sobsiya

olunur. Bakterial polisaxaridlər də məhlullardan bir sıra radioaktiv elementləri (uran və b.), mis və kadmiumu üzlərinə hopdura bilirlər.

Duz məhlullarından metalların biosorbsiyası zamanı mikrob biokətləsində onların qatılığı mğəyyən həddə qədər arta bilər. Mikrob vasitəsilə məhlullardan metalların biosorbsiyası əsasən hğceyrə divarındakı polisaxaridlərlə bağlıdır. Deməli, biosorbent kimi mikrob biokətləsi və ya mikrob polisaxaridləri tətbiq edilə bilər.

XVII FƏSİL

ÜZVİ BİRLƏŞMƏLƏRİN MİKROBİOLOJİ TRANSFORMASIYASI

17.1. Mikrobioloji transformasiyanın üstünlükləri

Mikrobioloji transformasiya – özvi maddələrin mikroorqanizmlər vasitəsilə qeyri – tam zevrilməsi və məhəddə toplanması prosesidir. Bu zaman məhəddə aralıq məhsullar da toplanır.

Mikrobioloji transformasiya prosesində bir və ya bir neçə enzim iştirak etdiyindən, substratın quruluşu tam dəyişmir. Bu zaman əmələ gələn məhsul adətən məhəddə toplanır və sonrakı dəyişmələrə məruz qalır.

Mikrobioloji transformasiya – təbiətdəki mikroorqanizmlərə xas olan təbii xüsusiyyətdir. Mikroblar özvi kimyadakı kimyəvi reagentlər rolunu oynayır. Bu baxımdan özvi kimyanın geniş imkanları mikrobioloji və ya enzimatik kimyanın imkanları ilə gətir – gətirə dır. Kimyəvi və mikrobioloji şüalları arasında daim rəqabət gətirə, onlar zox vaxt bir – birlərini tamamlayırlar. Məxtəlif hallarda, məhsul istehsalının rentabelliliyi nəzərə alınaraq, bu və ya digər metoda gətir – gətirə verilir.

Enzimatik şüalın kimyəvi şüallardan gətir – gətirə cəhətləri aşağıdakılardan ibarətdir:

- 1) özvi maddələrin enzimatik zevrilməsi spesifik olub, zox sadə texnoloji sxem gətir – gətirə gedir.

Analoji kimyəvi proses isə zoxmərhləli olub
böyük əmək sərfini tələb edir;

- 2) enzimlərin substrata təsiri zox “yumşaq” şəraitdə, yəni adi temperatur və təzyiqdə, neytral mğhitdə gedir. Kimyəvi proseslər isə adətən yğksək temperaturda və təzyiqdə, turş və ya qələvi mğhitdə baş verir;
- 3) biosfer gğzn zərərli olan maddələrin və əlavə məhsulların az miqdarda əmələ gəlməsi. Kimyəvi proseslərdə ətraf mğhit gğzn zox zərərli olan maddələr əmələ gəlir.

Son 2 xğsusiyyət mikrobioloji metodları “yumşaq texnologiya” kimi qəbul etməyə imkan verir.

Kimyəvi gşulla mğqayisədə mikrobioloji gşulun zatişmayan cəhətləri zox azdır və bunlar aşağıdakılardır: enzimlər adətən maye mğhitdə substratı həll olmuş halda və aşağı qatılıqda zəvirə bilirlər. Bundan başqa, mikroorqanizmlərim becərmə şəraiti ilə bağlı bir sıra zətinliklər olur (sterillik və mikrobun yğksək miqdarda biokğtlə əmələgətirməsi gğzn şəraitin yaradılması və s.). Mikrobioloji zəvrilmə prosesləri geniş miqyaslı istehsalda tətbiq edildikdə yğksək enerji xərcləri tələb edirlər.

Buna gürə də, indiki mərhələdə mikrob kimyası metodları daha rentabellidir, xğsusilə, mğrəkkəb molekulda incə dəyişikliklər aparmaq tələb olunduqda və proses geniş masştab tələb etmədikdə mikrobioloji transformasiya metodu əvəzədməzdir.

17.2. Mikrobioloji transformasiyanın tipləri

Metabolizm zamanı istənilən enzimatik zəvriilmə prosesi transformasiya kimi qəbul olunur. Hal – hazırda mǧxtəlif substratdan məhsullar alınmasına imkan verən enzimatik reaksiyaların sayı 1 nezə mindən zoxdur.

Bu proseslər zox mǧxtəlif olub, bir – birindən substratın təbiətinə, mikrobun xassələrinə və prosesdə iştirak edən enzimlərin miqdarına gürə fərqlənir. Hal – hazırda mikrobioloji transformasiyanın aşağıdakı tipləri məlumdur: 1) oksidləşmə, 2) reduksiya, 3) dekarboksilləşmə, 4) dezaminləşmə, 5) qlikozidlərin yaranması, 6) hidroliz, 7) metilləşmə, 8) efirləşmə, 9) dehidratasiya, 10) kondensasiya, 11) aminləşmə, 12) asetilləşmə, 13) nukleotidləşmə, 14) amidləşmə, 15) hallogenləşmə, 16) dimetilləşmə, 17) assimetrizasiya, 18) rasemizasiya, 19) izomerləşmə, 20) transqlǧkozidasiya.

Ən zox üyrənilən və sənayedə geniş istifadə olunan proses – oksidləşmə reaksiyasıdır. Bu reaksiya qeyri – aktiv karbonun hidrooksilləşməsini, doymamış əlaqələrin, oksidləşməsini, aromatik həlqənin hidroksidləşməsini, dehidratasiyanı, yağ turşularının β – oksidləşməsini, spirtlərin və aldehid qruplarının oksidləşməsini üzǧndə cəmləyir.

Hidroliz reaksiyası mikrob kimyasında geniş yayılmışdır. O, efirlərin, amidlərin və başqa

birleşmələrin hidrolizini, antibiotik və steroidlərin istehsal proseslərini üzgündə birləşdirir.

Rasemik birləşmələrin optik antipodlara parzalanması prosesi sənayedə geniş tətbiq edilir və nəticədə stereoizomerlər alınır.

İzomerləşmə reaksiyası praktikada tətbiq edilən mğhgm proseslərdəndir. Buna misal olaraq, sənaye miqyasında qlğkozanın fruktozaya izomerləşməsini göstərmək olar.

17.3. Üzvi maddələri transformasiyaya uğradan mikroorqanizmlər

Laboratoriya və sənayedə mikroorqanizmlərdən mikrobioloji transformasiya yolu ilə ğzvi maddələrin alınması zox geniş yayılmışdır. Bu proseslərdə gübələklərin bir zox qrupları (fikomisetlər, bazidiomisetlər, natamam gübələklər), aktinomisetlər və ona oxşar orqanizmlər, bir zox bakteriyalar və mikroyosunlar iştirak edirlər.

Praktikada və sənayedə tətbiq olunan mikroorqanizmlərə aşağıdakı tələblər qoyulur:

- 1) mikroorqanizm zox sadə qidalı mğhitdə inkişaf edə bilməlidir;
- 2) transformasiya prosesini aparan enzim və enzimlər sistemi yğksək aktivliyə malik olmalıdır;

- 3) transformasiya məhsullarının məhiddə toplanması zox sadə şulla həyata keçirilməlidir;
- 4) sadalanan şərtlər daxilində gedən, proseslər iqtisadi cəhətdən rentabelli olmalıdır.

Transformasiya prosesi baxımından geniş potensial imkana malik olan mikroorqanizmlər həddən artıq zoxdur və transformasiya proseslərinin taksonomiya ilə əlaqəsini əvvəlcədən məğyyən etmək zəttindir. Bununla belə bir sıra taksonlar – cins və nüvlər məğyyən transformasiya reaksiyalarını apara bilirlər. Məsələn, *Aspergillus niger* gübələyi karbohidratların birbaşa oksidləşməsini, hidrolizini və transqlikozidasiyasını həyata keçirə bilir. Bəzi taksonomik qrup mikroorqanizmlər yalnız məğyyən tip transformasiya reaksiyalarını həyata keçirirlər. Məsələn, steroidlərin hidroksilləşməsini kif gübələkləri; steroidlərin reduksiyasını mikobakteriyalar; məxtəlif birləşmələrin reduksiyasını fakultativ anaerob bakteriyalar və maya gübələkləri; aldozaların izomerləşməsini streptomisetlər; artrobakteriyalar, basillər və laktobasillər; məxtəlif karbohidratların oksidləşməsini pseudomonadlar; poliolların oksidləşməsini sirkəturşusu bakteriyaları; n – alkanların oksidləşməsini nokardiyalar, pseudomonadlar və *Candida* cinsli maya gübələkləri; aromatik həlqələrin hidroksidləşməsini artrobakteriyalar; amin qrupunun oksidləşməsini, streptomisetlər; dezaminləşmə reaksiyasını maya

gübələkləri; aromatik həlqənin parzalanmasını pseudomonadlar həyata keçirirlər.

17.4. Üzvi maddələrin mikrobioloji transformasiyasının əsas metodları

Hal – hazırda üzvi maddələrin mikrobioloji transformasiya metodları 5 qrupa bölünür:

1. İntakt hüceyrələrin enzimatik xassələrindən istifadə etməklə gedən proseslər:

a) mikrobların düvri becərilməsilə gedən transformasiya;

b) zoxalmayan vegetativ mikrob hüceyrələri vasitəsilə gedən transformasiya

c) sporlar vasitəsilə gedən transformasiya;

d) fasiləsiz becərilmə ilə gedən transformasiya;

e) kometabolizm.

2. Hüceyrə metabolizminin pozulmasına əsaslanan metodlar:

a) zədələnmiş və ya parzalanmış hüceyrə fraksiyaları ilə gedən transformasiya;

b) metabolizm yollarının müəyyən sahələrinin ingibirləşməsi ilə gedən transformasiya;

c) müəyyən enzimlərin sintezi pozulmuş mutant ştamlardan istifadə etməklə gedən transformasiya.

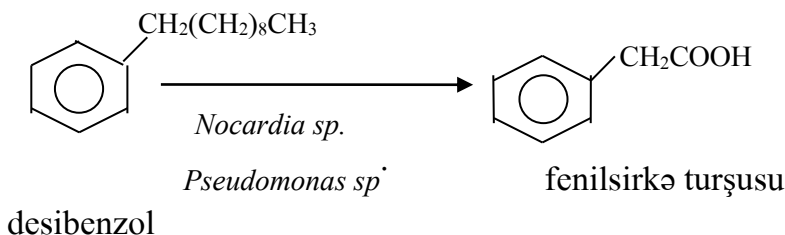
3. Gen mühəndisliyi üsulu ilə quraşdırılmış yüksək aktivliyə malik ştamlarla gedən transformasiya

4. İmmobilizə olunmuş enzimlər və hüceyrələr vasitəsilə gedən transformasiya.

5. Politransformasiya.

17.4.1. Mikrob kulturalarının dövri becərilməsilə gedən transformasiya

Bu, transformasiyanın sadə şüslü olub, əmələ gələn metabolit kultura tərəfindən karbon və enerji mənbəyi kimi istifadə olunmadığı halda tətbiq olunur. Bu zaman kultura transformasiyaya məruz qalan substratdan karbon və enerji mənbəyi kimi istifadə etmir lakin oksidləşmənin aralıq məhsulu mığhitdə toplanır. Bu halda mikrob digər qzvi maddə hesabına zoxalır. Məsələn, 3 – metilpiridinin nokardiya tərəfindən transformasiya qlğkozanın karbon mənbəyi kimi istifadəsi hesabına gedir. Digər halda, transformasiya zamanı substratın bir hissəsi karbon mənbəyi kimi istifadə edilir, digər hissəsi isə transformasiya olunur. Məsələn, desibenzolun *Nocardia* və *Pseudomonas* cinsli bakteriyalarla fenilsirkə turşusuna zevrilməsi:



Əmələ gələn məhsul mğəyyən miqdarda mğhitdə toplandıqda fermentasiya prosesi dayandırılır, ekstraksiya yolu ilə mğhitdən ayrılır və təmizlənir.

Tipik olaraq, ən aktiv transformasiya prosesi böygmənin zəifləməsi mərhələsində mğşahidə olunur.

17.4.2. Çoxalmayan hüyrə suspenziyaları vasitəsilə gedən transformasiya

Zoxalmayan hğceyrə suspenziyaları vasitəsilə gedən transformasiya ğsulunda mikroorqanizmlər əvvəlcə optimal mğhitdə fəal fizioloji inkişaf halına qədər becərilir. Sonra qidalı mğhitdən ayrılıb bufer məhlulu ilə yuyulur ki, hğceyrələrdə qida maddələrinin qalıqları qalmasın.

Bu ğsulda hğceyrədə olan mineral maddələrin qalığı yuyulduğundan, hğceyrələr inkişaf edə bilmir və zoxalmır, lakin ğzvi maddələri transformasiya etmək xassəsini saxlayır. Məsələn, korteksolunun 2 – hidroksidləşməsi *Tieghemella orchidis* gübələyinin 19 saatlıq miseliumu vasitəsilə intensiv həyata keçirilir. Asetat kortizonun kortizona transformasiyası *Acthinomyces corymbolus* kulturasının 24 – saatlıq stasionar fazada olan miseliumu ilə daha intensiv baş verir.

17.4.3. Göbələklərin və aktinomisetlərin sporları vasitəsilə gedən transformasiya

Sporlarla gedən ğzvi maddələrin transformasiya reaksiyaları praktiki cəhətdən böyğk əhəmiyyət kəsb edir. Bu proses zox sadə mğhitdə – distillə suyunda və ya bufer məhlulda aparılır. Uzun mğddət saxlanılmasına baxmayaraq (hətta 3 il dondurulmuş halda qalan) sporlar üz fəallığını itirmirlər. Adi suda və ya bufer məhlulunda sporlar cğcərmirlər və onları yuyub təkrarən 4 – 5 dəfə istifadə etmək olur.

Aspergillus ochraceus gübələyinin sporları ilə korteksolonun və progesteronun hidroksidləşməsi; fenoksimetilpenisillinin *Fusarium sp.* gübələyinin sporları ilə hidrolizi; *Aspergillus candidus* gübələyinin konidiləri ilə qlğkozadan mannitin alınması sənaye miqyasında həyata keçirilir.

17.4.4. Fasiləsiz becərmə üsulu ilə gedən transformasiya

Fasiləsiz becərmə ğsulunun mğsbət cəhəti ondan ibarətdir ki, mikrob kulturasını uzun mğddət eyni fizioloji halda saxlamaq mğmkğndğr. Ona görə də bu ğsul praktikada zox geniş tətbiq edilir. Fasiləsiz becərmə ğsulundan yem məqsədilə və məişətdə istifadə olunan maya gübələyi kğtləsi alınır. Mikroorqanizmlərin fəaliyyəti nəticəsində əmələ gələn məhsullar, məsələn sorbit, etil spirti, sirkə

turşusunun fasiləsiz alınması asan başa gəlir və sənayedə zoxdan istifadə edilir. Fasiləsiz becərilmə ğsulu ilə sorbitin sorbozaya zevrilməsini *Acetobacter suboxydans* bakteriya kulturası, progesteronun oksiprogesterona zevrilməsini isə *Aspergillus ochraceus* gübələk kulturası həyata keçirir. Fasiləsiz becərilmə ğsulu ilə gedən bu transformasiya prosesləri rentabelli və gəlirlidir.

17.4.5. Kometabolizm

Kometabolizm – ğzvi birləşmələrin mikroorqanizmlər vasitəsilə digər maddənin paralel oksidləşməsi şəraitində gedən transformasiyası və ya tamamilə parzalanması prosesidir. Həminin mikroorqanizmlər tərəfindən zətin mənimsənilən substratın başqa substratın kuməilə (kosubstratla) mənimsənilməsidir. Məsələn, o – ksilolu (substratı) *Pseudomonas aeruginosa* bakteriyası oksidləşdirə bilmir. Lakin o – ksilolla bərabər həmin mğhitə qliserin əlavə etdikdə, bakteriya qliserinlə bərabər o – ksilolu da oksidləşdirir. Bu halda o – ksilol oksidləşən **substrat**, qliserin isə – **kosubstrat** adlanır.

Kometabolizm prosesində kosubstrat spesifik və mğəyyən rola malik olduğundan onun dğzgğn sezilməsi zox vacibdir. Kometabolizm mikroorqanizmlərin adi şəraitdə ğzə zıxmayan xğsusiyyətlərini aşkar edir. Bu ğsulla zətin parzalananan

maddələri karbon qazı və suya qədər parzalamaq mümkündür.

Sooksidləşmə (birgə oksidləşmə) terminini ilk dəfə ABŞ alimi Foster oksidləşmə reaksiyaları üzün istifadə etmişdir. Bu termin mikrob kimyasının bütün tip reaksiyalarını əhatə etmədiyi üzün kometabolizm termini ilə sığdırılmışdır.

17.4.6. Zədələnmiş mikrob hüceyrələri vasitəsilə gedən transformasiya

Mikrob hüceyrələri tərəfindən sintez olunan metabolitlər əsasən mütəmadi az miqdarda toplanır. Metabolizm məhsullarının mütəmadi zoxlu miqdarda toplanması üzün hüceyrənin metabolizm sisteminə təsir edib onu dəyişdirmək lazım gəlir. Bu məqsədlə zox zaman hüceyrəni parzalayıb (**dezinteqrasiya edib**) hüceyrədaxili mühtəviyyat və ya enzimlər yığımından istifadə olunur. Metabolizmin bir hissəsinin gedişini pozmaq üzün hüceyrəyə radikal təsir əsulları tələb olunur. Bu əsullardan biri mikroorqanizm hüceyrəsinin bu və ya digər yolla zədələnməsidir. Uridinmonofosfat turşusunun uridinfosfat – N – asetilqlğkozaminə zəvrilməsi *Saccharomyces cerevisiae* maya gübələyi kulturasının qurudulmuş hüceyrələri ilə, həyata keçirilir. Adenozinmonofosfatın adenozintrifosfata zəvrilməsi mexaniki parzalanmış maya gübələyi hüceyrələri vasitəsilə aparılır.

17.4.7. Metabolik yolların müəyyən sahələrinin ingibirləşdirilməsi

Əgər ümumi metabolik sistemdə mikrob transformasiyası aparan enzimin vəziyyəti məlum deyilsə, ondan sonra gələn enzimin aktivliyi ingibirləşdirilir. Məsələn, n – alkanların ilkin məhsulun tam parzalanmasının qarşısını almaq üçün mənfi akril turşusu ingibitor kimi əlavə olunur. Bu halda substrat ancaq yağ turşusuna və ketona qədər oksidləşə bilər.

17.4.8. Müəyyən enzimlərin sintezi bloklaşmış mutantlarla gedən transformasiya

Bu üsul bundan əvvəlki üsula çox oxşardır. Bu üsulda ingibitor əvəzinə genetik metod tətbiq olunur. Həceyrəyə mutagenlərlə təsir edərək müəyyən enzimin sintez bloklanmış mutantı alınır. Məsələn, dodekanı dikarbon turşusu qarışığına qədər transformasiya edən *Candida cloaceae* mutant ştamı əldə edilmişdir. Bu ştamda dikarbon turşusunu oksidləşdirən bilən enzim bloklaşdığı üçün metabolit mənfi toplanır.

17.4.9. Transformasiya qabiliyyəti artırılmış ştamların quraşdırılması

İrsiyyətin xromosomdan kənar elementlərinin (məsələn, plazmidlərin) öyrənilməsi nəticəsində mğəyyən olunmuşdur ki, onlar bir sıra ğzvi maddələrin katabolizminə nəzarət edirlər. Yğksək transformasiya aktivliyinə malik ştamların quraşdırılması ğzğn plazmidlərdən istifadə edilmişdir. Bu yanaşmanın prinsipial mğmkğnlğyğ naftalinin salisil turşusuna oksidləşməsi misalında sğbut edilmişdir. Məlumdur ki, *Pseudomonas* cinsli bakteriyalar naftalini aralıq məhsul kimi salisil turşusu əmələ gətirməklə parzalayır. İlkin ştamların əskigliyi ondadır ki, salisil turşusu mğhitdə qisamğddətli toplandığından sonra karbon mənbəyi kimi istifadə olunur və sona qədər parzalayır. Naftalini salisil turşusuna zəvirə bilən *Ps. putida* 12 A ştamından bu prosesə nəzarət plazmid konyuqasiya yolu ilə salisil turşusunu oksidləşdirə bilməyən *Ps.putida* 4 resipientinə keçirilir. Nəticədə alınan *Ps.putida* 41 ştamı naftalini salisil turşusuna qədər transformasiya edir, lakin sonuncunu oksidləşdirə bilmir.

17.4.10. İmmobilizə olunmuş enzim və hüceyrələr vasitəsilə aparılan transformasiya

Transformasiya proseslərinin aparılması üçün təmizlənmiş enzimlərdən də istifadə olunur. Bu o halda mümkündür ki, enzimlər stabilliyi saxlaya bilsinlər, kofaktorlara ehtiyacı duymasınlar və onların alınması ucuz başa gəlsin. Belə enzimlər əsasən immobilizə olunmuş halda istifadə olunur. Məgəyyən adsorbentlərin səthinə hopdurulmuş enzimlərə **immobilizə olunmuş enzimlər** deyilir. Enzimlərin immobilizə olunması onların stabilliyini artırır, prosesi fasiləsiz aparmağa və enzimlərdən təkrarən istifadə etməyə imkan verir.

Transformasiya prosesini substrat və ya məhsulun yüksək qatılığında və geniş diapozonlu fiziki – kimyəvi şəraitdə aparmaq mümkündür. İmmobilizə olunmuş asilaza enzimindən sənayedə yarımsintetik penisillin alınmasında istifadə edilir. Mikrobioloji şulla kizik fəallığa malik benzilpenisillin alınır. Asilaza enzimi onu 6 – aminopenisillin turşusuna zəvirir ki, bu da yüksək aktivliyə malik sintetik penisillin almaq üçün xammal kimi istifadə olunur.

Əzvi maddələrin transformasiyası proseslərində immobilizə olunmuş hüceyrələrdən geniş istifadə edilir. Bunlar adsorbentlərin səthinə hopdurulmuş aktiv hüceyrələr adlanır. Belə hüceyrələr immobilizə olunmuş enzimlərdən daha sərfəlidir. Birinci halda

enzimlərin təmizlənməsi gəzən əlavə sərfələr tələb olunur. Həceyrələr enzimlərdən fərqli olaraq daha çox stabillik göstərir və onlardan on dəfə çox təkrarən istifadə etmək olur.

Həceyrələri adətən müxtəlif gel və liflərdə immobiulizə edirlər. Yapon alimləri *E. coli* həceyrələrinin poliakrilamid və karragenan gelində immobilizə etməklə həceyrələrin stabilliyini 50 – dən 685 gənə qədər artırmağa nail olmuşlar. Immobilizə olunmuş həceyrələrin aktivliyi 37 C⁰ temperaturda 40 sutka müddətində saxlanılır. Stabilliyin artmasının səbəbi isə hələ ki, məlum deyil.

Fumar turşusundan alma turşusunun alınması karragenin gelində immobilizə olunmuş bakteriya həceyrələri vasitəsilə aparılır. Bu prosesdə *Brevibacterium flavum* bakteriyasından istifadə olunur.

17.4.11. Politransformasiya

Müəkkəb gəzvi maddələrin transformasiyası əksər hallarda bir neçə enzimatik reaksiyadan ibarət olur. Bir sıra hallarda məhsulun alınması gəzən substrat molekulunun əhəmiyyətli dəyişdirilməsi tələb olunur və bu halda müxtəlif tip (oksidləşmə, hidroliz və s.) reaksiyaların aparılması tələb olunur. Bu məsələlər aşağıdakı yollarla həyata keçirilir:

- 1) Lazım olan transformasiyanı sona qədər tam həyata keçirə bilən ştam seçilir. Bu zaman

transformasiyanın 1 nezə mərhələsi eyni bir mikroorqanizmlə aparılır, məsələn, prednizol - onun hidrokortizondan alınması poliakril gelində immobilizə olunmuş *Arthrobacter globiformis* bakteriya həcyrələri vasitəsilə aparılır.

- 2) Zoxlu sayda ardıcıl transformasiya proseslərinin hər mərhələsi ayrılıqda aparılır. Məsələn, 16 – α – oksikorteksolonun transformasiyasının ilk mərhələsi (hidroksidləşmə) *Aspergillus ochraceus* gübələyi ilə, 24 saat sonra ikinci mərhələsi (dehidrogenizasiya) *Arthrobacte simplex* bakteriyası ilə aparılır.
- 3) Qarışıq kulturalardan istifadə edilir. Qarışıq kulturalardan istifadə monokulturalara nisbətən böyük səmərə verir. Məsələn, prednizolonun asetat kortizondan alınması üçün *Arthrobacter globiformis* və *Mycobacterium album* kulturalarının qarışığından istifadə olunur.

17.5. Üzvi birləşmələrin transformasiyasına misallar

Mikrobioloji transformasiyaya tipik misal kimi hidrokortizonun prednizolana *Mycobacterium globiforme* bakteriyası tərəfindən zəvrlənməsini göstərmək olar. Kultura 4 – 5 sutka becərilir, sonra həcyrələr tərkibində asetat kortizon olan maye qidalı mühitə əkilir. 24 saatdan sonra kultural mayeyə 5

mkm miqdarında hidrokortizonun sulu suspenziyası əlavə olunur. Transformasiya 28 – 30°C temperaturda 18 – 24 saat ərzində həyata keçirilir və nəticədə 85% zıxıma malik prednizolon alınır.

Bakteriya hğceyrələrinin poliakrilamid gelində immobilizasiyası steroidlərin transformasiyasının səmərəliliyini xeyli dərəcədə artırır.

Rusiya və bir zox başqa ölkələrdə steroid hormonlarının alınması mikrobioloji transformasiya şsulu ilə həyata keçirilir. Steroidlərin dehidrogenləşməsini *Arthrobacter globiformis* kulturası ilə, yan zəncirlərinin qırılmasını *M. album* və *A. globiformis* kulturalarının qarışığı ilə, sorbitin sorbozaya zevrilməsini *Gluconobacter suboxydans* kulturası ilə həyata keçirirlər.

XVIII FƏSİL

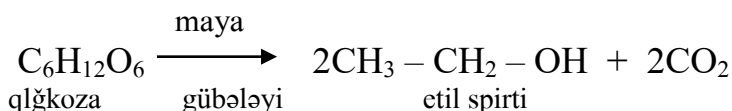
MİKROBİOLOJİ PROSESLƏRİN YEYİNTİ SƏNAYESİNDƏ ƏNƏNƏVİ TƏTBİQİ

18.1. Spirtli qıcırma və onun tətbiqi

Spirtli qıcırmanın əsas türədiciləri maya gübələkləridir. Bu gübələklər insan həyatında zox böyük rol oynayırlar. Maya gübələklərindən zürəkbişirmədə, bir zox spirtli izkilərin alınmasında istifadə olunur. Xalq təsərrüfatında istifadə olunmasına görə maya gübələkləri ilə yalnız sğd turşusu bakteriyaları rəqabətə girə bilər.

Şərq ölkələrində dğyğdən Sake adlı spirtli izki (pivə) hazırlamaq gğğn *Aspergillus oryzae* gübələyindən istifadə edilir. Spirtli qıcırmanı *Zymomonas mobilis*, *Z. anaerobica*, *Sarsina ventriculir*, *Erwinia amylovora* kimi bakteriyalar da türədə bilirlər. Lakin bu bakteriyaların tətbiqi sənayedə üz yerini tapmamışdır.

Spirtli qıcırma aşağıdakı tənlik gğrə gedir:



Bu prosesdə əsas məhsul olan etil spirtindən başqa qliserin, ali spirtlər, sivuş yağları, aldehidlər, gğzvi turşular və efirlər də əmələ gələ bilər.

Spiritin alınması özən istifadə olunan maya gübələklərinə *Saccharomyces* cinsi aiddir. Hal – hazırda bu cinsə 7 növ aiddir: *Sacch. cerevisiae*, *Sacch. kluyveri*, *Sacch. exiguus*, *Sacch. dairensis*, *Sacch. servazzii*, *Sacch. tellustris*, *Sacch. unisporus*. Bu növlər izərisində ən çox tətbiq olunan *Sacch. cerevisiae* gübələyidir. Bu növün irqləri zürəkbişirmədə, etil spirti istehsalında, şərabzılıqda, pivə və kvas istehsalında geniş istifadə olunur.

Afrika ölkələrində alkoqollu izkilərin alınmasında *Schizosaccharomyces* cinsli maya gübələklərindən (*S. pombe* və *S. ostosporus*) geniş istifadə edilir.

Texnoloji prosesi optimal şəraitdə aparmaq özən maya gübələklərinin kultural, fizioloji, biokimyəvi xüsusiyyətlərini bilmək vacibdir.

Saxaromisetlərə aid olmayan maya gübələkləri yuxarıda göstərilən məhsulların alınmasında mənfi rol oynayrlar: texnoloji prosesləri pozurlar, xammalın və məhsulun xarab olmasını törədirlər.

18.1.1.Etil spirtinin alınması

Hal – hazırda etil spirti kimyəvi sintez proseslərində həlledici kimi, yanacaq kimi, təbabətdə, məişətdə antiseptik məqsədlə, laboratoriyada və sənayedə sintetik kauzukların alınmasında geniş istifadə olunur.

Spiritin sənayedə alınması özgən məxtəlif bitki tərkibli xammaldan: tərkibində nişasta olan (buğda, kartof, arpa, qarğıdalı), tərkibində sadə şəkər olan (melassa, şəkər zuğunduru və qamışı) və tərkibində polisaxaridlər olan bitki qalıqları istifadə olunur.

Etil spirtinin nişastatərkibli substratlardan alınması prosesi bir neçə mərhələdən ibarətdir. İlk mərhələdə substrat (buğda) doğranılır və su ilə qarışdırılır, bişirilərək nişasta həll edilir və soyudulur. Soyudulmuş qarışığa cəcmiş buğdadan və ya *Aspergillus oryzae* gübələyindən alınmış amilolitik enzimlər əlavə edilir, amilaza nişastanı maltozaya zəvirir və qarışığın tərkibində maltoza, qlükoza, dekstrinlər olur. Maltoza ilə zəngin məhlul xəsusi zənlərə yığılır və anaerob şəraitdə maya gübələyi vasitəsilə qıcqırma aparılır. Qıcqırma prosesi dövri və fasiləsiz şulla aparıla bilər.

Melassa, şəkər zuğundurundan şəkər alınandan sonra qalan tullantıdır. O, sadə şəkərlərlə zəngin olduğu özgən spirtli qıcqırma prosesində xammal kimi istifadə olunur. Onun tərkibində olan saxaroza maya gübələklərinin fəaliyyəti özgən əlverişli qida mənbəyidir.

Texniki spirtin alınması özgən oduncaq hidrolizatlarından istifadə olunur. Oduncağın və bitki qalıqlarının tərkibində 40 – 75% polisaxarid olur. Buna görə də belə substratları sadə şəkərlərə qədər hidroliz edib və hidrolizatları qıcqırdırlar. Alınmış hidrolizatlarda qalaktoza və mannoza, həmçinin

pentozalar – ksiloza, arabinoza və ramnoza olur. Hidroliz olunmuş bitki qalıqlarından etanol almaq üçün *Saccharomyces cerevisiae* və *Schizosaccharomyces* cinsli gübələk kulturalarından istifadə edilir.

Bu şsulla əldə edilən qıvcırdılmış məhlulda 1,0 – 1,5% etanol olur.

Son illər ksilozanı qıvcırda bilən *Pachysolen tannophilus*, *Candida shehatae* və başqa maya gübələklərindən istifadə etməklə etil spirti alınır. Belə nüvlərin tətbiqi zamanı hidrolizatın tərkibində olan şəkərin 90% - i mənimsənilir.

18.1.2. Çörək məmulatlarının istehsalı

Zürək istehsalı üzgndə mğrəkkəb mikrobioloji və biokimyəvi proseslər siklini cəmləşdirir. Bu proses xəmirin bir zox fiziki və kimyəvi zəvrilmələrə məruz qalması ilə əlaqədardır.

Unun tərkibində bir zox mikroorqanizmlərin inkişafı üçün vacib olan komponentlər, enzimlər, eləcə də zürəyin hazırlanmasında böyğk rol oynayan spontan mikroblar vardır. Bu proses əsasən maya gübələkləri və sğdturşusu bakteriyalarının həyat fəaliyyəti ilə əlaqədardır. Mikrobioloji proseslər zamanı gedən biokimyəvi dəyişikliklər xəmirin keyfiyyətini, rəngini, zürəyin təravətini mğəyyən edir.

Hazırda zürəkbişirmədə istifadə üçün pərzimlənmiş və ya qurudulmuş maya

gübələklərindən istifadə olunur. Bu zaman maya gübələklərinin bir sıra cinsləri prosesdə iştirak (*Sacch. cerevisiae*) edir. Bu kulturaları sənayedə zoxaltmaq məqsədilə şəkər qamışından alınan melassada becərilər. Sonra gübələk biokətləsi sığışdırma və ya sentrafuqalaşdırma yolu ilə qidalı mğhitdən ayrılır, su ilə yuyulub təmizlənir və preslənir. Bu zaman nəmlik 75% olur və bunu uzun müddət saxlamadan dərhal istifadə etmək lazım gəlir.

Zürəkbişirmədə istifadə olunan maya gübələyi kətləsi adətən 7 – 10% nəmliyə qədər qurudulur və qurudulmuş maya adlanır. Bu halda məhsul xarab olmadan uzun müddət saxlanılır. Hal – hazırda zürəyə, mğxtəlif un məmulatlarına xoş dad və qoxu vermək üçün homo – və heterofermentativ sğdturşusu bakteriyalarından istifadə olunur. Sğdturşusu bakteriyalarından *Lactobacillus delbrueckii* bu məqsədlə sənayedə geniş tətbiq olunur.

Qeyd etmək lazımdır ki, bəzi maya gübələkləri zürəyin xarab olmasına gətirib çıxarır. Məsələn, asporogen maya gübələkləri mğhitə dğşdğkdə zürəyin keyfiyyətini aşağı salır və qoxusunu pisləşdirir.

18.1.3. Pivə istehsalı

Pivə zəif alkalıqolu izkidir. Onun istehsal prosesi bir neçə mərhələdən ibarətdir: əvvəlcə hər hansı dənli bitkidən səməni hazırlanır, səmənidən alınan şirə maya gübələkləri ilə qıcqırdılıb pivəyə

zevrilir. Səməni şirəsinin tərkibində maltoza, dekstrin, pentozalar və s. şəkərlər, amin turşuları, tannin, pigmentlər, mineral elementlər olur. Cüvhərə və ya səməni şirəsinə mayaotu əlavə etdikdə, onu qızdırıb qatılaşıdırmaqla pivənin dadını və qoxusunu yaxşılaşdırırlar. Mayanın tərkibindəki ekstraktiv maddələr: acı turşular, qətran, efir yağları və tannin səməni şirəsinə keçir. Qıcqırdıldıqdan sonra cüvhər şığgəcdən keçirilib ayrılır və zənlərə doldurulur.

Pivənin alınmasında iştirak edən maya gübələkləri (*Sacch. cerevisiae*) qlğkoza və furuktozanı aktiv, maltoza və digər trisaxaridləri passiv qıcqırda bilirlər. Pivəni almaq şığğn istifadə olunan maya gübələklərinin həyat fəaliyyəti sayəsində şəkərlər qıcqırdılır və etil spirti, qliserin, sirkə turşusu, efirlər və karbon qazı ayrılır.

Bəzən yad maya gübələkləri ilə yoluxan pivə onların həyat fəaliyyəti nəticəsində bulanıqlaşır və rəngi tğndləşir ki, bu da pivənin yoluxduğunu göstərir. Bunu aradan qaldırmaq şığğn pivə pasterizasiya edilib şığğlğr.

18.1.4. Şərab istehsalı

Şərab şığğm şirəsinin spirtli qıcqırması nəticəsində alınan məhsuldur. Keyfiyyətli şərabın istehsalı sezilən şığğmğn yetişmə dərəcəsindən və nüvğndən asılıdır. Şərab bir sort şığğm şirəsindən və ya bir neçə sort qarışmış şığğm şirəsindən alınə bilər,

bu cəgr şərab 1 və ya 1,5 il üz keyfiyyətini saxlaya bilir.

Şərabın hazırlanma texnologiyası mğxtəlifdir. Quru tip şərab istehsal edərkən ğzğmğ əzib pərzimləyərək şirəsini zıxarırlar. Bu ğsul qədim düvrlərdən bəri istifadə edilir. Alınan şirəni qıqcırdırlar və bunu təmiz kulturalar vasitəsilə aparmaq ğzğn şirəni şəffaflaşdırmaq lazımdır. Qıqcırmanın ilk ğğnləri piqment və tanninlər ayrılıb məhlula kezir və onun rəngini tğndləşdirir. Sonra tannini sğzğb məhluldan ayırırlar, bu zaman şəkərin balinqi 4 olur. Daha sonra iki həftə saxlayıb şərabı yenidən sğzərək onu şərab daşlarından azad edirlər. Əvvəllər giləmeyvə şirələrindən spontan maya gübələkləri vasitəsilə şərab alınırdı. Bu halda qıqcırmanın keyfiyyəti zəmanətli olmurdu. Hal – hazırda şərab *Sacch. cerevisiae* (Bu maya gübələyi əvvəllər *Sacch.vini* adlanırdı.) maya gübələyi nüvğnğn təmiz kulturaları vasitəsilə sənayedə istehsal olunur.

Bəzi maya gübələyi nüvləri şərabı yoluxduraraq onun keyfiyyətini aşağı salır (bulanıqlıq yaradır, dadını və qoxusunu pisləşdirir).

Şampan şərabı – ğzğm şirəsinin germetik bağı qablarda ikincili qıqcırma məhsuludur. Germetik qablarda şərab, karbon qazı ilə zənginləşir. Bu, təbii və sğni yolla aparılır ki, bu zaman şərab bol küpğklə təchiz olunur. Sğni yolla şəraba bol karbon qazı yğksək təzyiq altında vurulur. Şampan şərabının

alınmasının qıçqırdılma mərhələsi anaerob şəraitdə *Sacch. cerevisiae* ilə aparılır. Şampan şərabı ağ rəngli olur.

18.1.5. Kvas istehsalı

Kvas – sona zətdırılmayan spirtli və sğdturşulu qıçqırmaların birgə məhsuludur. Qədim zamanlardan bu izki ən zox Rusiyada hazırlanmışdır. Hal – hazırda sənaye miqyasında o geniş istehsal olunur.

Kvas istehsalı gğğn xammal kimi zovdar və arpa istifadə olunur. Pivə istehsalında olduğu kimi əvvəlcə səməni şirəsi alınır, tərkibindəki nişasta sadə şəkərlərə qədər hidroliz edilir. Alınmış səməni şirəsi sğğldğkdən sonra 105 – 115°C temperatura kimi qızdırılır və buxarlandırmaqla qatılaşıdırırlar. Kvas şirəsinin qıçqırdılmasında adətən *Sacch. cerevisiae* və sğdturşusu bakteriyalarının qarışıq kulturalarından istifadə olunur. Qıçqırma prosesi nəticəsində kvasda 0,3 – 0,5% spirt toplanır.

18.1.6. Səd məhsullarının istehsalında spirtli qıçqırmanın tətbiqi

Sğd məhsullarının hazırlanması prosesində maya gübələkləri sğdturşusu bakteriyaları ilə yanaşı mğsbət rol oynayır. Kefir, kımız, kurunqa və başqa milli izkilərin alınmasında maya gübələkləri (*Kluyveromyces lactis*, *Rl. fragilis*, *Candida*

pseudotropicalis) spirtli qıcqırma türədirilər. Onlar şğıđđn tərkiibində olan laktoza şəkərini etil spirtinə zəvirirlər.

Deməli, turşşğıd məhsullarının alınmasında paralel olaraq həm şğıdturşulu qıcqırma, həm də spirtli qıcqırma prosesləri gedə bilir. Şğıdturşulu qıcqırma prosesi spirtli qıcqırmaya nisbətən intensiv gedərsə (ğıstğınlğık təşkil edərsə) onda alınan məhsul qatı konsistensiyaya malik olur (məsələn, adi qatıq). Əgər hər iki proses eyni intensivlikdə gedərsə onda yarımaye konsistensiyaya malik məhsul alınır (məsələn, kefir). Əgər spirtli qıcqırma şğıdturşulu qıcqırmaya nisbətən ğıstğınlğık təşkil edərsə, onda alınan məhsul maye konsistensiyaya malik olur (məsələn, kımız, zal).

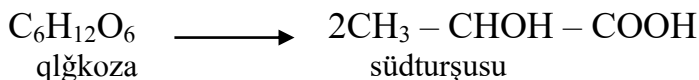
18.2. Südturşulu qıcqırma və onun tətbiqi

Şğıd məhsullarının hazırlanması şğıdturşusu bakteriyaları sayəsində mğımkğın olur. Hələ 1847-ci ildə Blando güstərmişdir ki, şəkərin qıcqırması zamanı şğıd turşusu əmələ gəlir. Bu ğısulla 1881-ci ildən etibarən şğıd turşusu alınır.

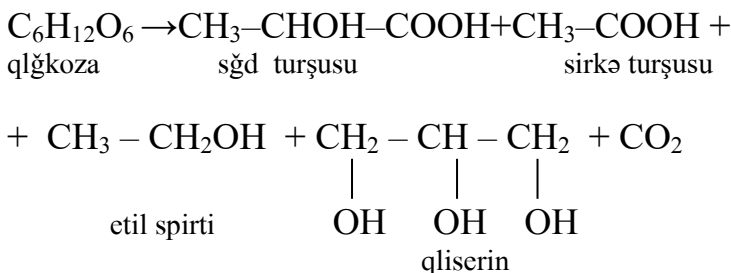
Mikrobioloji istehsal ğısulunun kimyəvi ğısuldən ğıstğın cəhəti ondan ibarətdir ki, mikroorqanizmlər ancaq şğıd turşusunun bioloji aktiv forması olan L-izomeri sintez edirlər.

Şğıdturşusu bakteriyaları – homofermentativ və heterofermentativ olmaqla 2 qrupa bölğnğırlər.

Homofermentativ bakteriyalar sğd şəkəri olan laktozanı qıcqırdıb əsas məhsul kimi sğd turşusu əmələ gəlir:



Heterofermentativ bakteriyalar, laktozanı qıcqırdıb sğd turşusundan başqa əlavə məhsullar da əmələ gətirir:



Sğdturşusu bakteriyaları əsasən *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus* və *Pedicoccus* cinslərinə aiddir.

Sğdturşusu sənayedə homofermentativ bakteriyalardan (*Lactobacillus delbrueckii*, *L. bulgaricus*, *L. casei*, *L. leichmannii*, *L. pentosus*, *Streptococcus lactis*) alınır.

18.2.1. Turşsüd məhsullarının alınması

Sğdtuşulu qıqcırma bir zox sğd məhsullarının, yağın, pendirin alınmasında istifadə edilir.

Belə məhsullar mezofil və termofil bakteriyalar vasitəsilə alınır. Adi qatıq, xama, kəsmik almaq gğzğn tərkiibində yalnız mezofil mikroorqanizmlər olan mayalardan istifadə olunur.

Turşsğd məhsullarının hazırlanması zamanı hər çeşid gğzğn spesifik mayadan istifadə olunur. Məsələn, qatılığın alınması zamanı *Streptococcus lactis*, *S. diacetilactis* bakteriyalarının təmiz kulturalarından istifadə olunur. Bu nüvlər, eləcə də *S.cremoris* xamanın və qaymağın alınmasında da istifadə olunur. Kəsmiyin alınmasında *S.lactis* və *S.diacetilactis* iştirak edir. Məhsulun alınma sğrətini artırmaq gğzğn termofil mikroorqanizmlərdən *S.thermophilus* və mezofil streptokokların qarışığından istifadə olunur və proses 38 – 40°C temperaturda aparılır.

Bolqar qatığı, “ryajenka”, “snejok” və başqa izkilərin alınmasında streptokoklar və basillər (*L.bulgaricus*) iştirak edir.

Asidofil sğdğn və asidofil pastanın alınması gğzğn pastemizasiya olunmuş sğdə *L. acidophilus* kulturası qarışdırılır. Bunlarla yanaşı məsələn, kefir, kımız, zal, kurunqa və başqa turşsğd məhsullarının hazırlanmasında tərkiibində sğdturşusu və sirkə turşusu bakteriyaları və maya gübələkləri olan zox

komponentli mayalardan istifadə olunur. Kımızın alınmasında *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Saccharomyces lactis*, *Acetobacter aceti* bakteriya nüvləri əvəzsiz rol oynayır.

Kefir yeganə sğd məhsuludur ki, onun hazırlanmasında təbii mayadan – **“kefir danəsindən”** istifadə olunur. Kefir mayasının tərkibi sğdturşusu bakteriyası, maya gübələyi və sirkə turşusu bakteriyasından ibarətdir.

Kərə yağının alınmasında 30°C temperaturda becərilən *L.bulgaricus*, *L.acidophilus* u *Streptococcus diacetilactis* ştamlar qarışığı ilkin maya kimi istifadə olunur.

Pendir, qursağ enziminin və ya sğdturşusu bakteriyalarının proteazalarının təsiri ilə yetişir. Prosesdə istifadə olunan enzimlərin nüvəndən asılı olaraq sənayedə bərk, yumşaq və yarımbərk nüv pendirlər alınır.

18.2.2. Südturşulu qıcqırmanın çörəkbişirmədə tətbiqi

Zürəyə, xğsusən zovdar zürəyinə spesifik dad və qoxu verilməsində homo – və heterofermentativ sğdturşusu bakteriyaları böyğk rol oynayır. Xəmirin qıcqırması zamanı spirtli qıcqırma nəticəsində karbon qazı və etil spirti, sğdturşulu qıcqırma nəticəsində sğd və sirkə turşusu əmələ gəlir. Homo – və heterofermentativ sğdturşulu bakteriyalar, onun

tərkibindəki zəhləllərin proteolizində iştirak edir, zürəyi azot tərkibli maddələrlə zənginləşdirir və ona xəşusi ətir verir. Səđtruşusu bakteriyalarının əmələ gətirdiyi turşu zəğrəntə türədən yağ turşulu və sirkə turşulu bakteriyalarının inkişafını tormozlasa da, maya gübələklərinin fəaliyyətinə təsir etmir.

18.2.3. Qida və yem məhsullarının bioloji konservləşdirilməsi

Səđturşulu qıçqırma insanlar tərəfindən məxtəlif nüv qida məhsullarının konservləşdirilməsi gəzən istifadə olunur. Bioloji konservləşdirmə səđturşulu bakteriyaların fəaliyyəti nəticəsində həyata keçirilir. Bu bakteriyalar ilk nüvbədə zəğrəntə türədən bakteriyaların inkişafını tormozlayır. Digər tərəfdən onların əmələ gətirdikləri metabolitlər məhsula xəşusi dad və xoş qoxu verir. İnsanlar bakteriyaların bu xassəsindən istifadə edərək məişətdə və sənayedə meyvə və tərəvəzlərin uzun mēddət xarab olmadan saxlamağa mēvəffəq olurlar.

Səđturşusu bakteriyaları heyvanlar gəzən yem məhsullarının konservləşdirilməsində - siloslaşdırılmasında da geniş tətbiq olunur.

Siloslaşdırma – mēğrəkkəb mikrobioloji prosesdir. Bitki kētləsi ilə birgə silos zalasına mēxtəlif mikroorqanizmlər daxil olur. Silos qurğularında bitki kētləsi zox sıxılır. Belə şəraitdə aerob mikroorqanizmlər tələf olur və anaerob şəraitdə

Enterobacter, *Clostridium*, *Bacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Pedicoccus* və *Lactobacillus* cinsli bakteriyalar inkişaf edirlər. Səğd turşusu bakteriyaları inkişaf etdikcə zəğrəntə türədən bakteriyaların (*Enterobacter*, *Clostridium*, *Bacillus* və b.) inkişafı tormozlanır.

Bir zox hallarda bitki kətləsinə *Lactobacillus plantarum*, *L. casei*, *Streptococcus lactis* kimi səğd turşusu bakteriyalarının təmiz kulturaları əlavə olunur.

Kələmin turşuya qoyulması zamanı kələmi doğrayıb duzlayırlar və mühkəm sıxlaşdırıb kip ürtərlər. Bu şulla xiyar və başqa bir zox tərəvəzlərin turşulaşdırılmasını həyata keçirmək mümkündür. Xiyar 6 – 8% - li duz məhlulu ilə dolu zənə yığılır. Məhlulda 0,3 – 0,4 % səğd turşusu əmələ gələndə xiyarın konservləşdirilməsi prosesi başa çatır. Bu şulla alma, tomat, zeytun, zəğundur kimi məhsullar da səğd turşulu qıcırma ilə konservləşdirilə bilər.

Səğd turşulu qıcırma prosesi sənayedə ət və balıq məhsullarının konservləşdirilməsində tətbiq olunur. Bu bakteriyaların fəaliyyəti nəticəsində sosislər və kolbasaların tərkibində olan zəğrəntə türədən bakteriyaların inkişafı tormozlanır, məhsul xoş dada və iyə malik olur.

Səğd turşusu bakteriyaları duzlanmış balığın hazırlanmasında da mühüm rol oynayır. Onların əmələ gətirdiyi səğd turşusu balığı zəğməyə qoymur və ona yaxşı dad bəxş edir.

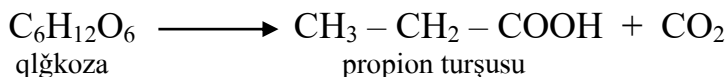
18.2.4. Süd turşusunun alınması

Sədd turşusu xalq təsərrüfatında və təbabətdə geniş istifadə olunur. Mikrobioloji şulla sədd turşusunun alınmasının kimyəvi şuldan əsas şstənləyğ ondan ibarətdir ki, qida kimi faydalı olan L – izomer sintez olunur.

Sədd turşusunun alınmasında şəddturşusu bakteriyalarının mğxtəlif nüvləri tətbiq olunur. Məsələn, Rusiyada bu turşunu istehsal etmək şzğn *Lactobacillus delbrueckii* bakteriyası tətbiq edilir. Proses 49 – 50°C temperaturda aparılır. Bu zaman həm də neytral yağlar əmələ gəlir. Bğtğn qıcqırma sikli 7 – 10 sutka mğddətində başa çatır.

18.3. Propion turşulu qıcqırma

Propion turşusu bakteriyaları və ya *Propionobacterium* ilk dəfə olaraq 1878 – ci ildə Fits tərəfindən pendirdən ayrılmışdır. O vaxtdan biotexnoloji yolla pendir istehsalında bu bakteriyalardan istifadə olunmuşdur. Bu şulla pendir istehsalı zox qədim biotexnoloji proseslərdən biri hesab olunur. Qıcqırma prosesində zoxlu miqdarda propion turşusu, vitamin B₁₂ və katalaza enzimi əmələ gəlir.



Propionobakterium cinsli bakteriyaların sənayedə tətbiq olunan nüvləri *P. shermanii*, *P. freudenreichii* və *P. acnes* bakteriyalarıdır. Bu nüvlər B₁₂ vitamininin alınmasında tətbiq olunur.

Propion turşusu bakteriyaları qədim zamanlarda yağsək temperaturda (55 – 58°C) ikinci qızdırmada bərk pendirin hazırlanmasında istifadə olunmuşdur. Pendirin yetişməsində *P. shermanii*, bakteriyasından başqa *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacterium helveticum*, *L. lactis* bakteriyaları da geniş istifadə edilir. Səğdturşusu bakteriyaları laktozadan səğd turşusu, propion turşusu bakteriyaları isə propion turşusu sintez edirlər.

Propionobakteriyalar kefirin alınmasında da istifadə olunur. Kefir bu bakteriyaların əmələ gətirdiyi B₁₂ vitamini ilə zənginləşir.

Yumurta ağının toz şəklində hazırlanmasında propion turşusu bakteriyaları geniş istifadə olunur. Yumurta ağında olan qalıq sulukarbonlar amin turşularla reaksiyaya girib melanoidlər əmələ gətirir. Nəticədə məhsulun rəngi tğndləşir və xoşagəlməyən iy verir. Propion turşulu bakteriyaları yumurta ağında olan qalıq şəkləri mənimsəməklə tğndləşmənin qarşısını alır, onu B₁₂ vitamini ilə zənginləşdirir.

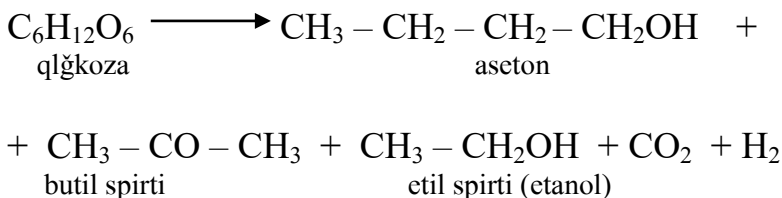
Propion turşulu qıcqırma sənayedə B₁₂ vitamininin alınmasında geniş istifadə olunur.

Propion turşusu zərərsiz olduğu gğğn konservləşdirici vasitə kimi böyğk praktiki maraq

doğurur. Buna görə də, bakteriyalar tərəfindən sintez edilən propion turşusu qida sənayesində də istifadə edilir.

18.4. Aseton butil qıcqırması və onun tətbiqi

Aseton – butil qıcqırması zamanı əsas məhsul kimi aseton, butil (butanol) və etil (etanol) spirtləri, əmələ gəlir:



Butil spirtinin əmələ gəlməsini ilk dəfə L.Paster 1862 – ci ildə yağıturşulu qıcqırmanı üyrənərkən müşahidə etmişdir. Qıcqırma *Clostridium acetobutylcum* anaerob züpləri vasitəsilə aparılır. Bu bakteriyalar qliserin, mannit və saxarozanı qıcqırda bilirlər. Buna görə də polisaxaridli substratlardan istifadə etmək üçün onları sadə şəkərlərə zəvirmək lazım gəlir. Sənayedə bu şsulla qarğıdalı və başqa nişastalı substratlardan aseton və butanol alınır. Bu məqsədlə sulfid tortası, oduncaq hidrolizəti və s. şəkərli substratlardan da istifadə oluna bilər.

Aseton – butil qıcqırmasından alınan bğtğn məhsullar, o cğmlədən zoxlu miqdarda əmələ gələn

qazşəkilli neytral məhsullar (CO_2 və H_2) böyük praktiki əhəmiyyətə malikdirlər. Aseton səni ipək və dəri istehsalı, fotolentlərin hazırlanmasında, partlayıcı maddələrin istehsalında qzvi həlledici kimi istifadə edilir.

Butil spirtindən avtomobil, təyyarə, mebel və oyuncaqlar qzqn lak istehsalı, səni kauzük alınmasında və digər sahələrdə istifadə olunur.

Karbon və hidrogen qazlarından metil spirtinin alınmasında, CO_2 -dən quru buz, H_2 -dən isə NH_4OH almaq qzqn istifadə edilir.

18.5. Qeyri – tam oksidləşmə yolu ilə alınan məhsullar

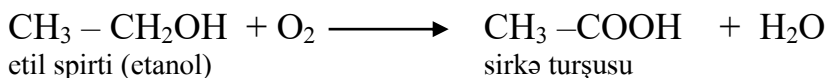
18.5.1. Sirkə turşusunun alınması

Sqd turşusundan fərqli olaraq sirkə turşusu, o cəmlədən, limon, fumar, itakon və qlqkon turşuları aerob metabolizm məhsullarıdır.

Hələ qədim dövrlərdən bəri insanlar şərabdan sirkə alaraq istifadə etmişlər. Şərab ağzı azıq qabda turşuyur və bunun nəticəsində sirkəyə zevrilir. Belə şərabə fransızca “*vinaiger*” – “*turş şərab*” deyilir.

Sirkə süzq yunanca “*oxyus*” süzəndən gütərglqb və “*turş*” deməkdir. Sirkənin bakteriyalar tərəfindən sintez olunmasını 1837-ci ildə Kyutsinq süyləmiş, 1868-ci ildə isə Paster sğbut etmişdir. Paster güstərmişdir ki, şərabın turşumasını məhz sirkə turşusu bakteriyaları türədir. Onlar

Pseudomonadaceae fəsiləsinin *Acetobacter* (*A. aceti*, *A. xylinum*) cinsinin nğmayəndələridir. Sirkə turşusu bakteriyaları aerob metabolizmə malik olub, hğceyrə divarının tərkibində sellğloza olan yeganə bakteriyalardır. Bu bakteriyalar şərabdakı etil spirtini qeyri – tam oksidləşmə nəticəsində sirkə turşusuna zeyirlər:



Bir sıra ölkələrdə sirkənin fransız və ya alman şğrətli ğsulu ilə alırlar. Yğksək keyfiyyətli sirkə kühnə fransız ğsulu ilə ğzum şərabından alınır. Bu məqsədlə büyrğ ğstə yıxılmış zənlərə yarıya qədər şərab tükğlğr. Spontan sirkə turşusu bakteriyaları ğzğn selektiv şərait yaratmaq məqsədilə şərabə sirkə turşusu əlavə edilir. Belə şəraitdə kənar mikroorqanizmlərin əksəriyyəti məhv olur, sirkə turşusu bakteriyalarının fəaliyyəti isə artır. Adətən zənlərə 2% sirkə turşusu, 4% etil spirti olan şərab tükğlğr və 20°C temperatur şəraitində saxlanılır. Aerasiya ğzğn zənlərin ğst hissəsində xğsusi dəlik azılır və kənar mikrofloranın daxil olmamasını təmin etmək ğzğn tənziqlə kip ürtğlğr. Proses zox zəif getdiyindən, 2 – 3 həftə vaxt tələb edir. Sirkə turşusunun miqdarı 5 – 6% - ə zətdiqda proses dayandırılır. Zğnki şərabda spirtin miqdarı azaldıqda, bakteriyalar sirkə turşusunu parzalamağə başlayırlar.

Alman sğrətli ğsulunun fransız ğsulundan əsas fərqi, onun şərəbdəki spirtin oksidləşmə səthinin böyük olmasıdır. Bunun ğzğn şərab olan zənə sirkə turşusu ilə isladılmış fıstıq ağacı yonqarı (talaşları) salınır və sirkə turşusu bakteriyaları əlavə edilir. Bakteriyalar talaşların səthində (sirkə turşusu hopduğu ğzğn) ilişib qalmaqla geniş fəaliyyət göstərir. Belə şəraitdə spirtin sirkə turşusuna zəvirləməsi sğrətlə gedir və tez başa çatır. Alınan sğfrə sirkəsinin tərkibində 4,5-5% sirkə turşusu olur.

Qıcırma zamanı etil spirtinə zəvirlə bilən hər hansı bir substratdan (şərab və pıvədən, ğzğm, alma və başqa meyvə şirələrindən, nişastalı məhsullardan) sirkə almaq olur. Əvvəlcə spirtli qıcırma vasitəsilə substratların tərkibindəki şəkərləri etil spirtinə zəvirmək məqsədilə maya gübələklərindən (məsələn, *Saccharomyces ellipsoedeus*-dən) istifadə edilir. Qıcırılmış məhsulda spirtin miqdarı 10%-dən çox olduqda, onu sirkə turşusuna zəvirirlər. Spirtin miqdarı 10%-dən az olduqda isə sirkə turşusu toplanmadan karbon qazı və suya qədər oksidləşir. Prosesi aparmaq ğzğn əsasən *Acetobacter acetii* bakteriyasından istifadə edilir. *Acetobacter aceti* 60%, *A. pastorianum* və *A. olleanense* 40%, *A. xylinum* 4 – 5%, *A. shutesvanti* isə 10 – 12% sirkə turşusu əmələ gətirirlər. Hazırda sənayedə istifadə edilən sirkə turşusu bakteriyaları 80 – 90% sirkə turşusu sintez edir və prosesi acerasiya şəraitində xğsusi fermentyorlarda aparırlar. Çox vaxt alınan sirkə

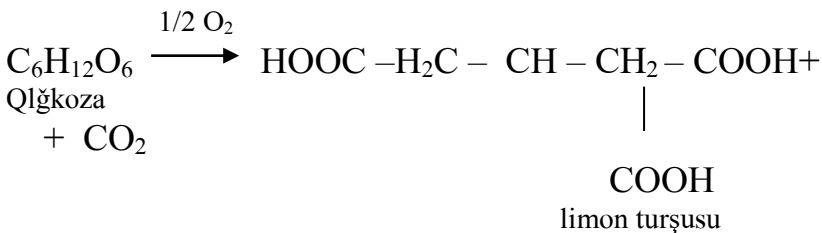
bulanıq (tutqun) olur və onu təmizləmək lazım gəlir. Bunun gızgınlıq sirkəni sızgıncıdan keçirir, qablaşdırır və 60-70°C-də 30 dəq. mızddətində saxlamaqla pasteurizə edirlər.

Məişətdə sirkə turşusunun 10 % - li məhlulundan geniş istifadə olunur. Ondan yeyinti sənayesində mğxtəlif ədviyyatların (mayonez, souslar) alınması, meyvə və tərəvəzin konservləşdirilməsində və antiseptik kimi geniş istifadə olunur.

18.3.1. Limon turşusunun alınması

Mikroorqanizmlər tərəfindən limon turşusu sintezi ilk dəfə *Penicilium luteum* və *Mucor piriformys* gübələklərində mğşahidə edilmişdir. Bu turşunu *Aspergillus niger*, *A. clavatus*, *Penicilium citrinum* və s. gübələklər də sintez edirlər.

Laboratoriya və sənayedə limon turşusu *A.niger* gübələyindən alınır və substrat kimi saxaroza və ya qlükozadan istifadə edilir. Biosintez prosesi aşağıdakı ümumi reaksiya üzrə gedir:



Rusiyada limon turşusunun sənayedə *A. niger* gübələyindən alınma texnologiyası S.P. Kostızev və V.S. Butkevız tərəfindən hazırlanmış və həyata keçirilmişdir.

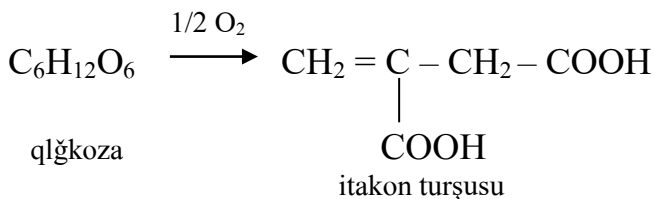
Limon turşusu qeyri – tam oksidləşmənin məhsulu olduğu gözün məğitdə daha çox toplanır. *A.niger* gübələyini dərin və səthi fermentasiya şsulu ilə melassada becərilər. Səthi fermentasiya 26°C – də 10 gün məğddətində aparılır və nəticədə şəkərin 80 – 90%-i turşuya zəvrilir. Qidalı məğhitinin səthində əmələgələn gübələk kətləsini məhluldan ayırıb, limon turşusunu Ca duzu şəklində (CaCO₃ əlavə etməklə) zükdgərlər. Sulfat turşusu əlavə etməklə, duzu yenidən turşuya zəvirirlər. Gübələyi dərin fermentasiyada becərdikdə, limon turşusunun əmələgəlmə şğrəti xeyli artır və proses 4 gün davam edir. Bu halda istifadə edilən şəkərin 70 – 75% - i limon turşusuna zəvrilir.

Limon turşusunu bir çox *Candida* cinsli (*C.lypoltica*) maya gübələkləri də sintez edirlər. Kif gübələklərindən fərqli olaraq onlar substrat kimi n-parafinləri mənimsəyir və 40% limon turşusu sintez edirlər.

Hazırda ildə 300 min tondan çox limon turşusu sintez edilir ki, ondan təbabətdə, yeyinti sənayesində, qənnadı məmulatlarının istehsalında və başqa sahələrdə istifadə edilir.

18.5.3. İtakon, qlükon və başqa turşuların istehsalı

İtakon turşusu. İtakon və ya metil kəhrəba turşusu doymamış ikiəsaslı ğzvi turşudur. Onun sintezi ilk dəfə *Aspergillus itaconicus* gübələyində mġşahidə edilmişdir. Lakin, *A. terreus* daha fəal itakon turşusu sintez etməyə qabildir:

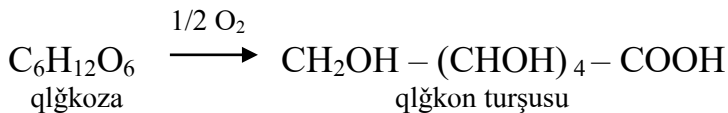


Bu gübələk səthi fermentasiya zamanı mənimsənilən 100 qr şəkərdən 20 qr turşu sintez edir. Dərin fermentasiyada isə turşunun zıxımı 60%-ə qədər ola bilir. Fermentasiya bitdikdən sonra biokġtlə ayrılır və kultural maye buxarlandırmaqla qatılaşıdırılır. Bu zaman itakon turşusu kristal şəklində zükġr. Kristalları ayırıb soyuq su ilə yuyur və yenidən kristallaşıdıraraq 90% təmiz itakon turşusu alırlar.

Itakon turşusundan ğzvi və mikrobioloji sintez proseslərində ilkin xammal (substrat) kimi istifadə edilir.

Qlükon turşusu. Qlġkon turşusu mġxtəlif gübələk (*Aspergillus*, *Penicilium*) və bakteriyalar (*Acetobacter aceti*) tərəfindən sintez edilir. Onun

biosintezində də substrat kimi şəkərlərdən istifadə edilir:



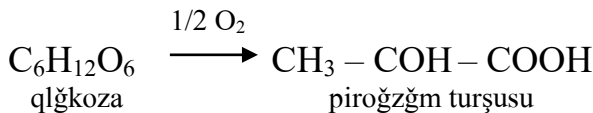
Sənayedə qlğkon turşusunu *Penicilium chrysogenum*, *A. niger*, *A. fumaricus* gübələklərini texniki qlğkoza olan mğhitdə səthi və dərin fermentasiya ğsulları ilə becərməklə alırlar. Səthi fermentasiya xğsusi kğveytlərdə (və ya tavalarda) aparılır, *P. chrysogenum* və *P. purpurogenium* gübələklərindən istifadə edilir. Bu gübələklər 8-10 ğğn mğddətində şəkərin 60% - ni turşuya zəvirirlər.

Dərin fermentasiya ğsulu ilə qlğkon turşusunu almaq ğzğn *A. fumaricus* gübələyindən istifadə edilir. Proses 24 saat davam edir və 90 – 95% turşu alınır. İkinci ğsul daha səmərəli olduğundan, hazırda sənayedə bu ğsulla böyğk fermentyorlarda hər il 30 min ton qlğkon turşusu alınır. Onun alınma texnologiyası başqa ğzvi turşuların alınma sxemi ğzrə aparılır.

Qlğkon turşusu təbabətdə mğalicə məqsədi ilə kalsium – qlğkonat şəklində istifadə edilir. Bu dərmandan baytarlıqda heyvanlara vermək ğzğn də geniş istifadə olunur.

Piroüzüm turşusu. Piroğzğm turşusu sənayedə *Pseudomonas aeroginosa* bakteriyası vasitəsilə alınır.

Substrat məqsədilə qlğkoza istifadə edilir və 50% turşu sintez olunur:



Alfa – ketoqlütar turşusu. Alfa-ketoqlğtar turşusu *Pseudomonas fluorescens* bakteriyası vasitəsilə alınır. Substrat məqsədilə qlğkoza istifadə edilir və onun 40%-i turşuya zəvrilir:



Son illər hər iki ğzvi turşu (piroğzğm və alfa ketoqlğtar turşusuları) sənayedə maya ğübələkləri vasitəsilə alınır. Bunun ğzğn *Candida lypolytica* ğübələyi normal parafintlərdə dərin fermentasiya ğsulu ilə becərilir və 70-75% zixim ilə turşu alınır.

Fumar turşusu. Fumar turşusu doymamış ikiəsəslı turşu olub, əsasən *Rhisopus*, *Circinella*, *Cunningamella* və *Mucor* cinsli ğübələklər tərəfindən sintez edilir. Onlardan ən fəali *Rh. nigricans* ğübələyidir və mənimsənilən qlğkozanın 40 – 50%-ni fumar turşusuna zəvirir:



Fermentasiya həm dərin, həm də səthi şsullarla aparılır. Səthi fermentasiyada gübələyin becərilməsi 2 – 7 gğn davam edirsə, dərin fermentasiyada proses 24 – 60 saata bitir. Sənayedə melassadan fumar turşusunun *Rh. nigricans* gübələyi vasitəsilə alınması 2 mərhələdə gedir. Birinci mərhələdə fumar turşusu mğhitə CaCO_3 əlavə etməklə Ca duzu şəklində zükdğrglğr və mğhitdən ayrılır. Bununla da birinci mərhələ bitir. İkinci mərhələdə mğhitdə qalan qalıq şəkər, yenidən turşu almaq gğzn fermentasiyaya uğradılır. Sintez olunan turşu əvvəlki şsulla mğhitdən ayrılır.

Dərin fermentasiya şəraitində *Rh. nigricans*, *Rh. delemar* şəkərdən 58 – 65%, *Candida hydrocarbofumarica* normal parafindən 84% fumar turşusu sintez edir.

Fumar turşusundan sənayedə asparagin, alma turşularının alınmasında ilkin substrat geniş istifadə olunur.

İSTİFADƏ OLUNMUŞ ƏDƏBİYYAT

1. Qənbərov X.Q., Abuşev R.A., İbrahimov A.Ş. Biotexnologiyanın əsasları. Bakı, 1994, 283 s.
2. Березин И.В. Исследования в области ферментного катализа и инженерной энзимологии. М.: Наука, 1990, 382с.
3. Биотехнология лекарственных средств. Учебное пособие/ Под ред. Быкова В.А. и Далина М.В. М.: Медбиозэкономика, 1991, 303с.
4. Богданова О.А. Основные питательные среды для культивирования микроорганизмов. Приготовление питательных сред. Мурманск, МГТУ, 2002, 38с.
5. Ганбаров Х.Г., Таги-заде З.А., Кулиева Н.А. Биотехнология, Баку, 2005, 360 с
6. Гусев М.В. Микробиология. М.: Изд-во центр, Академия, 2003, 464с.
7. Долгих Д.А., Кирпичников М. П., Птицин О.Б., Чемерис В.В. Белковая инженерия искусственных белков // Молекулярная биология. 1996, Т. 30, В.2, С.261 – 271.
8. Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках: Учебник. М.: Изд – во МГУ, 1994, 512с.
9. Казаринова Т.Ф. Промышленная микробиология и биотехнология. Иркутск, ИГУ, 2012, 118с.
10. Егорова Т.А. Основы биотехнологии. М.: Академия, 2003, 208с.
11. Макарович Е.В. Промышленная микробиология и основы биотехнологии. Мурманск, МГТУ, 2009, 469с.
12. Нетрусов А.И. Введение в биотехнологию. М.: Академия, 2014, 281с.

13. Нетрусов А.И. Экология микроорганизмов. М.: Академия, 2004, 267с.
14. Пашенко О.В., Морозова А.В. Основы микробиологии. Волгоград, Изд – во Р ГТЭУ , 2011, 139с.
15. Сартакова О.Ю. Промышленная микробиология. Барнаул: Изд – во Алт ГТУ , 2009, 173с.
16. Сартакова О.Ю. Основы промышленной микробиологии. Барнаул: Изд – во Алт ГТУ , 2008, 99с.
17. Саруханов А.В., Быков В.А. Оборудование микробиологических производств: Справочник. М.: Колос, 1993, 384с.
18. Синицин А.П., Райнина Е.И., Лозинский В.И., Спасов С.Д. Иммобилизованные клетки микроорганизмов. М.: Изд – во МГУ, 1994, 288с.
19. Ягафарова Г.Г. Технология биоорганического синтеза. УФА: [s. n.], 2000, 105с.
20. Adams M.R., Moss M.O. Food microbiology. Royal Society of Chemistry, 2000, 479p.
21. Anazawa H., Shimizu S. (editors) Microbial production from genome design to cell engineering. Springer, 2014, 306p.
22. Baker S., Nicklin J., Khan N., Killinyon R. Microbiology, Taylor and Francis Group, 2007, 427p.
23. Benson K.L. Industrial Microbiology. : CBS Publishers, 2016, 704p.
24. Cohen G.N. Microbial biochemistry. (second edition). Springer. Dordrecht Heilderberq. London New York. 2011, 557p.
25. Glaser A.N., Nikaido H. Microbial biotechnology. Fundamentals of Applied Microbiology. (second edition). Cambriage University Press. 2007, 554p.

26. Madigan M., Martinko J., Bender K., Buckley D., Stahl D. Brock biology of microorganisms. (fourteenth edition) Pearson, Boston, New York, London, Madrid, Tokyo, 2015, 1030p.
27. Michael J. Wailes, Neil L. Morgan, John S. Rockey. Industrial Microbiology: An Introduction. London, United Kingdom, Blackwell Science, 2001, 304p.
28. Nduka Okafor. Modern Industrial Microbiology and Biotechnology. India, CRC Press, 2007, 550 p.
29. Ray B. Fundamental food microbiology (second edition) CRC Press. London, New York. Washington. 2001, 562p.
30. Richard H. Baltz, Julian E. Davies, Arnold L. Demain. Manual of Industrial Microbiology and Biotechnology. Washington DC 20036- 2904, ASM Press, 2010, 784p.
31. Singleton P. Bacteria in biology, biotechnology and medicine (6 – th edition). John Wiley and Sons. Ltd. 2004, 559p.

MÜNDƏRİCAT

GİRİŞ.....	3
-------------------	----------

I FƏSİL. SƏNAYE MİKROBİOLOGİYASI VƏ ONUN İNKİŞAF PERSPEKTİVLƏRİ.....	7
---	----------

1.1. Sənaye mikrobiologiyasının yaranması və inkişaf tarixi.....	7
1.2. Sənayedə istifadə olunan mikroorqanizmlər və onların sezişməsi.....	11
1.3. Mikroorqanizmlərin əsas praktiki xassələri.....	19
1.4. Bioloji aktiv maddələr sintez edən produsentlərin təkmilləşdirilməsi.....	23
1.5. Faqolizis və faqa davamlı ştamların alınması.....	25
1.6. Sənaye ştamlarının saxlanma şsulları.....	26
1.7. Sənaye mikrobiologiyasının ənənəvi sahələri.....	28
1.8. Sənaye mikrobiologiyasının yeni sahələri.....	31

II FƏSİL. MİKROORQANİZMLƏRİN HƏYAT FƏALİYYƏTİNİN ÜMUMİ QANUNAUYGUNLUQLARI.....	34
---	-----------

2.1. Mikroorqanizmlərin qidalanma tipləri.....	34
2.2. Mikrob metabolizminin əsas tipləri.....	36
2.3. Mikrob metabolizminin ikimərhələliyi və diauksiya hadisəsi	39
2.4. Həceyrə metabolizminin tənziyi (requlyasiyası).....	40
2.5. Mikrobioloji sintez proseslərinin idarə olunması.....	48
2.6. Mikrob kulturalarının kəmiyyət xarakteristikası.....	50

III FƏSİL. SƏNAYE MİKROBİOLOGİYASININ ƏSASLARI.....	56
--	-----------

3.1. Mikrobioloji istehsal proseslərində istifadə olunan qidalı mğhitlər.....	56
3.2. Mikroorqanizmlərin becərilmə şsulları.....	59

3.2.1. Səthi fermentasiya (becərilmə).....	60
3.2.2. Dərin fermentasiya.....	63
3.2.3. Anaerob fermentasiya.....	68
3.3. Mikrobioloji fermentasiya proseslərində istifadə olunan fermentiyyorlar.....	71
3.4. Mikrobioloji sintez məhsullarının preparat şəklində alınması.....	74
3.5. Mikrobioloji istehsalın tullantısız texnologiyası.....	76

IV FƏSİL. SƏNAYE MİKROBİOLOGİYASINDA İSTİFADƏ OLUNAN XAMMALLAR.....78

4.1. Karbon mənbələri.....	78
4.1.1. Karbohidratlar.....	79
4.1.2. Polisaxaridlərin hidrolazatları.....	79
4.1.3. Səhə sənayesinin əlavə məhsulları.....	81
4.1.4. Sirkə turşusu.....	81
4.1.5. Spirtlər.....	81
4.1.6. Karbohidrogenlər.....	82
4.2. Əzvi azotun mənbələri və boy maddələri.....	83
4.3. İstifadə edilən xammalların iqtisadi qiymətləndirilməsi.....	84

V FƏSİL. SƏNAYE MİKROBİOLOGİYASINDA BAKTERİOFAQLAR.....85

5.1. Bakteriofaqların ümumi xarakteristikası.....	85
5.2. Bakteriofaqların mikrobioloji istehsal prosesinə düşməsi.....	88
5.3. Bakteriofaqların həcyrədaxili inkişafı.....	88
5.4. Bakteriofaqların identifikasiyasının sadə üsulları.....	89
5.5. Bakteriyaların faqa qarşı davamlılıq mexanizmi və faqolizisin qarşısının alınma üsulları.....	90
5.6. İstehsal şəraitində faqolizislə mğbarizə.....	92

**VI FƏSİL. ZÜLAL VƏ ZÜLALİ YEM
MƏHSULLARININ, VAKSİN VƏ BAŞQA
MÜALİCƏVİ PREPARATLARIN İSTEHSALI.....95**

6.1. Zülalın alınması özgən mikroorqanizmlərin istifadə olunma tarixi.....	95
6.2. Mikrob zəğlalinın keyfiyyət xarakteristikası.....	96
6.2.1. Zəğlalin qidalılıq dəyəri.....	96
6.2.2. Mikrob biokətləsinin zərərsizliyi.....	98
6.3. Mikroorqanizmlərin yetişdirilməsinə nəzarət prosesi və prinsipləri.....	99
6.4. Zəğlali yem məhsullarının alınmasında istifadə edilən xammal və mikroorqanizmlər.....	103
6.4.1. Bitki hidrolizatları.....	103
6.4.2. Neft karbohidrogenləri.....	104
6.4.3. Xammalın digər nüvləri.....	105
6.5. Vaksinlərin alınması.....	107
6.5.1. Qarınıyatalağı vaksininin alınması.....	109
6.5.2. Bu – antigenin təmizlənməmiş preparatlarının alınması.....	110
6.5.3. Anatoksinlərin alınması.....	111
6.5.4. Virus preparatlarının (vaksinlərin) alınması.....	111
6.6. Vaksinlərə qoyulan tələblər.....	112
6.7. Digər müalicəvi – profilaktik preparatlar.....	113
6.7.1. Bakteriofaqlardan alınan preparatlar	113
6.7.2. Bağırsaq mikrobiotasını normallaşdıran bakterial preparatlar.....	114

VII FƏSİL. ANTİBİOTİKLƏRİN ALINMASI.....117

7.1. Antibiotiklərin ümumi xüsusiyyətləri.....	117
7.2. Əsl bakteriyalar tərəfindən sintez olunan antibiotiklər.....	118
7.3. Budaqlanan bakteriyalar (aktinomisetlər) tərəfindən sintez olunan antibiotiklər.....	119
7.4. Miseliumlu gübələklər tərəfindən sintez olunan antibiotiklər.....	121

7.5.	Antibiotiklərin mikroorqanizmlər tərəfindən biosintezinin artırılması yolları.....	122
7.6.	Antibiotiklərin produsentlərinin inkişafının ikimərhələliyi	123
7.7.	Antibiotiklərin sənayedə istehsalı.....	125
7.8.	Yarımsintetik antibiotiklərin alınması.....	128

VIII FƏSİL. VİTAMİN VƏ KAROTİNOİDLƏRİN

ALINMASI.....	130
8.1. B qrup vitaminlərin sənayedə istehsalı.....	130
8.1.1. B ₁₂ vitamininin produsentləri.....	130
8.1.2. B ₁₂ vitamininin alınması və tətbiqi.....	132
8.1.3. B ₂ vitamininin produsentləri.....	134
8.1.4. Riboflavinin alınması və tətbiqi.....	135
8.2. Erqosterinin istehsalı.....	136
8.2.1. Erqosterinin produsentləri.....	136
8.2.2. Erqosterinin alınması və istehsalı.....	137
8.3. Karotinoidlər.....	138
8.3.1. Karotinoidlərin produsentləri.....	138
8.3.2. Karotinoidlərin alınması və istifadə edilməsi.....	139

IX FƏSİL. BAKTERİAL GÜBRƏLƏRİN

İSTEHSALI.....	142
9.1. Nitraginin alınması.....	143
9.1.1. Kükymrusu bakteriyalarının xassələri.....	143
9.1.2. Kükymrusu bakteriyalarının preparatları.....	144
9.2. Digər bakterial gübrələrin alınma və istifadə perspektivləri.....	147

X FƏSİL. KƏNDTƏSƏRRÜFATI

ZİYANVERİCİLƏRİNƏ QARŞI MİKROBİOLOJİ

MÜBARİZƏ VASİTƏLƏRİNİN ALINMASI.....149

10.1.	Mikrob preparatlarının istifadə tarixi.....	149
10.1.2 .	Bakteriyalardan alınan preparatlar.....	151

10.2.	Gübələklərdən alınan preparatları.....	154
10.3.	Virus preparatlarının istehsalı.....	156
10.4.	Gəmiricilərə qarşı istifadə olunan mikrob preparatları.....	156

XI FƏSİL. BIOYANACAĞIN ALINMASI.....158

11.1.	Bioqazın alınması.....	158
11.2.	Spirtin alınması.....	163
11.3.	Bakterial oksidləşmə zamanı istilik enerjisinin alınması.....	164
11.4.	Molekulyar hidrogenin alınması.....	165

XII FƏSİL. HİBBERELLİNLƏRİN, ALKALOİDLƏRİN, AMİN TURŞULARININ VƏ NUKLEOTİDLƏRİN ALINMASI.....168

12.1.	Hibberellinlərin produsentləri və onların alınması.....	168
12.2.	Alkaloidlərin produsentləri və alınması.....	171
12.3.	Amin turşularının alınması	173
12.3.1.	Qlutamin turşusunun produsentləri və biosintezi.....	174
12.3.2.	Lizinin produsentləri və biosintezi.....	177
12.3.3.	Amin turşularının immobilizə olunmuş hüceyrə və enzimlər vasitəsilə alınması.....	177
12.4.	Nukleotidlərin mikrobioloji sintezi.....	178

XIII FƏSİL. MİKROB ENZİMLƏRİNİN ALINMASI VƏ TƏTBİQİ.....181

13.1.	Mikrob enzimlərin əsas xüsusiyyətləri.....	181
13.2.	Enzimlərin produsentləri və onların becərilməsi.....	183
13.2.1.	Qlikozidzaların produsentləri.....	183
13.2.2.	Proteinazanın produsentləri.....	185
13.2.3.	Lipaza və digər hidrolazaların produsentləri.....	185
13.2.4.	Qeyri-hidrolitik enzimlərin produsentləri.....	186
13.3.	Enzim produsentlərinin becərilməsi ğzğn qidalı	

məhitlər.....	187
13.4. Mikrob enzimlərinin ayrılması və təmizlənməsi.....	188
13.5. Mikroorqanizmlərin enzimlərinin tətbiqi.....	188
13.5.1. Enzimlərin yeyinti sənayesində istifadəsi.....	188
13.5.2. Enzimlərin sənayedə istifadəsinin digər sahələri.....	190
13.5.3. Kənd təsərrüfatında enzimlərin istifadəsi.....	191
13.5.4. Enzimlərin kimyəvi analiz və gəzvi sintezdə istifadə edilməsi.....	191
13.5.5. Enzimlərin tibbdə tətbiqi.....	192

XIV FƏSİL. MİKROB LİPİDLƏRİNİN VƏ POLİSAXARİDLƏRİN ALINMASI.....193

14.1. Lipidlərin alınması	193
14.1.1. Mikrob lipidlərinin tərkibi və onların həcyrədə miqdarı.....	193
14.1.2. Lipidlərin produsentləri.....	194
14.1.3. Bəcərlmə şəraitinin lipidlərin tərkibinə təsiri.....	194
14.1.4. Lipidlərin sənayedə alınma imkanları.....	195
14.1.5. Lipidlərin praktiki tətbiqi.....	196
14.2. Polisaxaridlərin alınması.....	197
14.2.1. Həcyrədaxili mikrob preparatları.....	197
14.2.2. Həcyrəxarici mikrob polisaxaridlər.....	199
14.2.3. Polisaxarid produsentlərinin bəcərlmə şəraiti.....	201
14.2.4. Mikrob polisaxaridlərinin sənayedə alınması.....	203
14.2.5. Mikrob polisaxaridlərinin tətbiqi.....	204

XV FƏSİL. MİKROORQANİZMLƏRİN İMMOBİLİZƏ OLUNMUŞ HÜCEYRƏLƏRİNİN SƏNAYEDƏ TƏTBİQİ.....207

15.1. Mikroorqanizmlərin immobilizə olunmuş həcyrələrinin gəstənləyğ.....	207
15.2. Mikroorqanizmlərin həcyrələrinin immobilizasiya metodları.....	209
15.2.1. Adsorbsiya.....	209

15.2.2. Kovalent və kündələn rabitələrlə birləşmə.....	210
15.2.3. Həceyrələrin gələ hopdurulması (daxiletmə)... ..	211
15.3. Mikroorqanizmlərin immobilizasiya olunmuş canlı həceyrələrinin xüsusiyyətləri.....	213

XVI FƏSİL. METALLARIN VƏ ELEMENTLƏRİN

ALINMASI BİOTEXNOLOGİYASI.....214

16.1. Metalların bakterial alınması.....	214
16.1.1. Hidrometallurgiyada istifadə olunan mikroorqanizmlər.....	215
16.1.2. Sulfid minerallarının Fe^{2+} və S^0 – ın bakterial oksidləşmə mexanizmi	218
16.1.3. Sulfid mineralların bakterial oksidləşmə şəraiti.....	220
16.2. Metallarının bakterial alınma texnologiyası.....	221
16.2.1. Metalların yerüstü və yeraltı filizlərdən alınması.....	221
16.2.2. Metalların filizlərdən zəndə ayrılması.....	223
16.2.3. Bakterial biokətlənin alınma texnologiyası.....	226
16.3. Silikatlı və alqminiumsilikatlı mineralların biodeqradasiyası.....	226
16.4. Manqanın alması.....	228
16.5. Qızılın alınması.....	229
16.6. Filizlərin zənginləşdirilməsi.....	230
16.7. Mikrobların iştirakı ilə metalların məhlullardan alınması.....	230

XVII FƏSİL. ÜZVİ BİRLƏŞMƏLƏRİN MİKROBİOLOJİ TRANSFORMASIYASI.....232

17.1. Mikrobioloji transformasiyanın ümumiyyətləri.....	232
17.2. Mikrobioloji transformasiyanın tipləri	234
17.3. Üzvi maddələri transformasiyaya uğradan mikroorqanizmlər.....	235
17.4. Üzvi maddələrin mikrobioloji transformasiyasının əsas metodları	237

17.4.1. Mikrob kulturaların düvri becərilməsilə gedən transformasiya.....	238
17.4.2. Zoxalmayan hğceyrə suspenziyaları vasitəsilə gedən transformasiya.....	239
17.4.3. Gübələklərin və aktinomisetlərin sporları vasitəsilə gedən transformasiya.....	239
17.4.4. Fasiləsiz becərilmə ğsulu ilə gedən Transformasiya.....	240
17.4.5. Kometabolizm.....	241
17.4.6. Zədələnmiş mikrob hğceyrələri vasitəsilə gedən transformasiya.....	242
17.4.7. Metabolik yolların mğəyyən sahələrinin ingibirləşdirilməsi.....	242
17.4.8. Mğəyyən enzimlərin sintez bloklaşmış mutantlarla gedən transformasiya.....	243
17.4.9. Transformasiya qabiliyyəti artırılmış şamların quraşdırılması.....	243
17.4.10.İmmobilizə olunmuş enzim və hğceyrələr vasitəsilə aparılan transformasiya.....	244
17.4.11.Politransformasiya.....	246
17.5. Ğzvi birləşmələrin transformasiyasına misallar.....	247

XVIII FƏSİL. MİKROBİOLOJİ PROSESLƏRİN

YEYİNTİ SƏNAYESİNDƏ ƏNƏNƏVİ TƏTBİQİ.....248

18.1. Spirtli qıcqırma və onun tətbiqi.....	248
18.1.1. Etil spirtinin alınması.....	249
18.1.2. Zürek məmulatlarının istehsalı.....	251
18.1.3. Pivə istehsalı.....	252
18.1.4. Şərab istehsalı.....	253
18.1.5. Kvas istehsalı.....	255
18.1.6. Sğd məhsullarının istehsalında spirtli qıcqırmanın tətbiqi.....	255
18.2. Sğd turşulu qıcqırma və onun tətbiqi.....	256
18.2.1. Turşsüd məhsullarının alınması.....	257

18.2.2. Südturşulu qıcqırmanın zürək bişirmədə tətbiqi.....	259
18.2.3. Qida və yem məhsullarının bioloji konsevləşdirilməsi.....	260
18.2.4. Süd turşusunun alınması.....	261
18.3. Propion turşulu qıcqırma.....	262
18.4. Aseton butil qıcqırması və onun tətbiqi.....	264
18.5. Qeyri – tam oksidləşmə yolu ilə alınan məhsullar.....	265
18.5.1. Sirkə turşusunun alınması.....	265
18.5.2. Limon turşusunun alınması.....	268
18.5.3. İtakon, qlğkon və başqa turşuların istehsalı.....	269
İSTİFADƏ OLUNMUŞ ƏDƏBİYYAT.....	274