

M. Goşayew, I. Handöwletow

BIOTEHNOLOGIÝA

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

*Türkmenistanyň Bilim ministrligi
tarapyndan hödürlenildi*

Aşgabat
“Ylym” neşirýaty
2015

Goşaýew M., Handöwletow I.

G59 **Biotehnologiýa.** Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby. – A.: Ylym, 2015. – 308 sah.

Kitapda biotehnologiýanyň dürli ugurlarynyň häzirki zaman derejesi beýan edilýär. Ylym we senagat pudagy hökmünde biotehnologiýanyň ylmy esaslarynyň umumy meseleleri, ýagny emele gelşiniň we ösüşiniň taryhy, dürli biotehnologik hadysalaryň özboluşly aýratynlyklary we mümkinçilikleri, biologik agentler, substratlar, enjamlar we abzallar hem-de alynýan maksatlaýyn maddalaryň häsiýetlendirmeleri beýan edildi. Bir öýjükli organizmleriň belogynyň, aminokislotalaryň, antibiotikleriň, organiki kislotalaryň, biopolimerleriň alnyşynyň shemalary we prosesleriniň jikme-jik beýany getirilýär. Biotehnologiýanyň iň täze usullary bolan inžener enzimologiýasyna, öýjük inženeriýasyna we gen inženeriýasyna garaldy. Bioserişdeleri almagyň we olary oba hojalygynda ulanmagyň ekologik arassa usullary; energetiki we mineral gorlarynyň üstüni doldurmakda biotehnologiýanyň goşandy; senagat we durmuş zyňyndylaryny gaýtadan işlemegiň we peýdaly ulanmagyň biologik usullaryna mysallar getirilýär.

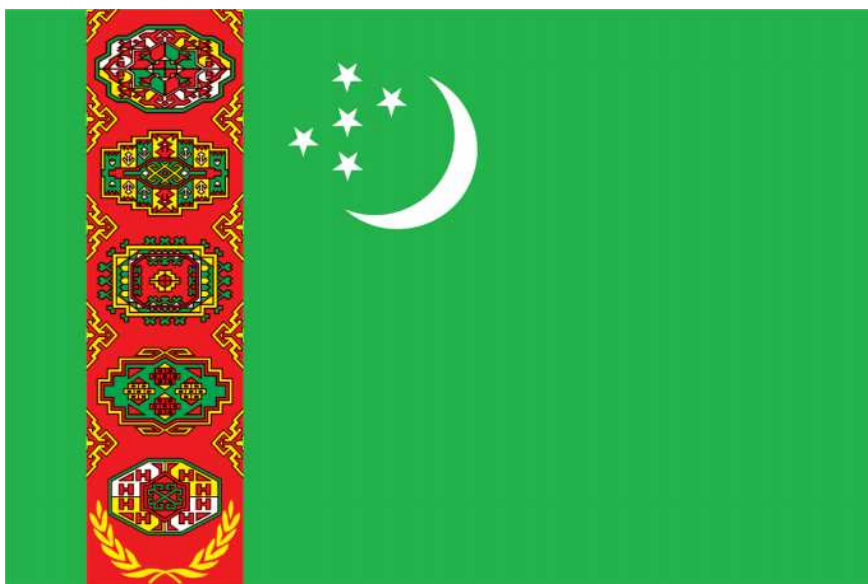
Kitap talyplara, aspirantlara, hünärmenlere we ylmy işgärlere – mikrobiologlara, biotehnologlara, himik-tehnologlara, ekologlara niýetlenilip ýazyldy.



**TÜRKMENISTANYŇ PREZIDENTI
GURBANGULY BERDIMUHAMEDOW**



TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET TUGRASY



TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET BAÝDAGY

TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET SENASY

Janym gurban saňa, erkana ýurdum,
Mert pederleň ruhy bardyr köňülde.
Bitarap, garaşsyz topragyň nurdur,
Baýdagyň belentdir dünýäň öňünde.

Gaytalam:

Halkyň guran Baky beýik binasy,
Berkarar döwletim, jigerim-janym.
Başlaryň täji sen, diller senasy,
Dünýä dursun, sen dur, Türkmenistanym!

Gardaşdyr tireler, amandyr iller,
Owal-ahyr birdir biziň ganymyz.
Harasatlar almaz, syndyrmaz siller,
Nesiller döş gerip gorar şanymyz.

Gaytalam:

Halkyň guran Baky beýik binasy,
Berkarar döwletim, jigerim-janym.
Başlaryň täji sen, diller senasy,
Dünýä dursun, sen dur, Türkmenistanym!

GIRIŞ

Biotehnologiýa (grekçe *bios* – ýaşayyş, *techne* – sungat, ussatlyk we *logos* – öwrenmek) – janly organizmleri we biologik prosesleri önümçilikde ulanmak diýmegi aňladýar. Biotehnologiýa biologik, himiki we tehniki ylmlaryň arasynda emele gelen ugur bolup, onuň döremegini we iňňän ýokary depginler bilen ösmegini adamzadyň hemmetaraplaýyn meseleleri bolan azyk, ýangyç, mineral çeşmeleriň, baýlyklaryň ýetmezçiligini aradan aýyrmak, saglygy goraýyşy we daşky gurşawy gowulandyrmak ýaly meseleler bilen baglanyşyklydyr. Soňky döwürde fermentleriň, vitaminleriň, aminokislotalaryň, antibiotikleriň we ş.m. senagat möçberindäki mikrobiologik sintezi tiz gerimler bilen ösýär. Biologik işjeň maddalar bolan gormonlaryň, organizmiň kesellere we daşky täsirlere durnuklylygyny (immunitetini) berkidýän maddalaryň we başgalaryň gen inženeriýasynyň usullaryny, haýwan we ösümlik öýjükleriniň ösdürmelerini (kultura) ulanmak arkaly senagat möçberinde sintezläp almak örän geljekli (perspektiwaly) ugurlaryň birine öwrüldi.

Adamzat gadymy zamanlardan bári biotehnologik prosesleri çörek bişirmekde, süýt-gatyk önümlerini taýýarlamakda, kwas, piwo, çakyr öndürmekde ulanyp gelipdir. Emma, diňe Lui Pasteriň düzüminde gant saklaýan önümleriň ajamak prosesiniň mikroorganizmleriň ýaşayyşy bilen baglydygyny öwrenmek boýunça geçiren ajaýyp işleriniň netijesinde biotehnologiýa ugry ylmy taýdan esaslandyryldy.

1940-1950-nji ýyllarda fermentlemek usulyny ulanyp, penisillinleriň biosintezi üstünlikli amala aşyrylyp başlanandan soň, mikrobiologik sinteziň başlanmagyna itergi beren we mikrobiologiýa senagatynyň döremegine sebäp bolan antibiotikler zamanasy başlandy.

1960-1970-nji ýyllarda öýjük inženeriýasy ägirt uly gerimler bilen ösüp başlady. 1972-nji ýylda ABŞ-da P.Bergiň ýolbaşçylyk edýän alymlar topary tarapyndan DNK-nyň gibrid molekulasynyň *in vitro* döredilmegi bilen, genetiki inženeriýa resmi taýdan dünýä indi. Genetiki inženeriýanyň usullaryny aňly-başly ulanyp, organizmleriň genetiki strukturasyny olaryň adam üçin peýdaly bolan önümleri öndürer ýaly derejede üýtgedilmegi ylmyň ägirt uly dabaralanmagydyr. Biotehnologiýada dörän bu iki ugur häzirki zaman biotehnologiýasynyň mazmunyny we keşbini kesgitleýär. 1970-nji ýyllarda “biotehnologiýa” düşünjesiniň özi hem ylma

giňden girizilip başlandy. Şondan bäri biotehnologiýa ylmyň molekulýar we öýjük biologiýasy, molekulýar genetikasy, biohimiýa we bioorganiki himiýa pudaklary bilen ysnyşykly baglanyşyklydyr. Uzak bolmadyk döwrüň (25-30 ýylyň) içinde biotehnologiýa ylmy diňe bir ajaýyp üstünlikleri gazanmak bilen çäklenmän, eýsem ol organizmleriň we biologik prosesleriň çaksiz mümkinçilikleriniň önümçiligiň we halk hojalygynyň dürli pudaklarynda ulanyp bolýandygyny subut etdi.

Lukmançylykda biotehnologik usullar dürli keselleriň önüni almak we bejermek üçin täze biologik işjeň maddalary we derman serişdelerini döretmekde giňden ulanylýar. Antibiotikler – mikrobiologik sintez usuly bilen öndürilýän farmasewtik maddalaryň iň uly we köp sanly toparydyr. Gen inženeriýasy usulyny ulanyp, adam organizminiň ösdüriji gormonlaryny, insulini we interferony, dürli fermentleri we wirusa garşy peýdalanylýan waksinalary almak üçin ulanylýan içege taýajygynyň, hamyrmaýalaryň (drožžileriň), süýt emdirijileriň, zyýanly mör-möjekleriň öýjükleriniň ösdürmeleriniň (kulturalarynyň) köp sanly şamlary alyndy.

Belok (protein) inženeriýasy diýilýän usuly ulanmak arkaly degişli proteinleri kodlaşdyrýan genleriň nukleotid yzygiderliligini üýtgedip, fermentleriň, gormonlaryň we antigenleriň strukturasyny optimizirleýärler. 1975-nji ýylda G.Keller we S.Milşteýn tarapyndan işlenip düzülen islendik aýratynlygy bolan (spesifikaly) monoklonal antitelolary almak üçin gibridi ulanmak tehnikasy örän wajyp açyşlaryň biri boldy. Häzirki günlerde olary dürli keselleriň önüni almak we bejermek üçin seýrek üçin gelýän reagentler hökmünde ulanýarlar.

Antibiotikleri senagat möçberinde öndürmekde alymlar zeň (heň) kömelejeklerini ulanýarlar. Soňky döwürlerde biotehnologiýanyň usullaryny giňden ulanmaklyk oba hojalygynda hem giň gerimlere eýe bolýar. Şeýlelikde, ösümlikleriň we oba hojalyk mallarynyň adaty (tradision) seçgisi ýeňilleşdirildi hem-de oba hojalyk önümçiliginiň netijeliligini ýokarlandyrýan täze tehnologiýalar işlenip düzüldi. Dünýäniň ösen döwletlerinde genetiki we öýjük inženeriýasy usullaryny ulanyp, oba hojalyk ekinleriniň ýokary hasylly, zyýanly mör-möjeklere, kesellere we gerbisidlere durnukly sortlary döredildi. Oba hojalyk ekinlerini toplanan infeksiýalardan saplamagyň tehnologiýasy işlenip düzüldi, bu usul kartoşka ýaly wegetatiw köpelyän ekinler üçin has-da wajypdyr. Dünýä alymlary soňky döwürlerde biotehnologiýanyň iň esasy problemalarynyň biri bolan azody berkidiji (azotfiksasiýa) prosesi dolandyrmak meselesiniň üstünde örän erjellik bilen işleýärler, esasan-da, olar azotfiksasiýanyň genlerini iň peýdaly oba hojalyk ekinleriniň genomyna girizmek we fotosintez prosesiniň netijeliligini ýokarlandyrmak ugrunda önjeýli işleýärler. Ösümlik proteinlerine girýän aminokislotalaryň düzümini gowulandyrmagyň, ösümlikleriň ösüşini kadalaşdyryjy maddalaryň, olary kesellerden we zyýankeşlerden goramagyň mikrobiologik serişdelerini,

bakterial dökünleri we ş.m. öndürmegiň üstünde işleýärler. Gen inženeriýasy usuly arkaly alnan waksinalary, syworotkalary, monoklonal antitelolary oba hojalyk haýwanlarynyň esasy kesellerini anyklamakda, olaryň önüni almakda we bejermekde giňden ulanylýarlar. Mallaryň tohumçylygynyň netijeli tehnologiýasyny döretmekde olaryň gen inženeriýasy usulyny ulanyp alan ösdüriji gormonlary hem-de transplantasiýasynyň we mikromanipulýasiýasynyň tehnikasyny oba hojalyk mallarynyň embrionynda ulanylýarlar. Mallaryň önümliligini artdyrmakda mikrobiologik sintez usuly arkaly alnan iýmit belogy ulanylýar. Häzirki döwürde mikroorganizmleriň we fermentleriň gatnaşmagynda amala aşyrylýan biotehnologik prosesler azyk senagatynda giňden peýdalanylýarlar. Senagat möçberinde alynýan mikroorganizmler, ösümlik we haýwan öýjükleri, fermentler, gormonlar, aminokislotalar, witaminler, antibiotikler metanol, organiki (uksus, limon, süýt) kislotalary ýaly peýdaly maddalary giň möçberde öndürmekde bahasyna ýetip bolmajak ähmiýete eýedirler. Mikroorganizmleriň kömegi bilen käbir organiki maddalaryň başga bir organiki maddalara (mysal üçin, sorbitiň fruktoza) biotransformasiýasyny amala aşyrýarlar. Önümçiligiň dürli görnüşlerinde immobilizlenen fermentler giňden ulanylýar. Çylşyrymly garyndylardan biologik işjeň maddalary bölüp almakda bolsa, monoklonal antitelolary ulanylýarlar. 1985-1988-nji ýyllarda SSSR Ylymlar akademiýasynyň akademigi A.S.Spirin tarapyndan proteiniň öýjüksiz sintezi, ýagny proteiniň tebigy sinteziniň amala aşyrylýan adaty ýeri bolan öýjükleriň deregine öýjük komponentleriniň arassаланan toplumyndan ybarat bolan ýörite bioreaktorlarda amala aşyryldy. Bu usul örän netijeli usul bolup, proteinleriň dürli görnüşlerini öndürmäge mümkinçilik berýär. Fermentleri we mikroorganizmleri ulanýan senagat we oba hojalyk tehnologiýalarynyň (mysal üçin, oba hojalygynyň we senagatyň zyňyndylary hem-de zir-zibiller täzeden işlenende, biogazy we dökünleri almakda, agyz suwy arassаланanda we ş.m. ulanylýanlarynyň) köpüsini şol usul bilen çalyşýarlar. Käbir döwletler, mysal üçin, Braziliýa, awtomobil ýangyjy hökmünde ulanýan etil spirtini özünde gant saklaýan ekinleri (şeker çişrigi ýa-da başga ekinleri) mikroorganizmler arkaly ajadyp alýarlar.

Adamzadyň geljekki tehniki taýdan ösüşi (progresi), esasan, biotehnologiýanyň ösüşi bilen baglanyşykly bolar. Şol bir wagtyň özünde hem, gen inženeriýasy usuly bilen döredilen janly organizmleriň we azyk önümleriniň adamlaryň gözegçiliginden sypmagy tebigatdaky biologik deňagramlylygyň bozulmagyna sebäp bolmagy, netijede, şeýle ýagdaýyň adamzadyň ýaşasýyna howp salmagy mümkindir.

Biotehnologiýa iňňän gymmatly, ajaýyp (unikal) ylym pudagy bolmak bilen, adamlaryň amaly bähbitleriniň hatyrasyna ol janly organizmler we biologik prosesler bilen iş salyşýar. Ägirt uly geljegi bolan bu pudagyň üstünligi, esasan,

fundamental ylymlaryň, ýagny mikrobiologiýanyň, bioorganiki himiýanyň, bi-himiýanyň, genetikanyň, molekulýar biologiýanyň, galyberse-de, fizikanyň, matematikanyň we ykdysadyýetiň ösüşine baglydyr. “Biotehnologiýa” düşüňjesi XX asyryň 70-nji ýyllarynda dörän hem bolsa, şu güne çenli ne alymlaryň, ne-de şu ugurda işleýän hünärmenleriň arasynda onuň ýeke-täk kesgitlemesi barada pugta ylalaşylan pikir ýokdur. Emma, şeýle seretseň, biotehnologiýa metabolizmi we biosintetik mümkinçilikleri mahsus bolan maddalary işläp çykarmaga ýöriteleşdirilen mikroorganizmleriň (bakteriýalaryň, hamyrmaýalaryň, kömelekleriň), ösümlikleriň ýa-da haýwanlaryň öýjükleriniň ösdürmelerini peýdalanmaklygy aňladýar.

Senagatyň kynlyk bilen gazanýan netijelerini tebigatyň örän aňsatlyk bilen gazanýandygy adamlary hemişe haýran galdyrýar. Baryp-ha 70 ýyldan gowrak wagt mundan owal beýik rus alymy I.W.Miçuriniň: “Indi adamzadyň diňe bir jansyz maşynlaryň mehanizmlerini däl, eýsem ösümlikleriň täze görnüşleriniň janly mehanizmlerini döretmäge mümkinçiligi bar, geljekde ol özi üçin has peýdaly bolan haýwanlary hem döreder” diýen sözleri hakykata öwürüldi.

Biotehnologiýanyň döremegi we ösmegi ilkinji nobatda mikroorganizmleri ulanmaga esaslanandyr. Mysal üçin, iki derýa arasynda ýaşan şumerler baryp-ha 6000 ýyl myndan owal piwo öndürmäniň syryny bilipdirler. Ondan sähelçe wagt geçenden soň, gadymy Müsüriň nanbaýlary çörek bişirmäni öwrenipdirler, XIX asyryň ortalarynda Ýewropada etil spirtini öndürýän iri kärhanalar peýda bolup başlapdyr. Häzirki döwürde janly öýjükleri tehniki ulanmaklyk dolandyryp bolýan reaksiýalar arkaly adam üçin gerekli bolan maddalary we önümleri öndürmekden ybaratdyr. Bu babatda mikroorganizmleriň mümkinçilikleri çäksizdir. Emma, “biotehnologiýa” düşüňjesi onuň häzirki zaman manysyndan has giňdir, çünki ol maksatlar üçin ösümlikleriň we haýwanlaryň dokumalary, protoplastlary, öýjük fermentleri we tebigy maddalaryň biosintezini, transformasiýasyny we konwersiýasyny üpjün edýän biologik işjeň ulgamlary hem bellidir.

Häzirki zaman biotehnologiýasy adamlara senagatyň köp pudagynda önüm öndürmegiň däbe öwürülen usullaryny çalyşmaga, mysal üçin, emeli jazlaryň (priprawy), polimerleriň, biogazyň, etanolyň, metanolyň sintezini, käbir metallary bölüp almak usullaryny amala aşyrmaga mümkinçilik dörettdi. Ýeke öýjüklileriň proteinlerini, aminokislotalaryny, witaminlerini, fermentlerini almak maksady bilen, maýalary (drožžileri), bakteriýalary ösdürmek, klonlamak we seçgi usullaryny ulanmak arkaly oba hojalyk mallarynyň önümliligini ýokarlandyrmak, geljegi bolan (perspektiw) dokuma we öýjük strukturasyny ulanmaklyk, gormonlary, waksinalary, antibiotikleri öndürmeklik hem biotehnologik proseslere degişlidir.

Gynansak-da, XX asyrdaky ylymda we önümçilikde täze ugurlary girizmek bilen, adamlar tebigatdan diňe bir gerekmejek zatlary däl-de, eýsem agyz suwy, aras-

sa howa, hasylly ekin meýdanlary ýaly özlerine inňän zerur gerek bolan baýlyklary hem aldylar. Alymlaryň hasaplamalaryna görä, özüniň bol-elin ýaşamagy üçin soňky onýylyklarda adamzat öz daşyny gurşap alan deňizleri we ummanlary millionlarça tonna zäherli, radioaktiw hem-de agyr metallaryň zyýanly zyňyndylarydyr zir-zibiller bilen hapalady. Metbugatda Ýer ýüzünde ýaşaýan her 10 mün adamdan biriniň kislotaly ýagyşdan, 5 müňden biriniň bolsa pestisidlerden ölmek ähtimallygynyň bardygy baradaky gynandyryjy maglumatlar bar.

XVI-XVII asyrlaryň çatrygynda belli fransuz filosofy Frensis Bekonyň belleyşi ýaly: "Tebigat diňe oňa tabyn bolmak arkaly boýun egdirilýändir, synlaýan hadysalarymyzdaky sebäpler hereketimizde kada hökmünde ýüze çykýarlar".

Beýik rus alymy D.I.Mendeleyew XIX asyryda bu pikiri şeýleräk üýtgedipdir: "Öňdebaryjy tehnologiýanyň esasy maksady zyňyndydan peýdaly zatlary öndürmegiň usulyny tapmakdan ybaratdyr".

XVIII-XIX asyrlaryň beýik filosofy Immanuel Kant adamlara ýüzlenip: "Sen adamzada, şol sanda özüňe-de, islendik başga ynsana-da, hiç haçan serişde hökmünde däl-de, hemişe maksat hökmünde garamalysyň" diýip sargyt edipdir, çünki şeýle edilse, adama serişde däl-de, maksat hökmünde garalsa, onuň hereketi tebigaty üýtgetmäge däl-de, ony gorap saklamaga, gowulandyrmaga, onuň kanunlaryny bilmege, ýagny biotehnologiýany ösdürmäge gönükdiriler. Şonuň üçin häzirki hünärmenler önümçiligi ösdürmek meselelerine tebigaty onuň ilkişadaky ýagdaýynda (derejesinde) saklamak zeruryýetligi nukdaýnazaryndan çemeleşmelidirler.

Alymlaryň aglabasynyň pikirine görä, biotehnologiýanyň adamzady azyk we iýmit önümleri bilen üpjün etmekde, daşky gurşawy we saglygy goramakda, oba hojalygynyň, himiýa senagatynyň ösmegine goşan goşandy tehniki progresiň ähli goşandyndan agdyklyk edýär. Şonuň üçin XXI asyry biotehnologiýanyň we nanotehnologiýanyň asyry diýip atlandyryrlar.

Bary-ýogy 10-15 ýylyň içinde transgen ösümlikleriň we haýwanlaryň ulanylmagy netijesinde oba hojalyk önümleriniň öndürilişi 30-40 esse artdyryldy. Transgen ösdürmeleriniň ekilen meýdanlary 2002-nji ýylda 55 mln ga bolup, olar her ýylda 8-10% köpeliýär. Dünýäniň esasy transgen ösdürmeleri diýlip, soýa – 36 mln ga, mekgejöwen – 12,5 mln ga, gowaça – 7 mln ga we başg. hasaplanylýar.

Transgen ösdürmeleri beýleki adaty ösdürmelere garanyňda, has ýokary we durnukly hasyl berýärler.

Transgen ösdürmelerini ösdürip ýetişdirmekde in öňdebaryjy döwletler ABŞ, Hytaý, Argentina, Günorta Afrika Respublikasy we Awstraliýadyr.

XX-XXI asyrlaryň çatrygy azyk önümlerini öndürmegiň biotehnologiýasynyň pajarlap ösen ýyllary boldy. Saklananda we gaýtadan işlenende, önümde we çig malda bolup geçýän biologik prosesleri azyk ulgamlary bilen oýlanyşykly

utgaşdyryp hem-de janly öýjükleri we biologik işjeň maddalary çuňňur öwrenmeklik, azyk önümçiligine depginli, öndümlü (intensiw) we adaty bolmadyk tehnologiýalary girizmeklik olaryň ýokary biologik gymmatyny ýokarlandyrmaga mümkinçilik berdi.

Şu kitapda beýan edilen maglumatlar yurdumyzyň azyk senagaty pudagynda işleýän inženerlere, tehnologlara azyk senagatynyň biotehnologik prosesleriniň esaslaryny hem-de olary azyk önümlerini we azygyň dürli görnüşlerini öndürmekde ulanmagyň mehanizmlerini ele almaga mümkinçilik berer diýen ynamymyz bar. Bu ugur aýratyn üns berilmeli ugurdyr, çünki iýmite goşulýan esasy komponentleriň käbiriniň tebigy kataklizmalar, gynansak-da, bolup duran uruşlar, hemişe öz zyýanly täsirini ýetirip duran ekologik faktorlar soňky döwür adamlaryň iýmitiniň strukturasynyň ep-esli ýaramazlaşmagyna sebäp boldy. Metbugatda habar berlişine görä, Russiýa Federasiýasynda iýmitiň esasy komponentleri bolan et, süýt, balyk, miwe-gök önümleriniň, ösümlük ýagynyň ilat tarapyndan sarp edilişi ep-esli azaldy. Bu bolsa organizmde örän wajyp tebigi maddalar bolan vitaminleriň, proteinleriň, lipidleriň, mineral maddalaryň, azyk süýümleriniň ýetmezçiligine getirýär.

Suw we ýer üstüniň global hapalanmagy, lokal radioaktiw hapalanmalar, barha ulalyp barýan tehnogen zolaklar azyk önümlerine zäherli elementleriň, antibiotikleriň, pestisidleriň, radionuklidleriň we başgalaryň siňip, zäherlenme derejesiniň gündünden ýokarlanmagyna getirýär. Iýmit önümleriniň iň gerekli komponentleriniň ýetmezçilik edýän ýagdaýynda şeýle güýçli zäherlenen azyk önümlerini iýmek organizmiň tebigatyň öz kesgitlän goranmak ukybynyň peselmegine, ilkinji nobatda bagryň, böwregiň, öýkeniň, deriniň zäherli maddalaryň garşysyna göreşip bilmek güýjüniň gowşamagyna getirýär.

Adamyň iýmitlenişi barada ynandyryjy maglumatlar hem-de häzirki zaman ylmynyň, esasan-da, biohimiýanyň we fiziologiýanyň adam iýmiti baradaky esaslandyrylan, emma könelen talaplary täzeden seredilmegine garaşýar.

Häzir bu wajyp meseläni gün-günden barha ösýän ylym pudagy – biotehnologiýanyň iň esasy bölümi bolan azyk beotehnologiýasy çözüýär.

Biologik tehnologiýalar (biotehnologiýalar) adamzat durmuşynyň dürli çygyrlary üçin peýdaly önümleri ylmy esasyda öndürmegi üpjün edýärler. Bu tehnologiýalar mikroorganizmler, wiruslar, ösümlük we haýwan öýjükleri hem-de öýjük daşyndaky maddalar we öýjük komponentleri ýaly dürli biologik agentleriň we ulgamlaryň katalitik mümkinçiliklerine esaslanýarlar. Häzirki wagtda biotehnologiýany işläp düzme we özleşdirme ähli ýurtlarda diýen ýaly wajyp orny eýeleýär. Biotehnologiýada artykmaçlyklary gazanmaklyk ösen ýurtlaryň ykdysady syýasatynda merkezi meseleleriň biri hasaplanylýar. Biotehnologiýanyň öndebaryjylary

häzirki döwürde oba hojalygy, derman, azyk we himiki senagaty üçin biotehnologiýada köp ýyllaryň dowamynda ägirt uly tejribe toplan ABŞ we Ýaponiýadyr. Ferment preparatlaryny, aminokislotalary, proteini, dermanlary öndürmekde Günbatar Ýewropa ýurtlary (Germaniýa, Fransiýa, Beýik Britaniýa) hem-de Russiýa öňdäki orunlary eýeleýärler. Bu ýurtlar täze tehnika we tehnologiýanyň kuwwatly serişdesi (potensialy), biotehnologiýanyň dürli pudaklarynda güýçli depginli, düýpli we amaly ähmiýetli ylmy-barlaglary bilen tapawutlanýarlar. Biotehnologiýanyň nämedigini kesgitlemek diýseň kyn meseledir. Şeýle-de bolsa türkmen dilinde bu sözüň peýda bolmagy gowy nyşandyr. Ol biotehnologik materiallaryň we ýörelgeleriň (prinsipleriň) ulanylmagy ýakyn geljekde senagatyň köp pudaklaryny we adamzat jemgyýetiniň hut özüni düýpgöter üýtgeder diýen pikirini esaslydygyny görkezýär. Bu ylma soňky ýyllarda berilýän üns we onuň ösüş depginleriniň bady barha güýçlenýär.

Adam biotehnologiýany köp müňýyllyklaryň dowamynda ulanyp gelipdir: adamlar piwo gaýnatmak, çörek bişirmek, uýan süýt önümlerini almak, derman serişdelerini almak we zyňyndylary gaýtadan işlemek üçin fermentirmek prosesi bilen meşgullanypdyr. Emma, diňe biotehnologiýanyň rekombinirlenen DNK-laryň işine esaslanan gen inženeriýasyny hem öz içine alýan täze usullary biziň gözümiziň alnynda “biotehnologik şowhuna” getirdi. Genetika inženeriýanyň in täze tehnologiýalary kada öwürlip giden biotehnologik prosesleri kämilleşdirmäge hem-de dürli-dürli gymmatly önümleri, owallar mümkin bolmadyk, düýpgöter täze usullar bilen almaga mümkinçilik berýär.

Biotehnologiýanyň ösüşi we üýtgeýşi biologiýada soňky 30-35 ýylyň dowamynda bolup geçen çuňňur özgertmeler bilen baglydyr. Bu hadysalaryň esasy ny nesil yzarlaýjylykdaky adamzady onuň material substratynyň öwürülişiklerine düşünmäge ýakynlaşdyran we in täze senagat proseslerine ýol açan täze düşüňjeler we usuly kämilleşdirmeler düzdüler. Ondan başga-da, beýleki pudaklarda edilen açyşlar hem biotehnologiýanyň ösmegine täsir etdiler (*G.1-nji tablisa*).

G.1-nji tablisa

Biotehnologiýanyň ösüşine täsir eden in wajyp we netijeli ylm pudaklary

Genetiki inženeriýa	Rekombinant RNK-laryň tehnologiýasy
Biokataliz	Fermentler (bölüp aýyрма, immobilizleme). Bitewi mikrob öýjükleri (immobilizleme, durnuklaşdyрма).
Immunologiýa	Monoklonal antitelolar.
Fermentleme tehnologiýasy	Azyk önümlerini öndürmek. Zyňyndylary gaýtadan işlemek.

Genetiki inženeriýanyň döränine 30 ýyla golaý wagt boldy. Ol öz mümkinçiliklerini prokariotik organizmlerde ajaýyp açyp görkezdi. Emma, prokariotlarda üstünlikli ulanylýan gen inženeriýasy ýokary derejeli ösümliklerde we haýwanlarda häzirikçe onçakly giň ulanylmaýar. Genetiki inženeriýanyň usullaryny ýokary derejeli ösümliklerde we haýwanlarda ulanmak boýunça edilen synanyşyklar eukariotlaryň genetikasy barada biziň bilimimiziň heniz kämil we doly däldegi hem-de ýokary derejeli organizmleriň guramaçylygynyň çylşyrymlydygy sebäpli, ägirt uly kynçylyklar bilen baglanyşyklydyr.

Biotehnologiýada ylmyň gazananlarynyň ulanylmagy we onuň amaly üstünlikleri fundamental barlaglar bilen berk baglydyr we häzirkі zaman ylmyň iň ýokary derejelerinde durmuşa geçirilýär. Bu nukdaýnazardan biotehnologiýanyň haýran galdyryjy ylmy köp dürlüligini bellemän geçmek bolmaz, onuň üstünlikleri we gazananlary diňe bir biologik ugurlarda toplanan bilimlere däl-de, eýsem beýleki ylym ugurlarynda toplanan bilimler bilen-de baglanyşyklydyr (*G.2-nji tablisa*).

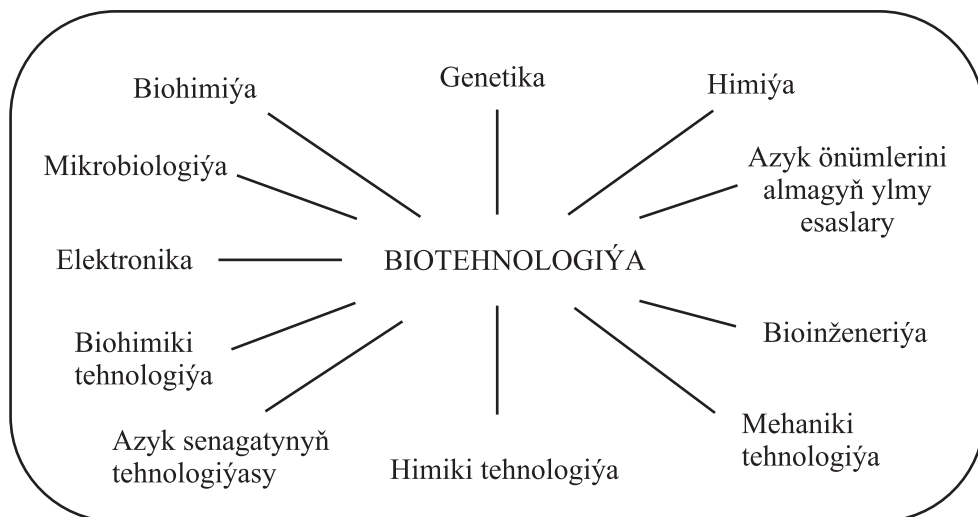
G.2-nji tablisa

Biotehnologiýanyň dersara baglanyşygy

1.	Mikrobiologiýa	7.	Bioinženerçilik
2.	Biohimiýa	8.	Mehaniki tehnologiýa
3.	Fiziologiýa	9.	Himiki tehnologiýa
4.	Genetika	10.	Azyk senagatynyň tehnologiýasy
5.	Himiýa	11.	Biohimiki tehnologiýa
6.	Azyk önümlerini almagyň ylmy esaslary	12.	Elektronika

Biotehnologiýa – janly organizmleri we biologik hadysalary senagat önümliginde ulanmakdyr. Fermentleri, witaminleri, aminokislotalary, antibiotikleri we ş.m. mikroorganizmleriň gatnaşmagynda sintezlemek barha giň gerime eýe bolýar. Adamlaryň we haýwanlaryň daşky gurşawyň oňaýsyz täsirine durnuklylygyny berkidiji biologik işjeň maddalary (gormonal serişdeleri, birleşmeleri we ş.m.) senagat möçberinde gen inženeriýasy we haýwan we ösümlik öýjükleriniň dokumalaryny ösdürmek usuly arkaly öndürmegiň geljegi uludyr. Biotehnologiýa – biologik, himiki we tehniki ylmlaryň çatrygynda döran dersara ylmy pudak bolup, onuň ösüşini adamzadyň hemmetaraplaýyn meseleleriniň, ýagny azyk önümleriniň, energiýanyň, mineral baýlyklaryň ýetmezçiligini ýok etmek, saglygy goramak we daşky gurşawyň hilini gowulandyrmak meseleleriniň çözülmegi bilen baglanyşdyrýarlar.

Biotehnologiýanyň beýleki dersler bilen baglanyşygy



Biotehnologiýa lukmançylykda. Lukmançylykda biotehnologik usullar we tärler keselleri ir ýüze çykarmaga we bejermäge niýetlenilen täze biologik işjeň maddalar we derman serişdeleri döredilende örän uly ähmiýete eýedirler. Antibiotikler mikrobiologik sintez arkaly alynýan derman birleşmeleriniň iň uly toparydyr. Boý ösdüriji gormonlary, insulini we adam interferonyny, dürli fermentleri we wirusa garşy waksinalary almak üçin ulanylýan içege taýajygynyň, drožžileriň, süýt emdirijileriň we mör-möjekleriň ösdürilýän öýjükleriniň gen-inžener şamlary döredildi. Degişli proteinleri kodirleýji genlerdäki nukleotidleriň yzygiderliligini üýtgedip, fermentleriň, gormonlaryň we antigenleriň gurluşyny optimizleýärler (protein inženeriýasy). 1975-nji ýylda G.Keller we S.Milşteýn tarapyndan işlenip düzülen islenilýän özboluşly aýratynlykly monoklonal antitelolary almak üçin gibridiň ulanylýan tehnikaşy wajyp açyş boldy. Monoklonal antitelolary dürli keselleri anyklamak we bejermek üçin unikal reagentler hökmünde ulanylýarlar.

Biotehnologiýa oba hojalygynda. Biotehnologiýanyň oba hojalyk önümçiligine goşandy ösümlikleriň we haýwanlaryň seleksiýasynyň könedan gelýän usullaryny ýeňilleşdirmekden we oba hojalygynyň netijeliligini ýokarlandyryýan täze tehnologiýalary işläp düzmekden ybaratdyr. Dünýäniň köp döwletlerinde gen we öýjük inženeriýasy usuly bilen oba hojalyk ekinleriniň ýokary hasylly we zyýan-keşlere, kesellere, gerbisidlere durnukly sortlary döredildi. Ösümlikleri toplanan infeksiýalardan saplamagyň (sagaltmagyň) tehnikaşy işlenip düzüldi, bu wegetatiw ýol bilen köpelyän ekinler (kartofel we başg.) üçin örän wajypdyr. Biotehnologiýanyň iň wajyp meseleleriniň biri hökmünde bütin dünýäde azody berkitmek (azotfiksasiýa) hadysasyny dolandyrmak meselesi, şol sanda azot berkidiji genleri

peýdaly ösümlikleriň genomyna girizmek hem-de fotosintez hadysasyny dolandyrmak mümkinçilikleri giňden öwrenilýär. Ösümlik proteinleriniň aminokislotalarynyň düzümini gowulandyrmak boýunça işler alnyp barylýar. Ösümlikleriň ösüşini sazlaýjy täze maddalar, ösümlikleri kesellerden we zyýankeşlerden goraýjy mikrobiologik serişdeler, bakterial dökünler işlenip düzülýär. Gen-inžener usullary ulanylyp alnan waksinalary, syworotkalary, monoklonal antitelolary oba hojalyk mallarynyň esasy keselleriniň önüni almakda, anyklamakda we bejermekde giňden peýdalanýarlar. Tohumçylyk çäreleriniň has netijeli tehnologiýalaryny döretmekde gen-inžener usullary ulanylyp alnan ösdüriji gormon hem-de öý haýwanlarynyň embrionlaryndaky transplantasiýa we mikromanipulýasiýa tehnikasy ulanylýar. Mallaryň önümliligini ýokarlandyrmak üçin mikrobiologik sintez arkaly alnan iýmlik belogy ulanylýarlar.

Biotehnologiýa önümçilikde. Mikroorganizmleri we fermentleri ulanyp geçirilýän biotehnologik hadysalar häzirki döwrüň tehniki derejesinde azyk senagatynda giňden ulanylýar. Mikroorganizmleri, ösümlik we haýwan öýjüklerini senagatda ösdürmeklik köp sanly möhüm birleşmeleri – fermentleri, gormonlary, aminokislotalary, vitaminleri, antibiotikleri, metanoly, organiki kislotalary (sirke, limon, süýt) we başg. almak üçin ulanylýarlar. Mikroorganizmleriň kömegi bilen haýsydyr bir organiki maddalary beýleki bir maddalara biotransformasiýa (öwürme, mysal üçin, sorbiti fruktoza öwürme) edýärler. Dürli önümçiliklerde immobilizlenen fermentler giňden ulanylýarlar. Biologik işjeň maddalary çylşyrymly garyndylardan bölüp almak üçin monoklonal antitelolar giňden ulanylýar. 1985-1988-nji ýyllarda russowet alymy A.S. Spirin belogy öýjüksiz sintezlemegiň ýörelgelerini işläp düzdi, ýagny ol bu işinde öýjükleriň deregine olaryň düzümine girýän arassa maddalaryň zerur toplumyny saklaýan ýörite bioreaktorlary ulanylýar. Bu usul proteinleriň dürli görnüşlerini almaga mümkinçilik berýär, önümçilikde onuň netijeliligi ýokarydyr. Senagat tehnologiýalarynyň köpüsi fermentleri we mikroorganizmleri ulanýan tehologiýalara çalsylýar. Oba hojalyk, senagat we durmuş zyňyndylaryny gaýtadan işlemeklik, biogazy we dökünleri almak üçin, agyz suwlaryny arassalamak we ulanmak hut şonuň ýalydyr. Döwletleriň birnäçesinde mikroorganizmleriň kömegi bilen awtomobillerde ýangyç hökmünde ulanylýan etil spirtini alýarlar (ýangyç spirtiniň giňden ulanylýan ýurdy bolan Braziliýada ony şeker çinriginden we beýleki ösümliklerden alýarlar). Dürli bakteriýalaryň metallary ereýän birleşmelere geçirmäge ýa-da olary özlerinde toplamaga bolan ukyplary ol metallary az mukdarda saklaýan magdanlardan ýa-da akýan suwlardan bölüp almaga esaslanan usullary işläp düzmäge mümkinçilik berýär.

Adamzadyň geljekki öňe gidişligi köp babatlarda biotehnologiýanyň ösüşi bilen bagly bolar. Galyberse-de, gen inženeriýasynyň döreden janly organizmleriniň

gözgeçiliksiz ýaýramagy tebigatda müňýyllyklaryň dowamynda emele gelen biologik deňagramlylygy bozup, adamyň saglygyna howp salyp biler.

Mikrobiologiýa – mikroorganizmleri, olaryň ulgam toparyny (sistematikasy-ny), morfologiýasyny, fiziologiýasyny, biokimiýasyny, genetikasyny, maddalaryň tebigatda aýlanyşygyny we ähmiýetini, adamlaryň, haýwanlaryň we ösümlikleriň kesellerini döredýän mikroorganizmleri öwrenýän ylymdyr.

Biohimiýa – dolandyryşyň ähli derejelerindäki janly organizmleriň himiki düzümi, tutuş organizmde, izolirlenen organlarda we dokumalarda, öýjügiň, öýjükden kiçi we molekulanyň derejelerinde bolup geçýän olaryň ösüşiniň we ýaşaýşynyň esasynda ýatan himiki hadysalar baradaky ylymdyr.

Fiziologiýa – (grekçe *physis* – tebigat we *logos* – söz, dil, tälim, ylym), tutuş organizmiň we onuň aýry-aýry bölekleriniň, öýjükleriniň, organlarynyň, funksional ulgamlarynyň ýaşamaga ukyplylygy baradaky ylymdyr.

Genetika – (grekçe *genesis* – gelip çykyş), organizmleriň nesilden nesle geçijiligi we üýtgeýjiligi hem-de olary dolandyrmagyň usullary baradaky ylymdyr.

Gen inženeriýasy molekulýar biologiýanyň we genetikanyň genleriň tebigatda duş gelmeýän utgaşmalaryny maksadalaýyk konstruirlemek üçin ulanylýan usullarydyr.

Himiýa – (ähtimal, grekçe *chemia* – himiýa, Müsüriň örän gadymy atlarynyň biri), düzüminiň ýa-da gurluşynyň üýtgemegi bilen bolup geçýän madda öwrülişiklerini öwrenýän ylymdyr.

Azyk önümlerini almagyň ylmy esaslary – haýwanlaryň we adamyň daşky gurşawdan alýan we dokumalaryny gurmak we täzelemek, ýaşaýşa ukyplylygyny goldamak we sarp edýän energiýasynyň öwezini dolmak üçin ulanylan organiki däl we organiki maddalaryň jemidir.

Bioinženerçilik – (iňlisçe *bioengineering*; grekçe *bios* – durmuş, ýaşaýyş we frans. *ingenieur*; latynça *ingenium* – ukyplylyk, akyl; sowatlylyk, bilim); fiziki-himiki biologiýanyň, biofizikanyň, gen inženerçiliginiň we kompýuter tehnologiýasynyň çatrygynda dörän iň häzirki zaman ylym ugurlarynyň biri. Bioinženerçilik ýa-da biomedisina inženerçiligi – bu inženerçilik, biologiýa we lukmançylyk ugurlaryndan bilimi çuňlaşdyrmaga we özünde biolukmançylyk ylmynyň we kliniki tejribeliginiň üstünliklerini inženerçilik çemeleşmeleri bilen birleşdirýän dersara işläp düzmeleriň hasabyna adamzadyň saglygyny berkitmäge gönükdirilen ylym pudagydyr. Bioinženerçiligiň wajyp üstünlikleriniň arasynda emeli bogunlaryň, magnitorezonans tomografiýanyň, kardiostimulýatorlaryň, artroskopiýanyň, angioplastikanyň, adam hamynyň bioinženerçilik oturtmalarynyň (protezleriniň), böwrek dializiniň, emeli gan aýlaýjy enjamlaryň işlenip düzülişini görkezmek bolar.

Mehaniki tehnologiýa – “akýan pahnanyň” efektini gaýtadan döretme arkaly taýýar önüm görnüşinde ürgün materiallaryň (maddanyň gaty bölejikleriniň howa we yzgar bilen garyndylary) dykyz tertipleşen gurluşlaryny almagyň mehaniki tehnologiýasydyr.

Himiki tehnologiýa – tebigy çig materiallary azyk we aralyk önümlere gaýtadan işlemegiň has tygşytly we ekologiýa nukdaýnazaryndan maksadalaýyk usullary baradaky ylymdyr.

Azyk senagatynyň tehnologiýasy. Azyk senagaty halk hojalygynyň iň iri pudaklarynyň biridir. Azyk senagatynyň esasy meselesi adamlaryň ýokary hilli we dürli assortimentli (sortly) azyk önümlerine bolan isleglerini kanagatlandyrmakdyr. Bu meseläni çözmeklik önümçiligiň ýokarlandyrylan netijeliligi, ylmy-tehniki ösüşi çaltlandyrmagyň, zähmet öndürijiligini ýokarlandyrmagyň, ähli tarapdan işiň hilini gowulandyrmagyň, zähmeti we önümçiligi kämilleşdirmegiň esasynda amala aşyrylýar.

Biohimiki tehnologiýa – (grekçe *bios* – durmuş, ýaşayyş; *techne* – sungat, ussatlyk, ukyp we *logos* – söz, dil, taglymat); janly organizmleriň himiki düzümi, tutuş organizmde, izolirlenen organlarda we dokumalarda, öýjügiň, öýjükden kiçi derejelerde we molekulanyň derejelerinde bolup geçýän olaryň ösüşiniň we ýaşayşynyň esasynda ýatan himiki hadysalar baradaky we tehnologik proseslerde hereket edýän fiziki, himiki, mehaniki we beýleki kanunalaýyklyklary öwrenýän ylymdyr.

Tehnologiýa – (grekçe *techne* – sungat, ussatlyk, ukyp we *logos* – söz, dil, taglymat), önüm öndürmek prosesinde amala aşyrylýan materialy ýa-da ýarym taýýar önümi (polufabrikaty) işlemegiň, taýýarlamagyň, ýagdaýyny, häsiýetlerini, çig malyň görnüşini üýtgetmek üçin ulanylýan usullaryň jemi; tehnologik proseslerde hereket edýän fiziki, himiki, mehaniki we beýleki kanunalaýyklyklary öwrenýän ylmy dersdir. Tehnologiýa umumy önümçilik prosesiniň bölegi bolan gazyp almak, işläp bejermek, daşamak, saklamak, gözegçilik etmek operasiýalary hem girýärler.

Elektronika – zarýadlanan bölejikleriň (elektronlaryň, ionlaryň) elektromagnit meýdanlary bilen özara täsiri hem-de, esasan, maglumatlary geçirmek, işlemek we saklamak üçin ulanylýan elektron enjamlary we gurluşlary (wakuum, gaz razýadly, ýarym geçiriji) döretmek usullary baradaky ylymdyr.

Biotehnologiýa – bu biologik prosesleri we biosintez önümlerini mikroorganizmleriň, öýjük ösdürimleriniň, ösümlik we haýwan dokumalarynyň berlen häsiýetlere eýe bolan ýokary netijeli görnüşlerini almak üçin senagatda ulanylyşydyr.

Biotehnologiýanyň ösüşi, esasan, mikrobiologiýada, biohimiýada, enzimologiýada we genetikada alnyp barylýan ylmy barlaglar bilen kesgitlenilýär. Biotehnologik usullar mikrobiologik sintezi, gen inženeriýasyny, öýjük we protein inženeriýasyny, inžener enzimologiýasyny, ösümlikleriň, haýwanlaryň we bakteriýalaryň öýjüklerini ösdürip ýetişdirmegi, öýjükleri birleşdirmek usullaryny öz içine alýar.

Ylym hökmünde biotehnologiýa biologiýa, himiýa we tehniki ylmylarynyň çatrygynnda emele geldi.

Biotehnologiýanyň taryhy. Adam biotehnologik hadysalary gadymy zamanlardan bäri çörek bişirmekde, gatygy we gatyk önümlerini, çakyr taýýarlamakda we ş.m. ulanyp gelipdir, emma diňe 19-njy asyryň ortalarynda özünde gant saklaýan önümleriň ajama hadysasynyň mikroorganizmleriň ýaşayşy bilen baglanyşyklydygyny subut eden Lui Pasteriň ajaýyp işleri netijesinde gadymy biotehnologiýa ylmy taýdan esaslandyryldy. 1940-1950-nji ýyllarda fermentleme usuly arkaly penisillinleriň sinteziniň amala aşyrylmagy bilen mikrobiologik sinteziň ösmegine we mikrobiologik senagatyň emele gelmegine itergi beren antibiotikler zamanasy başlandy. 1960-1970-nji ýyllarda öýjük inženeriýasy pajarlap ösüp başlady. ABŞ-da 1972-nji ýylda P.Bergiň ýolbaşçylyk edýän topary tarapyndan DNK-nyň ilkinji gibrid molekulasynyň *in vitro* döredilmegi resmi ýagdaýda organizmleriň genetiki gurluşyny olaryň adam üçin zerur bolan önümleri öndürmäge we gerekli prosesleri amala aşyrmaga ukyply bolan organizmleri gen gurluşyny aňly-düşünjeli üýtgetmäge ýol açan gen inženeriýasynyň dünýä inmegi bilen baglanyşyklydyr. Bu iki ugur adamyň münň ýyllyklaryň dowamynda ulanyp gelen öňki sada, ýüzleý biotehnologiýa meňzeşligi bolmadyk täze biotehnologiýanyň keşbini kesgitleýärler. “Biotehnologiýa” adalgasynyň şol 1970-nji ýyllarda ýaýramagy hem gyzyklydyr. Şondan bäri biotehnologiýa molekulýar we öýjük biologiýasy, molekulýar genetika, biohimiýa we bioorganiki himiýa bilen aýrylmaz baglydyr. Öz ösüşiniň gysga döwründe (30–40 ýyl) täze biotehnologiýa wajyp üstünlikleri gazanmak bilen çäklenmän, eýsem organizmleri önümçiligiň we halk hojalygynyň dürli pudaklarynda peýdalanmagyň ähmiýetiniň çäksizdigini subut etdi.

Gollandiýaly alym Ýe.Hauwink (1984) biotehnologiýanyň taryhyny şertli şu aşakdaky baş döwre bölýär:

I. Lui Pastere çenli bolan döwür (1865 ý. çenli). Ajama prosesi bilen baglanyşykly biotehnologiýa: piwonyň, çakryň, syryň, çöregiň alnyşy. Fermentlenen önümleri almagyň tejribesi, onuň sebäbi bilinmese-de, münňýyllyklaryň dowamynda adam tarapyndan, nesilden nesle geçirilip gelnipdir. Diňe XIX asyrdan fransuz alymy Lui Paster mikroorganizmleriň substrata edýän özüne mahsus bolan (spesifik) täsirine üns beripdir. Alymlar mikroblaryň fiziologiýasyny diňe şondan soň öwrenip başlapdyrlar. Lui Paster mikroblaryň wekilleriniň diňe bir daşky görnüşleri bilen däl-de, eýsem madda çalşygynyň geçişi bilen hem düýpgöter tapawutlanýandygyny subut etdi. Şeýlelikde, ol dünýäde ilkinji bolup mikroorganizmleriň esasy orun tutýan tehnologik proseslerini akyly-başly dolandyrmagyň ylmy esaslaryny düzdi. Ýagny, Lui Paster tehniki mikrobiologiýanyň başyny başlady, ol häzirki zaman biotehnologiýanyň, şol sanda azyk biotehnologiýasynyň hem döredijileriniň biridir.

II. Pasterden soňky döwür (1866–1940). Hut şu döwürde mikroälemde ýaşayşyň köp dürli şekilleri (formalary) açyldy we şol köp dürlüligiň biohimiki

bitewiligi subut edildi. Netijede, XX asyryň ikinji ýarymynda mikroorganizmleriň senagat möçberinde ulanylmagy başlandy. Täze biologik usullaryň özleşdirilmegi biohimiýanyň, wirusologiýanyň, genetikanyň, sitologiýanyň, biofizikanyň we gaýry ylym pudaklarynyň ösüşini kesgitledi. Etanolyň, butanolyň, asetonyň, gliserolyň, organiki kislotalaryň we waksinalaryň önümçiligi ýola goýuldy. Uglewodorodlaryň esasynda mikroorganizmleriň kömegi bilen iýmlik maýalaryň önümçiligi özleşdirildi, ýerlagym (kanalizasiýa) suwlaryny arassalamagyň kislorodsyz (aerob) usuly işlenilip düzüldi.

W.S.Butkewiç we S.P.Kostyçýew glýukozanyň protein kislotasyna çenli öwürülmesiniň dem alyşda hem-de ajamakda umumy basgançak görnüşde bolup geýýändigini açyp görkezdiler. Organiki kislotalaryň emele gelmekleriniň kömekleriň ýaşayşynyň netijesidigini subut etdiler, netijede, limon kislotasyny öndürmegiň täze senagat usulyny döredtiler. S.A.Korolýow we A.F.Woýtkewiç süýt önümleri işlenip çykarylandaky, saklanandaky we ýetişdirilendäki bolup geýýän mikrobiologik prosesleriň düýp esaslarynyň taglymat fundamentini işläp düzdüler we süýt kislotaly bakterialaryň fiziologiýasy baradaky düşüňjeleri ep-esli giňelttiler. B.N.Şapoşnikowyň geçiren barlaglarynyň netijesinde süýt kislotasynyň we organiki eredijileriň senagat sintezi amala aşyryldy.

III. Antibiotikleriň döwri (1941–1960). Antibiotigi bölüp çykarýan *Penicillium notatum* çogdum şekilli ýaşyl zeňň Aleksandr Fleming tarapyndan açylandan 12 ýyl soň, ol (awtor): “Penisillini almak üçin nähak zähmet çekip oturmanyň geregi ýok” diýip ýazypdy. Emma, Ikinji jahan urşunyň başlanmagy bilen adamlaryň bu serişdä bolan islegi birden artdy. Inlis alymlary H.Flori we E.Çeýn (Oksford uniwersitetinden) penisilliniň garyndylardan arassalanan sarymtyl poroşogyny bölüp alyp, ony kesel ýaýradyjy bakteriýalar bilen öňünden ýokuşdyrylan syçanlarda üstünlikli barlap gördüler. Şondan soň antibiotikleriň işjeň öndürijileriniň gözlegi hem-de nesil materialy üýtgedilip, antibiotikleri çakdanaşa güýçli sintez edip bilýän kömelekleriň ösdürilip ýetişdirilmegi we iri möçberli önümçiliginiň tehnologik shemasyny işläp düzmek boýunça işler başlandy. Penisillini öndürmek (1945-nji ýylda onuň göwrümi 0,5 tonna ýetirildi) häzirki zaman biotehnologiýasynyň döremeginde wajyp basgançaklaryň biri boldy, bu önümçiligiň ilkinji başyny başlan alymlar (A.Fleming, H.Flori we E.Çeýn) bolsa, 1945-nji ýylda Nobel baýragynyň eýeleri boldular.

Şol bir wagtyň özünde biotehnologik prosesler mikroorganizmler bilen bagly hem bolsa, eýýäm şol ýyllar bu işlerde haýwanlaryň we ösümlikleriň öýjüklerini ulanmaklygyň ähmiýeti hem az däl.

XX asyryň ortalaryndan bäri waksinasyny öndürmek üçin poliomiýelitiň wirusy süýt emdirijileriň öýjükleriniň ösdürmelerinde ösdürilip gelinýär. Hut şol ýyllar adam öýjükleriniň ösdürmeleriniň ugurlary düwnük (rak, howply çiş) keselleriniň ylmy barlaglarynda we wirusa garşy çäreleriň himioterapiýasynda ulanmak üçin

zerur bolan beýleki wiruslary ösdürüp ýetişdirmek we ýokary ýöriteleşdirilen prote-inleri (antitelolary, interferonlary) öndürmekde çalşyp bolmaýan ugurlara öwrüldi.

Şol döwürde ylymda ösümlik dokumasynyň ösdürmeleri giňden ulanylyp başlandy. Differensirlenmedik kăşir dokumasynyň ösdürmelerini taýýarlamagyň usulyny açmak bilen, bu usulyň tehnikasyny 1937-nji ýylda R.Gotre düýpli kămil-leşdirdi, ýagny ol ene ösümliginden aýrylan kallýusy (ene dokumanyň zaýаланan ýerini goramak üçin emele gelyän galyň hamy) böleklere bölüp, düzüminde ösdüriji gormon bolan auksin saklaýan täze iýmitlendiriş gurşawynda dokumanyň şeýle iý-mitlendiriş gurşawlaryny onlarça ýyllap saklap bolýandygyny subut etdi. 1954-nji ýylda Germaniýada iýmitlendiriş gurşawlaryny (ösdürmeleri) ösümligiň aýry-aýry öýjüklerinden almak başartdy. Soňra bu usullary kămilleşdirmek dowam etdirildi. 1957-nji ýylda kallýusy ösümlik gormonlary bilen işläp, hünärmenler ösümlikleriň köküniň we baldaklarynyň ösdürmelerini aldylar. Biraz wagtdan soň Morel me-ristemleri öňünden ösümlik gormonlary bilen proliferasiýa edip we differensirläp, wirussyz, öz doly manysynda hakyky ösümlikleri almagy başardy.

1960-njy ýylda E.Kokking protoplastlary almagyň fermentatiw usulyny işläp düzdi. Bu protoplastlaryň goşulmagy netijesinde ösümlikler jynsy ýol bilen köpel-män, dürli gibridleri emele getirýärler.

Beýan edilýän döwürde biotehnologiýa gibridleriň mikrobiologik transforma-siýasyny özleşdirdi. Dünýä ýurtlarynyň alymlary öýjügiň gurluşyna çuňňur ara-laşyp, onuň häsiýetlerini has oňat bilmäge mümkinçilik berýän ylmy maglumat-lary topladylar. 1943-nji ýylda S.E.Luriýa we M.Delbruk bakteriýalaryň arasynda hakyky mutantlaryň we mutasiýa hadysasynyň bardygyny subut etdiler. Şol ýyl bakteriýalaryň genetikasynyň hem-de gen inženeriýasynyň dörän ýyly diýlip hasap edilýär.

XX asyryň 30-njy ýyllaryndan başlap Sowet Soýuzynda akademikler N.P.Du-bininiň, S.I.Alihanýanyň, I.A.Rapoportyň, Ý.A.Owçinnikowyň, K.G.Skrýabiniň, Ý.D.Swerdlowyň, I.G.Atabekowyň, W.G.Debabowyň, G.K.Skrýabiniň we başga-laryň ylmy mekdepleri depginli işlemek bilen, populýasiýa, ewolýusiýa, radiasiýa we kosmos genetikasyny, seleksiýanyň genetiki esaslaryny, himiki mutageneziň dürli meselelerini, oba hojalyk ekinleriniň we mallarynyň geniniň gurluşyny we se-leksiýasyny, senagatda ulanylýan mikroorganizmleri öwrenmekde bahasyna ýetip bolmajak hyzmatlary bitirdiler.

IV. Dolandyryp bolýan biosintezin eýýamy (1961–1975). Mikrob mutantlary-ny ulanyp, aminokislotalary öndürmek olary almagyň mümkin bolan usullarynyň içinde iň ähmiýetlisidir. Mikrob sintezi önümleriniň önümçiligi boýunça dünýäde iň öňdebaryjy döwletleriň biri bolan Ýaponiýanyň mysalynda aminokislotalaryň öndürilişiniň möçberine syn edeliň (*G.3-nji tablisa*).

Ýaponiýada aminokislotalaryň öndürilişi

Aminokislota	Aminokislotalaryň alnyş usuly	Aminokislotalaryň öndürilen möçberi, tonna/ýyl
Alanin	F, H	150-200
Arginin	M, H, G	100-300
Asparagin k-tasy	F	1000
Asparagin	H, G	10-50
Sirulin	M, H	10-50
Sistein	g	1-10
Sistin	G	100-200
Glisin	H	5000-6000
Glutamin k-tasy	M	100-200
Gistidin	M, G	100-200
Gomoserin	M	10-50
Oksiprolin	G	10-50
Glutamin	M	200-300
Izoleýsin	M, G	10-50
Leýsin	M, G	50-100
Lizin	M	10000
Metionin	H	60000-70000
L-Metionin	M	100-200
Ornitin	M, G	10-50
Fenilalanin	M, H	50-100
Prolin	M, G	10-50
Serin	M, G	10-50
L-Treonin	M	50-100
DL, L-Triptofan	H, F	100
Tirozin	M, G	10-100
Walın	M	50-100
Dofa	F	0,1

Gysgaldylan bellikler. *Aminokislotalaryň: F – fermentli sintezi; H – himiki sintezi; M – mikrobiologik sintezi; G – haýwan we ösümlük tebigaty bolan proteinli gidrolizatlar-dan ekstraktsiýa arkaly alnyşy.*

Sowet Soýuzy 1 mln tonnadan gowurak mikrob belogyny öndürdi. W.A.Bykowiň baştutanlygynda mikrobiologiýanyň giden bir industriýasy emele geldi. Netijede, towu-gy we gara mallary ösdürip ýetişdirmek üçin gymmat bahaly iýmit bazasy döredildi.

Aminokislotalaryň himiki sintezi netijeli önümçilik bolup, onuň iň uly ar-tykmaçlygynyň biri aminokislotalaryň çig maly hökmünde onda, adatça, azyk önümleri ulanylmaýar hem-de önümiň ýokary konsentrasiýasy alynýar. Ondan başga-da, önümçilik proseslerini ýokary derejede awtomatlaşdyrmak we olaryň

üznuksiz tertibini gazanmak mümkinçiligi bar. Emma artykmaçlyklary bilen bir hatarda, himiki sinteziň birgiden kemçilikleri hem bar. Olaryň iň esasyalarynyň biri ulanylýan enjamlaryň we abzallaryň çylşyrymlylygydyr hem-de amala aşyrylýan prosesleriň köp başgançaklylygydyr, galyberse-de, sinteziň netijesinde aminokislotalaryň biri-birinden arassalamak örän kyn bolan rasemik (optiki izomerleriniň garyndylarynyň) görnüşleri emele gelýärler. Aminokislotalaryň mikrob sintezinde himiki usulyň ýokarda sanalan kemçilikleri duş gelmeýärler.

Bu döwürde biotehnologiýanyň ýene-de bir ajaýyp üstünlikleriniň biri, arassa fermentleriň alynmagy we immobilizlenen fermentleriň hem-de öýjükleriň senagatda ulanylmagy boldy. Bu ugurda ilkinji ädimler ep-esli öňräk J.Nelson, Ý.Griffin (1916) tarapyndan edildi, ýagny olar inwertazany kömürde adsorbirlediler; J.Pfanmýuller, G.Şleýh (1939) derileri işlemek üçin proteolitik fermentleri agaç ýonuşgalarynda adsorbirlediler; N.Grubhofer, D.Şmeýton (1953) dünýäde ilkinji bolup kowalent baglanyşdyrmany ulandylar. “Immobilizlenen fermentler” sözi 1971-nji ýylda Henikker şäherinde (ABŞ) bolup geçen inžener enzimolouiýasynyň birinji konferensiýasynda ykrar edildi. Bu ugurda I.W.Berezin, K.Mirtinek, W.W.Możayew, R.W.Petrow, B.T.Iwanow we beýleki sowet alymlary uly goşant goşdular.

Biotehnologiýanyň kömegi bilen şol ýyllar ilkinji bolup biogaz alyndy, bakterial polisaharidleriň önümçiligi ýola goýuldy.

V. Täze biotehnologiýa döwri (1975 ý. soň). Täze biotehnologiýa döwri öz başlangyjyny J.Uotson, F.Krik we M.Uilkins tarapyndan DNK-nyň molekulasynyň gurluşynyň açylan ýylyndan (1953) alyp gaýdýar. Diňe şondan soň gen we öýjük inženeriýasyny biosinteziň önümlerini almakda ulanyp başladylar. Janly öýjük we DNK-nyň molekulasy ylmy barlaglaryň esasy obýektlerine öwrüldiler. Dünýä ýurtlarynyň alymlary tarapyndan anyk nyşanlara programmirlenen emeli genetiki gurluşlar döredildi. DNK-nyň rekombinant molekulalary bilen ilkinji işleri öňki SSSR-de 1974-nji ýylda akademik A.A.Baýew we onuň okuwçylary başladylar, akademikler Ý.A.Owçinnikowyň, M.W.Iwanowyň we olaryň köp sanly okuwçylarynyň bu ugurda geçiren işleri dünýäde ilkinji işlerdir. Bu işleriň ilkinji netijeleri 1975-nji ýylda çapdan çykyp başlady. Interferonlaryň ähli görnüşleriniň bakterial ştam-produsentleri, adamyň, oba hojalyk haýwanlarynyň, adam proinsulininiň, interleýsin-2-niň we ş.m. ösüş gormonyň produsentleri döredildi.

Şol ýyllarda wajyplygy boýunça olardan pes bolmadyk – gibridleri, monoklonal antitelolary, gibridleri protoplastlardan we meristem ösdürmelerini almaklyk, embrionlaryň transplantasiýasy ýaly ugurlar döredildi. 1975-nji ýylda J.Edelman we P.Porter beden öýjükleri gibridlemek arkaly monoklonal antitelolary sekretirleýji gibridomlary aldylar. Akademik A.S.Spirin birleşdiriji kanallarda öýjüksiz protein almagyň esasyňy döredti. Bolgariýada şaniksiz miwe ýetişdirmegiň usuly işlenip düzüldi.

Öýjükleri birleşdirmе usuly, hatda, düýbünden dürli mikroorganizmleri, şol sanda ösümlük, haýwan we adam öýjüklerini, biri-biri bilen birleşdirmek mümkinçiligini açyp berdi. Öýjükleriň fuziýasy diýlip atlandyrylan öýjükleri “birleşdirmе-

giň” örän uly geljegi bolan bu usuly genleriň “ene” jübütini döretmäge mümkinçilik berdi. Mysal üçin, antitelolary sintez etmäge ukyply, emma ösmäge we köpelmäge ukyby bolmadyk adam öýjügi örän işjeň ösýän çiş (düwnük) öýjükleri bilen birleşdirildi. Netijede, emele gelen täze öýjügiň hem tiz ösmäge, hem-de antitelolary sintezlemäge ukyply ekendigine göz ýetirildi. Şunuň ýaly tejribeleriň netijelerini çaklamak mümkin hem bolsa, ony takyk aýdyp bolmaýandygy we adamzat üçin howply netijelere alyp gelmeginden howatrylanyp, 1974-nji ýylda şeýle töwekgelçilikli işleri geçirmeklik bütin dünýäde gadagan edildi. Şol gadaganlyklaryň käbiri-ni soňra aýyrmaklyk başartdy. 1975-nji ýylda “biologik ýaragy” işläp düzmegi we ýaýratmagy gadagan etmek boýunça Halkara şertnamasyna gol çekildi.

Gen inženeriýasynyň nahaly gögerip ugranyndan öz miwesini berip başlady. Mysal üçin, ownuklyk geniniň (ген карликовости) bölünip alynmagy we ylma girizilmegi gysga baldakly, ýatmaýan, hasyllylygy 100 tonna/ga ýetýän däneli ösümlikleriň bütin dünýäde tiz ýaýramagyna sebäp boldy. Gen inženeriýasynyň kömegi bilen transgen ösümlikleriniň bir toparyny (mekgejöwen, soýa, jöwen, tüwi, günebakar) we ş.m. biotehnologiýanyň in köp üns berilýän ugurlarynyň biri döp bolup giden mikrobiologik prosesler üçin mikroorganizmleriň önümlü ştamlaryny döretmekdir. Biotehnologiýanyň täze ugry fermentleri we öýjükleri ýörite göterijilerde immobilizlemek örän giň gerimler bilen ösdürilýär.

Biotehnologiýa adam durmuşynyň dürli çäklerine, ýagny oba hojalygyna, bioenergetika, lukmançylyga giňden girizilýär. Bakteriýalaryň ýeriň jümmüşinde ýaşamaga we ondaky bolup geýýän himiki reaksiýalara gatnaşmaga ukyply gen inženeriýa usuly bilen alnan ştamlary, magdanlary baýlaşdyrmakda we täzeden işlemekde, metallary syrygýan hapa suwlardan bölüp almakda we konsentrirlemekde, azalýan ýataklarynda nebitiň galan böleklerini ekstraksiýa usuly bilen bölüp almakda giňden ulanylýar. Biotehnologiýanyň azyk senagatynda ähmiýeti örän uludyr. Muňa öňki SSSR-iň alymlary: I.A.Rogowyň, A.B.Lisysynyň, E.S.Tokaýewiň, B.A.Tutelýanyň, B.M.Pozdnýakowski-niň, G.Hramsowyň, L.W.Antipowanyň, A.I.Žarinowyň, W.M.Kantereniň, M.B.Gerne-tiň, L.A.Iwanowanyň L.W.Rimarewanyň we başgalaryň işleri mysal bolup bilerler.

2002-nji ýylda Moskwada “Biotehnologiýa: ösüş ýagdaýy we geljegi” ady bilen Halkara derejesinde geçirilen, hemişelik statusyna mynasyp bolan kongres uly waka boldy. Biotehnologiýanyň problemalary boýunça geçirilen I we II (2003) Halkara kongresleriniň jemleri barha pudaklaýyn häsiýete eýe bolýan bu ugur-da örän uly üstünlikleriň gazanylandygyna şaýatlyk edýär. Gazanylýan täze-täze ösüşler döp bolan ugurlaryň ýany bilen adamlaryň oňat ýaşaýşyny üpjün edýän azyk önümleriniň önümçiligi bilen baglanyşykly täze meseleler, şol sanda azyk biotehnologiýasynyň çylşyrymly meselelerini çözmäge ukyply ýaş hünärmenleri taýýarlamak ýaly örän uly we wajyp meselelere hem uly üns berilýär.

Emma bu üstünliklere garamazdan, täze biotehnologiýanyň döwri indi başlanýar. Onuň mümkinçilikleri aklyňy haýran galdyrýar, çünki ol ýaşaýşyň hut özüniň durkuny özgertmäge ukypladyr.

Kitapda ulanylan esasy gysgaltmalar

Acetobacter – Acet.
Actinomyces – Act.
Azotobacter – Az.
Aspergillus – Asp.
Arthrobacter – Ar.

Bacillus – Bac.
Endomyces – End.
Escherichia – E.
Enterobacter – Ent.

Fusarium – F.

Candida – C.
Citrobacter – Citr.
Clostridium – Cl.
Corynebacterium – Cor.

Klebsiella – Kl.

Lactobacillus – Lb.
Lactococcus – Lact.

Mucor – Mu.
Mucoraceae – M.
Micrococcus – Mc.
Penicillium – Pen.
Pseudomonas – Ps.
Rhizopus – Rh.

Saccharomyces – Sacch.
Salmonella – S.
Serratia – Serr.
Shigella – Sh.
Streptomyces – Str.

Trichoderma – Tr.
Adenin (sitozinadenin)
monofosfat – AMF (SAMF)
Adenozintrifosfor kislotsy (adenozintrifosfat)
– ATF
Adenozindifosfor kislotsy (adenozindifosfat) –
ADF

Inozinmonofosfat – IMF

Nitrozometilmoçewina – NMM
Nitrozoetilmoçewina – NEM
Nitrozodimetilmoçewina – NDMM

Süýt kislotaly bakteriýalar – SKB

Üstki ösdürmeler – ÜÖ

Etilendiamintetrauksus kislotsy - EDTA
Diizopropilftorfosfat – DFF
Urasilguanintimin – UGT
Urasilguaninadenin – UGA

I. BIOTEHNOLOGIÝANYŇ BÖLÜMLERI WE OBÝEKTLERI

Ylym hökmünde biotehnologiýanyň häzirki zaman ýagdaýyny himiýanyň, biologiýanyň, fizikanyň, biohimiýanyň, genetikanyň ýeten derejesi hem-de ylmy kanunlaryň umumylygy bilen anyklanýan bölümleri kesgitleýärler. Şonuň bilen bir wagtda, adamzat örän ir wagtlerden bari özüniň amaly durmuşynda ulanmak üçin tebigata öýkünip, onuň hadysalaryny “göçürip” gelipdir. Organizmiň derejesinde biologik proseslere ýönekeý gözegçilik we maddalaryň ýaşaýşyna öýjük we biopolimer ulgamlary derejesinde syn etmeklik adamzada peýdaly maddalary, maşynlary we mehanizmleri hem-de biologik obýektleri: täze we modifisirlenen öýjükleri, dokumalary, biopolimerleri almak boýynça netijeli tehnologik önümçiligi döretmäge mümkinçilik berdi.

Biotehnologiýany ösdürmekde öýjügiň içki gurluşynyň, öýjük organelalarynyň işleýiş mehanizminiň we ýaşaýşy goldaýjy aýry-aýry maddalarynyň açylmagy uly ähmiýete eýedir. Biologik prosesleriň sazlanýşynyň we himizminiň mehanizminiň anyklanmagy bolsa, dürli-dürli biotehnologiýalaryň esasy goýmaga mümkinçilik berdi.

Şeýlelikde, biotehnologiýanyň obýektlerine jikme-jik häsiýetnama bermek we olaryň işleýşiniň esaslaryny bilmek janly tebigatyň peýdaly biotehnologik prosesler görnüşinde iňňän täsin we örän inçe gurnalan mehanizmine düşünmek üçin gerekdir.

1.1. Biotehnologiýanyň esasy bölümleriniň häsiýetnamasy

Adamzadyň ylmyň dürli pudaklarynda gazanan üstünliklerini umumylaşdyryp, biotehnologiýa boýunça işler dört sany ugur bilen, ýagny mikrob biotehnologiýasy (senagat mikrobiologiýasy), inžener enzimologiýasy, gen inženeriýasy we öýjük inženeriýasy boýunça alnyp barylýar. Emma, iýmit himiýasynyň, fiziologiýanyň, iýmitiň mediko-biologik we gigiýenik esaslaryna, iýmitiň önümçiliginiň gazanan üstünliklerine esaslanyp, häzirki wagtda azyk biotehnologiýasynyň aýratyn şaha bolup biotehnologiýadan bölünip aýrylandygyny bellemek gerek.

Mikrob biotehnologiýasy – biotehnologiýanyň iň iri we esasy bölümleriniň biridir. Mikrob biotehnologiýasy öz taryhyny XX asyryň ortalaryndan, ýagny biohimik Lui Pasteriň klassiki işlerinden alyp gaýdýar. Kristallografiýa boýunça ylmy tejribeleri geçirende, ol çakyr kislotasynyň rasematlarynyň ergininde ösdürilip ýetişdirilen zeň kömeleginiň izomerleriň diňe birini ulanýandygyna göz ýetiripdir. Mikroorganizmiň substrat bilen şunuň ýaly özboluşly täsiri mikroblaryň fiziologiýasyny çuňňur öwrenmäge sebäp boldy. Paster mikroblar diňe bir daşky görnüşleri bilen däl-de, eýsem olarda bolup geýýän massa çalşygynyň häsiýeti bilen hem tapawut edýändigini subut etdi. Bu ajaýyp açyş adamzadyň peýdasyna ulanmak üçin tebigatda giňden ýaýran mikroorganizmleri çuňňur öwrenýän mikrob biotehnologiýasynyň döremeginiň we ösdürilmeginiň esasy boldy.

Mikroorganizmleri amaly maksatlar üçin ulanmagyň çäklerini giňeltmek olaryň fiziologik we biohimiki özboluşlyklaryny öwrenmekden hem-de metabolizm prosesini sazlamagyň mehanizmini bilmekden ybaratdyr. Tebigy produsentleriň täze görnüşleriniň gözlegleri we ýokary öndürijilikli ştamlaryny almaga mümkinçilik berýän belli bolan mikroorganizmleriň seçgisi we genetika boýunça işler barha giňeldilýär. Bu meseleler indusirlenen mutagenез we iň gowy wariantlaryň basgançakly seçgisi ýa-da gen inženeriýasy usuly arkaly çözülýär.

Inžener enzimologiýasy – biotehnologiýanyň biologik katalizatorlar bolan fermentleri ulanyp, tehnologik prosesleri amala aşyran bölümidir. Gen inženeriýasy kimin ol hem mikrob organizmlerini däl-de, ösmek ukybyndan mahrum bolan öýjükleriň içindäki enzimiň ýa-da multienzim kompozisiýalarynyň esasynda maksatly häsiýetlere eýe bolan bioorganiki katalizatorlary konstruirlemek bilen meşgullanýar.

Inžener enzimologiýasy fermentleriň täsiriniň mehanizmini, gurluşyny, häsiýetlerini, funksiýalaryny öwrenýän biohimiýany, fiziki himiýany we gaýry ylymlary gaýtalaman, olaryň nazary esaslaryny amalyýetde ulanýar. Enzimiň häsiýetleri we olaryň özgermeginiň mehanizmi baradaky bilimleri ol takyk tehnologik meseleleri çözende, täze önümleri öndürende, onuň hilini gowulandyranda, çig malyň adaty bolmadyk görnüşlerini ulananda, zyňyndysyz tehnologiýany işläp düzende ulanýar. Göterijide immobilizlenen fermentleri we öýjükleri ulanmagyň geljegi has-da uludyr. Lukmançylykda dürli keselleri anyklamaklyk we üstünlikli bejermeçlik hut şu usuly ulanmak arkaly amala aşyrylýar. Mysal üçin, tromboz we ýürek infarkty bilen kesellän bimarlarda biologik ylalaşygy göterijilerde immobilizlenen fermentleri (mikrokapsulalar görnüşinde) gan geçiriji damarlara goýberýärler, gerek uçastoklarynda deponirleýärler we konsentrirleýärler. Immobilizlenen öýjükleri hapa suwlary biologiki usul bilen arassalamakda – denitrifikasiýa etmekde, agyr metallaryň ionlaryndan saplamakda giňden ulanýarlar.

Fermentatiw prosesler azyk önümlerini öndürmekde aýratyn orny eýeleýärler. Haýwanlaryň we ösümlikleriň dokuma fermentleri tagamyň we ysyň, goýulyk de-rejesiniň himiki öňden gelijileriniň azyk maddalaryň biopolimer ulgamynyň özüne mahsus bolan destruksiýasynyň hasabyna emele gelmegine, ýagny bişip ýetişme-gine (bu dürli tagamlary taýýarlamagyň iň esasy basgançagydyr) ýardam berýär-ler. Azyk önümçiliginde endogen katalizi bilen bir hatarda tehnologik prosesleri tizleşdirmek, azyk ulgamlarynyň häsiýetlerini we komponent düzümini modifisir-lemek, olaryň hilini üýtgetmek, saklamak möhletini artdyrmak, biologik we eko-logik howpsuzlygyny üpjün etmek üçin ekzogen fermentlerini ulanmaklygyny uly ähmiýeti bardyr.

Gen inženeriýasy – biotehnologiýanyň iň wajyp bölümleriniň biri bolup, onuň maksady genotipi täzeden kombinirläp, berlen häsiýetlere eýe bolan organizmle-ri döretmekden ybaratdyr. Gen inženeriýasy DNK-nyň molekulasyndan aýry-aý-ry genleri izolirläp ýa-da üýtgedip, ony modifisirleýär hem-de başga organizmle-re geçirýär. Gen inženeriýasynda gazanylan netijeleri, esasan, saglygy saklaýyşda ulanýarlar. Bu E.coliniň öýjüklerinde amala aşyrylan adamyň insulininiň biosintezi; wirusly ýokanç we çiş, ýagny düwnük keselleriň garşysyna ulanylýan interferonyň biosintezi; täze waksinalaryň [adamyň gepatit (saraltma) we sifilis kesellerine garşy, mallaryň agsyl (ýaşşur) keseline garşy] döredilmegi we ş.m. Döränine köp wagt geçmedik hem bolsa, gen inženeriýasy özüne degişli ugurlarda, şol sanda, transgen haýwanlary we ösümlikleri döretmek arkaly azyk önümçiliginde örän çalt ösýär. Häzirki döwürde azyk önümlerini öndürmekde biz düýpgöter täze özgertmeleriniň şaýadydyrys.

Gen inženeriýasynyň usullaryny käbir metabolik reaksiýalary üýtgetmek üçin hem ulanýarlar. Mysal üçin, eger-de piwo taýýarlamakda ulanylýan hamyrmaýa-laryň ştamlaryna aminooksidaza fermentini kodirleýän gen girizilse, ol suslodaky gandyň konsentrasiýasynyň ep-esli azalmagyna sebäp bolýar. Glikoliziň fermentle-riniň biri-birine bolan gatnaşyklaryny üýtgedip, spirtli ajamanyň netijeliligini gowu-lap bolar diýlip çak edilýär. Mikroorganizmleriň senagat ştamlary babatda mikrob genetikasynyň öňe gidişi ilkinji nobatda olaryň metabolizmini öwrenmäge we ony adamzadyň peýdasyna gönükdirmäge mümkinçilik berýär. Onuň üçin geniň ampli-fikasiýasyny geçirýärler, ýagny mikrob öýjüginde takyk bir geniň (onuň kodlaýan maddasynyň emele geliş tizligini artdyrmak üçin) nusgasynyň sanyny köpeldýärler. Bu usulyň manysy şundan ybarat: hromosomyň islendik genini (ýa-da genleriniň toparyny) amplifilirlmek mümkin bolar ýaly edip içege taýajygyna (E.coli) ýerleş-dirýärler. Adatça, her bir öýjükde plazmidleriň 1-den 30-a çenli nusgasy bolup, her haýsy 2-den 250-ä çenli gen saklaýar. Gen inženeriýasynyň kömegi bilen plazmid genleriniň nusgasynyň her öýjükdäki sanyny 3000-e çenli ýetirýärler.

Öýjük inženeriýasy – biotehnologiýanyň bölümi bolup, ol organizmlerden aýratyn bölünip alnan öýjüklerden dürli iýmit gurşawlarynda ösdürilip ýetişdirilen haýwan ýa-da ösümlik organizmleriniň öýjükleriniň ösdürmeleri ýa-da gen inženeriýasy usuly bilen alnan mikroorganizmlerden (beden öýjükleriniň gibridleşmesi, protoplastlaryň goşulmagy, öýjük organizmleriniň geçirilmegi we ş.m.) ybaratdyr. Öýjük inženeriýasynyň çözüň meseleleriniň biri täze öýjükleri we öýjük ulgamlaryny döretmekden ybaratdyr diýip hasap etseň bolýar. Bu bölüm biotehnologiýanyň in ýaş bölümleriniň biri bolup, ol XX asyryň 40-njy ýyllarynda döredi, ösüşinde ýoluk ýokary görterilme 1984-nji ýylda ösümlikleriň üznelenen protoplastlarynyň alnyş usullarynyň, şol asyryň 70-nji ýyllaryny bolsa beden öýjükleriniň açylan ýyly diýip hasap edilýär. Hut 1984-nji ýylda S.Milşteýn we G.Keller monoklonal antitelolary we N.Erne häzirki zaman immunologiýasynyň teoretiki esasy hasaplanylýan üç esasy konsepsiýasyny işläp düzendikleri üçin Nobel baýragyna mynasyp boldular.

G.Keller we S.Milşteýn antitelolaryň molekulalarynyň ýeke-täk görnüşini sekretirlemegi we ösdürmelerde ösüp bilýän öýjükleriň klonlaryny bölüp almagy başardylar. Antitelo emele getiriji öýjükleriň hem-de çiş öýjükleriniň goşulyşyp emele getiren we gibridler diýlip atlandyrylan öýjük-himerleriň ösdürmelerde çäksiz möçberlerde ösüp bilýändigine we belli özüne mahsus bolan aýratynlykly (monoklonal) antitelolary produsirläp bilýändigine göz ýetirdiler. Soňra G.Keller bu usuly kämilleşdirdi we antitelo emele getiriji öýjükleriň mutasiýasyny çuňňur öwrendi.

Monoklonal antitelolary ulanmagyň çäkleri örän giňdir: dürli maddalaryň mukdaryny kesgitlemekde, antigenleri identifikasiýa etmekde (tanamakda), allergenleri kesgitlemekde, gormonlary testirmekde, galkan şekilli mázleriň çiş keselini we bu keseliň beýleki görnüşlerini tanamakda ulanýarlar.

Monoklonal antitelolary garyndylardan aýry-aýry biologik işjeň maddalary bölüp almak üçin, analitiki immunologiýada öýjük membranalarynyň strukturasyny we funksiýalaryny öwrenmek üçin howply çiş keselleriniň terapiýasynda ulanýarlar.

Ösümlik öýjükleriniň we dokumalarynyň ösdürmelerini ýetşdirmegiň tehnikasyny kämilleşdirmek olaryň medenileşdirilen sortlaryny gowulamaga mümkinçilik berýär. SSSR YA A.K.Timirýazew adyndaky ösümlikleriň fiziologiýasy institutynyň alymlar topary Russiýa YA habarçy agzasy R.G.Butenkonyň ýolbaşçylygynda köp işler bitirdiler. 1984-nji ýylda olar üznelenen protoplastlaryň beden gibridleşmesi netijesinde ösümlikleriň taze sortlaryny almak hem-de ösümlikleriň üznelenen öýjükleriniň we dokumalarynyň fiziologiýasy we morfologiýasy boýunça geçiren ylmy işleri üçin SSSR-in Döwlet baýragyna mynasyp boldular.

Şeýlelikde, biotehnologiýanyň esasy bölümleri bu ylmy barlaglaryň şu günki ylmy-tehniki ösüşiň köp ugurlarynyň netijeliliginiň, jemgyýetiň abadanlygynyň, ekologik gurşawyň, netijede, adamzadyň öz ýaşayşynyň bagly bolan baş daýançlary we usullarydyr. Şu günki gün biotehnologiýanyň esasy obýektleriniň öýjükler we dokumalarydygy, biopolimer ulgamlar we olaryň metabolism derejesindäki öwrülişikleriniň mehanizmleridigi, janly organizmleriň alamatlarynyň nesilden nesle geçijiligidigi şübhesizdir.

1.2. Öýjük ýaşayşyň esasydyr

Janly-jandarlaryň ählisi öýjükdən başlanýar. Öýjügiň açylyşynda birinjilik inlis alymy Robert Guka degişlidir, onuň Londonyň Korol jemgyýetinde 1663-nji ýylyň 13-nji aprelinde eden ylmy dokladynda görkezen dyky agajynyň gabygynyň kesigine oturanlar tomaşa etdiler. Agajyň gabygyny düzýän ujypsyzja hanajyklary, onuň diwarjagazlaryny janly madda hasap edip, Guk “öýjük” diýip atlandyrdy. Gukuň bu açyşy ylymda in uly açyşlaryň biri hasaplanylýar. Emma, ol janly madda hökmünde öýjüniň diwarlaryny hasap edip, ýalňysypdyr, çünki öýjügiň janly maddasy onuň içindäki düzümi bölekleridir. 1888-1889-njy ýyllarda nemes biologlary M.Şleyden we T.Şwann öýjük taglymatynyň esaslaryny işläp düzdüler: öýjük – bu ähli janly-jandarlaryň gurluş we funksional birligi bolup, ol haýsydyr bir öýjüksiz zatdan emele gelmän, eýsem, 1855-nji ýylda P.Wirhowyň (Germaniýa) subut edişi ýaly, “Islendik öýjük – öýjükdən emele gelýär”. Öýjüksiz ýaşayş mümkin däldir. Janly organizmleriň gurluşynyň birmeňzeş bolşy ýaly, işleýşi hem birmeňzeşdir. 1875-nji ýylda fransuz alymy A.Lawuazýe ýaşayşy “himiki funksiýa” diýip kesgitlepdir. 1901-1907-nji ýyllarda J.Bernan ýaşayşa atomyň elektron ýagdaýlarynyň amala aşyrylmagynyň barha artyp barýan, üznüksiz, bölekleyin köp dürlüligidir diýen kesgitleme berdi. Emma ýaşayşyň alamatlary guralyşyň has ýokary derejesinde ýüze çykýar. Ýaşayşyň kesgitlemesine onuň düzümine girýän komponentler, gurluşy we olar bilen baglanyşykly bolan funksiýalar, hyzmatlar, ýaşayşy ulgamynyň daşky dünýä bolan gatnaşygy, ýagny ýaşayşyň ýagdaýy, janly ulgamyň häsiýetleri girizilmelidir. Toplanan bilimleriň we tejribeleriň esasynda ýaşayşy öýjükdən kiçi bolmadyk, daşky gurşaw bilen stasionar ýagdaýda we madda gatnaşygynda bolup bilýän, özüne meňzeşleri gaýtadan döretmäge we gurluş we hyzmat ýörelgelerini nesilden nesle geçirmäge ukyply bolan biopolimer ulgamlarynyň (esasan, proteinleriň we nuklein kislotalarynyň) ýaşap bilmek ukybydyr diýip kesgitlemek mümkindir.

Aristotelden (biziň eramyzdan ön 384-322 ýý. ýaşap geçen) başlap, alymlar janly organizmleri haýwanlar dünýäsine we ösümlikler dünýäsine bölüp gelipdirler.

Mikroskopik janly organizmlere janly tebigatyň bir bölegi hökmünde garapdyrlar. Bu döwür Antoni wan Lewengukyň (1632-1723) ylmy işleri bilen şöhratlanypdyr. XIX asyryň ikinji ýarymynda nemes alymy E.Gekkel mikroorganizmleriň haýwanlardan hem, ösümliklerden hem tapawutlanýandygyny görkezdi. Ol ähli mikroorganizmleri özbaşdak “dünýä” – Protistalar dünýäsine bölüp aýyrmagy tekliptdi. Protistalarda agzalar we dokumalar bolman, olar ösümlikler we haýwanlaryň arasynda aralyk ýagdaýda bolýarlar.

Protistalar dünýäsiniň has çuňňur öwrenilmegi olaryň birmeňzeş dældigini görkezdi, mikroorganizmler öýjük gurluşy we guramaçylyk derejesi bilen tapawutlanýarlar. Netijede, janly organizmleri ýokary derejeli we aşaky derejeli protistalara – eukariotlara we prokariotlara (bu adalgalar ylma XX asyryň 30-njy ýyllarynda E.Şatton tarapyndan girizildi) bölýärler. Eukariot gurluşa haýwanlaryň we ösümlikleriň öýjükleri, misellili kömelekler, maýalar (drožžiler), prokariot gurluşa bolsa bakteriýalar eýedirler. Janly materiýanyň düzümine girýän himiki maddalaryň gurluşy ikisinde hem bir meňzeşdir, emma spesifik, özüne mahsus bolan gurluşlary düýpgöter tapawutlanýarlar.

Mälim bolan janly organizmleriň iň kiçileri (0,1-den 0,15 mkm çenli) mikoplazmalar toparyna degişli bakteriýalardyr (wiruslardan başgasy), olar özünde 1200-e çenli protein molekulalaryny saklaýarlar we 100-e golaý fermentativ reaksiýalary amala aşyrýarlar. Şunuň esasynda mikoplazmalar toparynda öýjükleriň ýaşaýşyň öýjük derejesinde guralyşynyň teoretiki mümkin bolan aňryçäginä görkezýän ölçeglerini anyklamak başartdy. Ýaşaýşy zerur bolan komponentleri ýönekeý goşmak arkaly “almak” synanyşyklarynyň hiç haçan başa barmajakdygyny bilmelidir, çünki biologiýada goşulýan sanlaryň jemi hemişe olaryň ýönekeý summasyndan köpdür. Maddalaryň iň ajaýyp kombinasiýasy hem janly öýjükde bolup geçýän biohimiki prosesleri gaýtalyb bilmeýär, çünki onuň üçin belli bir struktura guralyşy zerurdyr, özem her strukturanyň ölçegleri bir öýjügiň ölçeglerinden kiçi bolmaly däl. Janly mitohondriýalar, ribosomlar ýokdur, emma özüniň daşky gurşawdan tapawutlanýan aýratyn ýagdaýyny (halatyny) üpjün edýän struktura bolan öýjük bardyr.

Şu nukdaýnazardan ähli janly-jandarlar bir öýjükli bolup we köp öýjükli bolup bölünýärler. Bir (ýeke) öýjükli organizm (mysal üçin, bakteriýalar, iň ýönekeýler-prosteýşiýe) örän köp hyzmatlary, ýagny köp öýjükli organizmleriň her bir öýjüginä hyzmatlaryndan has köp hyzmatlary ýerine ýetirýärler. Bir öýjükli organizm çylşyrymly organizmiň ähli hyzmatlaryna eýe bolup, janly-jandarlaryň häsiýetlerini özünde saklaýar, emma köp atomly organizmleriň diňe “erkin ýaşaýjy” öýjükleri bu häsiýete eýedirler. Orta ýaşan adamyň organizmi, takmynan, 100 trillion öýjükdendir, ýagny 10^8 öýjükdendir 1 organ. Emma bir organ 100 trillion öýjügiň jemine

deň däl-dir, fuhksional tarapdan ol özüniň düzümine girýän öýjüklerden has baýdyr. Bölünýän zigotlarda emele gelen täze öýjükleriň ählisi bir meňzeşdir. Emma embrional öýjükleriň islendik organyň emele gelyän meýdançasyna geçenleri täzedan gurulýarlar (düzülýärler) we täze hyzmatlara eýe bolýarlar. Bu öýjüklerde bölünmäge mümkinçilik döredýän biohimiki prosesler bolup geçýärler. Janly-jandarlaryň bedenleriniň tapawutlanmagy organdan başlanýar. Öýjükden soň hut organyň derejesinde organizmiň çylşyrymlaşmagy başlanýar.

Şeýlelikde, janly organizmlere umumy bolan ýörelgeler mahsus bolup, olaryň *ilkinjisi* – himiki elementler düzüminiň birligidir. Janly zady häsiýetlendirýän aýratyn bir elementi görkezmek kyndyr. Galyberse-de, ähli janly organizmleriň düzümine, esasan, D.I.Mendeleyewiň Periodiki sistemasynyň I-III periodlarynyň şol bir elementleri: kislorod, uglerod, wodorod, azot, kalsiý, fosfor, kaliý, natriý, hlor, kükürt, magniý we demir girýärler. Olaryň her biriniň tutýan orny uniwersal däl-de, unikaldyr, çünki olaryň bardygyna görä organizmi tapawutlandyryp (tanap) bolmaýar. *Ikinji ýörelge* – gurluşy çylşyrymly we häsiýeti unikal bolan himiki birleşmeleriň görnüşleriniň (tipleriniň) birligidir. Dürli häsiýetlere eýe bolmak we biohimiki proseslerde dürli hyzmatlary ýerine ýetirmek bilen himiki elementler, organizmi emele getirmekde we işletmekde janly-jandarlaryň ählisine mahsus bolan birmeňzeş maddalary: proteinleri, ýaglary, nuklein kislotalary we gantlary ene getirýärler. *Üçünji ýörelge* – ýedinstwo subkleteçnoý organizasii – öýjük çäklendirilmesi guralyşynyň birligi. “Tebigat ähli janly-jandarlary, tutuşlygyna bir meňzeş, emma böleklerini üýtgäp durýan bir gurluş meýilnamasy boýunça döredipdir” diýen pikiri XIX asyryň başynda fransuz zoology Etýen Žeffrua Sent-Iler aýdypdyr. Bu pikir hakykata ýakyn pikirdir. Organizmiň aýry-aýry organlardan ybarat bolşy ýaly, öýjük hem birnäçe döremelerden (obrazowaniýa): membrana görnüşli gurluşa eýe bolan ýadro, membrana, ribosomlar, lizosomlar we ş.m. ybarat bolup, olar dürli hyzmatlary (iýmitlenmäni, bölüp çykarmany, köpelmäni we başg.) amala aşyrýarlar. Membranalaryň (gurluşy boýunça bakteriýa, haýwan we ösümlik öýjükleriniň biri-birine örän meňzeşligi uniwersal “elementar membrana” barada söz açmaga mümkinçilik berýär) gurluşynyň bir görnüşliligi olaryň meňzeşligini, işleýşiniň bir meňzeşligini däl-de, olaryň gurluşynyň görnüşiniň birligini tassyklaýar. *Dördünji ýörelge* – janly organizmlerde öýjük gurluşynyň birligidir.

XX asyryň 30-njy ýyllarynda elektron mikroskopynyň açylmagy netijesinde alymlar bu gurluşlary (organellalary) has çuňňur öwrenmäge mümkinçilik aldy-lar. Membranalaryň iki görnüşi: içinde gurluş döremeleri (ýadro, mitohondriýalar) ýerleşen ýapyk membranalar hem-de biri-birinden aýratynlaşdyrylan, her birinde özüne mahsus bolan himiki prosesler (mysal üçin, Goljiniň enjamy) bolup geçýän bölümlerden ybarat açyk membranalar bardyr. Belli bir biohimiki reaksiýa jogap berýän ferment topary üznelenen bolup, maddalaryň biri-birine geçmek prosesi öwrülišiksizdir.

Şol bir wagtyň özünde, janly obýekt bolan öýjük üýtgewsiz (stasionar) ýagdaýdaky ulgamdan tapawutlanýandyr, oňuna we tersine geçýän reaksiýalaryň tizligi deň däl, bu ýagdaý reaksiýalaryň öwrülişiksizligini kesgitleýär; öýjük ulgamynyň erkin energiýasy noldan ýokarydyr; entropiýa özüniň maksimumyna, iň soňky derejesine ymtylýar, emma durmuşyň dowamynda oňa ýetip bilmeýär; özüni üýtgewsiz ýagdaýda saklamak üçin öýjüğe energiýa zerur we esasan-da, madda çalşygynyň özboluşly aýratynlygy we özüne meňzeşleri onuň öndürmäge bolan ukybydyr.

Madda çalşygy (metabolizm) öýjügiň özüni emele getirýän fermentleriniň gatnaşmagynda amala aşyrylýar. Protein tebigaty sebäpli bu biokatalizatorlar ýokary işjeňlige, öwrülişiklilige we spesifiklilige, özüne mahsuslyga eýe bolup, madda çalşygynyň şertlerini, prosesleriň ýumşaklyk bilen geçmegini, biri-birine berk baglanyşkly reaksiýalaryň dürli ugurlar boýunça geçip, gurluş materialynyň energetiki materiala öwürlmegini üpjün edýärler we tersine.

Janly ulgam özüne meňzeşleri öndürmezden we gurluşyň we hyzmatyň (funksiýanyň) esasy ýörelgelerini nesilden nesle geçirmezden, tebigatda ýaşap bilmeýär. Adam organizminiň ösüşiniň irki basgançaklarynda ähli öýjükler bir meňzeş bolup, janly-jandarlaryň hemme hyzmat-funksiýalaryna eýedirler, potensiýal mümkinçilikleri bir meňzeşdir, emma bölünmäniň belli bir sanyna, diýmek, öýjügiň belli bir sanyna çenlidir. Organizmiň buýrugy boýunça bölünme kesilýär, ilkişadaky öýjügiň 50-60 gezek bölünmegi netijesinde, DNK molekulasyň bardygy sebäpli, geçen nesilleriň ähli alamatlaryny özünde saklaýan täze organizm emele gelýär.

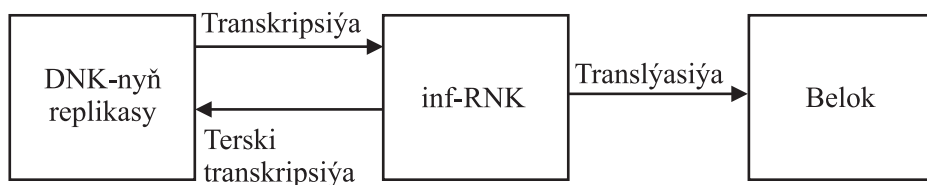
Umuman, janly organizm hakynda aýdanymyzda molekula janly diýip bilmeýäris, emma öýjügi öz strukturasyny we funksiýasyny bolan janly ulgam hökmünde öwrenenimizde, biz oňa organelleriň, molekulalaryň, hatda, elektronlaryň derejesinde seredip bileris.

Şeýlelikde, öýjük – bu janly organizmlere mahsus bolan we birmeňzeş bolup geçýän ähli funksiýalara eýe bolan iň kiçi gurluşdyr. Mysal üçin, dem alşyň funksiýasy daşky dem alşyň dürli görnüşlerine garamazdan, ösüşüň dürli basgançaklarynda (bir öýjüklilerde - bütün üsti arkaly, balyklarda – žabralar arkaly, süýt emdirijilerde – öýken arkaly) okislenmäniň netijesinde hemme organizmlerde bir görnüşli, şol bir fermentleriň gatnaşmagynda bolup geçýän ATF-y işläp çykarmakdan ybaratdyr. Dürli görnüşlerde we ewolýusiýanyň dürli basgançaklarynda ýüze çykýan hereketleriň (prokariotlarda – žgutigiň aýlanmagy, guşlarda – ganatlarynyň ýaýylmagy, sportsmeniň ylgamagy) köp umumylygy bardyr. Hereketiň molekulýar mehanizmleri protein molekulalarynyň özara täsirinden düzülýär we onuň guralmak derejesinde öýjükte gizlenip saklanýarlar.

Ähli janly obýektlerde iýmit siňdirilmeginiň funksiýasy hem bir görnüşlidir. Öýjükden daşarda iýmitlenmek we iýmiti agtaryp tapma usullarynyň tapawudy öýjük iýmitlenişiniň fermentleriniň birligini inkär etmeýär. Daşky gurşawyň ýokary molekulýar birleşmeleri öýjüğe düşüp, hemme janly organizmlere mahsus bolan we energetiki ýa-da gurluşyk materialy bolup hyzmat edýän monomerlere çenli dargaýarlar.

Strukturany we funksiýany nesilden nesle geçirmek häsiýeti belogyň sintezinde ýüze çykýar. DNK-nyň molekulasyndaky nukleotidleriň yzygiderliliginiň protein molekulasyndaky aminokislotalaryň yzygiderligine geçirilmegi belli bir organizmiň belogynyň indiwiidualygyny kesgitleýär we şol bir ýol bilen amala aşyrylýar. DNK-nyň molekulasyndaky nukleotidleriň yzygiderliligi özüne mahsus bolan obýektiň gurluşyny kesgitleýän koddur. Özüne has bolan kod baradaky maglumatyň geçirilmegi ähli organizmlerde öýjükleriň derejesinde (wiruslar, prokariotlar, eukariotlar) bir meňzeş bolup geçýär.

Tebigatda RNK wiruslary bardyr, olarda RNK-nyň replikasiýasy RNK-nyň matrisasynda amala aşyrylýar. Emma, köplenç, RNK-nyň matrisasynda ilkinji DNK-nyň sintezi bolup geçýär. Şeýlelikde, wirus RNK-syndaky maglumat terski DNK transkripsiýasy arkaly DNK geçirilýär (*1.1-nji surat*).



1.1-nji surat. DNK-nyň terski transkripsiýasynyň shemasy

Prokariotlarda maglumatlaryň (informasiýalaryň) şunuň ýaly ýol bilen geçirilişi belli däl. Emma, bu kadadan çykmaklyk “Gendäki nukleotidleriň yzygiderliligi proteindäki aminokislotalaryň yzygiderliligini kesgitleýär” diýen kadanyň dogrudygyna güwä geçýär. Özüne mahsus bolan kod hut şonuň üçin gerekdir. t-RNK-nyň protein sinteziniň amala aşyrylýan ýerine getirýän her-bir işjeňleşdirilen aminokislotasy triplet (kodon), ýagny geniň molekulasyndaky üç sany nukleotidiň yzygiderliligi bilen kesgitlenilýär. i-RNK-daky tripletleriň şol ýa-da beýleki yzygiderliligi protein zynjyryndaky aminokislotalaryň belli bir yzygiderliligini kesgitleýär. Dört harpdan A (adenin), G (guanin), T (timin), S (sitozin) ybarat bolan özboluşly alfawit nukleotidleriň şol ýa-da başga aminokislotany kodirleýän 64 kombinasiýasyny düzmäge mümkinçilik döredýär. Eýsem-de, aminokislotalaryň birnäçesi kodonlaryň iki ýa-da ondan-da köp sany bilen kodlanýar, şol sebäpden belogyň sintezinde diňe 20 sany triplet ulanylman, olaryň hemmesi (64-si) hem ulanylýar.

Şeýlelikde, belogyň sintezi, organizmiň konserwatiw alamatlarynyň geçirilmegi, ýagny onuň ýaşamagynyň ýörelgeleri üýtgemeyär, ol DNK-nyň strategik “görkezmelere” baglydyr. Öýjügiň tebigatyny özgertmek üçin onuň DNK-syny üýtgetmek gerekdir.

Netijede, öýjük hem-de tebigatda ýokary häsiýetlilik we netijelilik bilen amala aşyrylýan janly organizmlere mahsus bolan seýrek duş gelýän, ajaýyp (unikal) we köptaraply (uniwersal) prosesler hem biotehnologiýanyň obýektleridir. Şonuň üçin öýjük organellalarynyň gurluşy we işleýşi barada durup geçmek maksada laýykdyr.

1.3. Öýjügiň gurluşy we öýjük organelleriniň işleýşi

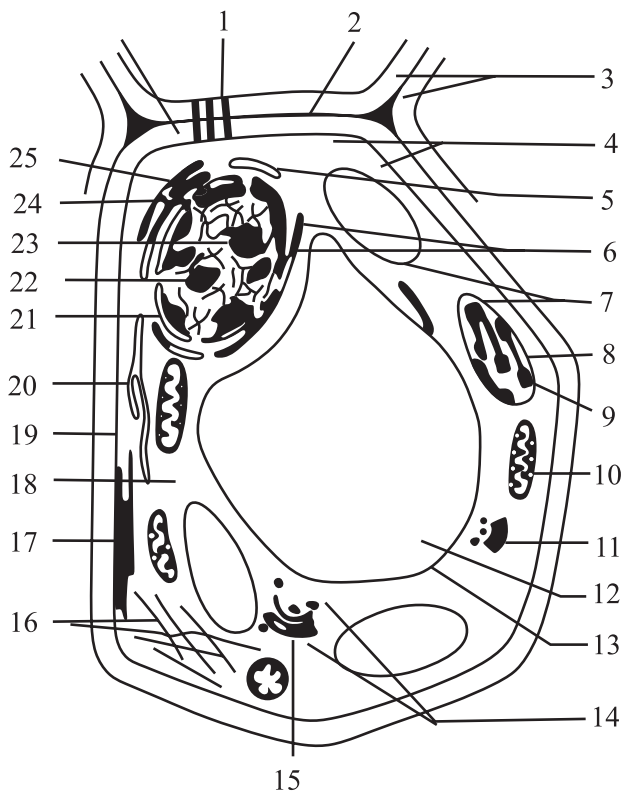
Umuman alnanda, haýwan, ösümlik we mikroorganizmleriň öýjükleriniň gurluşy bir meňzeşdir. Ilkibada bu ýagdaý mümkin däl ýaly görünse-de, haýwan organizmlerini ösümlik organizminden üzül-kesil tapawutlandyryan kesgitleýjiler ýokdur. “Mikroorganizm” düşüňjesiniň heniz taksonomiki manysy ýokdur. Ol diňe düşüňjaniň özünde berlen alamaty, ýagny organizmiň ölçeginiň kiçidigini aňladýar. Mikrobaryň morfologiýasynyň aýratynlyklary şunuň bilen kesgitlenilýär. Emma berk ylmy nukdaýnazardan seretsek, ösümlik organizmleri bilen beýleki janly-jandarlaryň arasynda takyk araçäk ýokdur, ol mikroskopik ölçeglerde geçýär. Elektron mikroskopiýasynyň gazanan üstünlikleriniň netijesinde, 1946-njy ýyldan başlap häzirki wagta çenli olaryň gurluşynyň aýratynlyklary barada maglumatlar toplanyldy. 1.2 we 1.3-nji suratlarda ösümlik we haýwan öýjükleriniň elektron mikroskopynyň kömegi bilen alnan ultragurluşy berilýär. Haýwan we ösümlik öýjüklerine umumy bolan gurluş elementlerine membranalary, ýadrony, mitohondriýalary, ribosomlary, lizisomlary, Goljiniň enjamyny, wakuollary we endoplazmatik retikulumy degişli edip bolar.

Öýjük membranalary. Öýjügiň mälim bolan ähli ultragurluşlary membrana hilli, ýagny daşynyň galyňlygy 75-100 Å bolan membrana bilen gurşalan gurluşa eýedirler. Sitoplazma membranasy (SPM) öýjügiň özüni hem gurşap, onuň içindäkileri öýjük diwaryndan – “daşlykdan” (polisaharidlerden emele gelen we membrananyň özünden takmynan iki esse ýukadyr) bölýär.

Öýjük membranalary öýjügiň işinde wajyp orun tutýarlar, şonuň üçin olaryň gurluşy we häsiýetleri bilen tanyşmak öýjükleriň ýerine ýetirýän hyzmatlaryny (funksiýalaryny) çuňňur düşünmekde ähmiýeti uludyr. Öýjügiň içindäkileriň gurşawdan bölünýän araçäginde bolýan sitoplazmatik membrana öýjüge zerur maddalaryň gelip, madda çalşygynyň önümleriniň bolsa gidip durmagyny sazlaýar. Membrana öýjükleriň her haýsynda özüne mahsus biohimiki prosesleriň geçýän

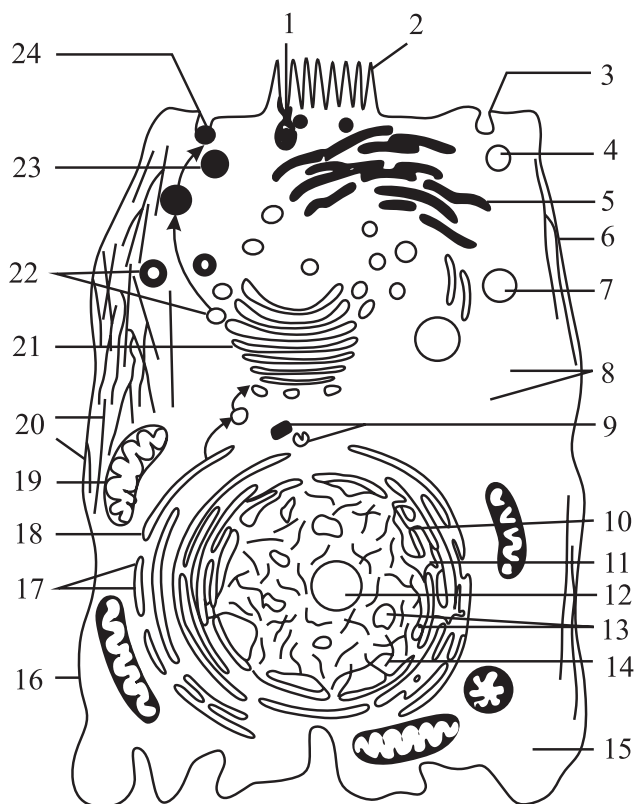
áýratynlaşdyrylan bölümlere bölýär. Membrananyň her birinde daşky gurşawdan ýa-da organizmiň özüniň başga böleklerinden gelýän dürli himiki maddalary ta-namak üçin gerek bolan reseptorlar ýerleşendir. Membranalarda käbir prosesler, mysal üçin, hloroplastlarda fotosintez, mitohondriýalarda okislendiriji fosforlanma reaksiýalary amala aşyrylýar.

Membranalaryň áýratyn özboluşly häsiýetine saýlaýjy geçirijilik, ýagny mem-branadan glýukozanyň, aminokislotalaryň, ýag kislotalarynyň, gliseriniň we ionla-ryň geçişini sazlaýjylyk häsiýeti degişlidir.



1.2-nji surat. Ösümlik öýjügiň elektron mikroskopiýasynyň kömegi bilen alnan umumylaşdyrylan ultrastrukturasý:

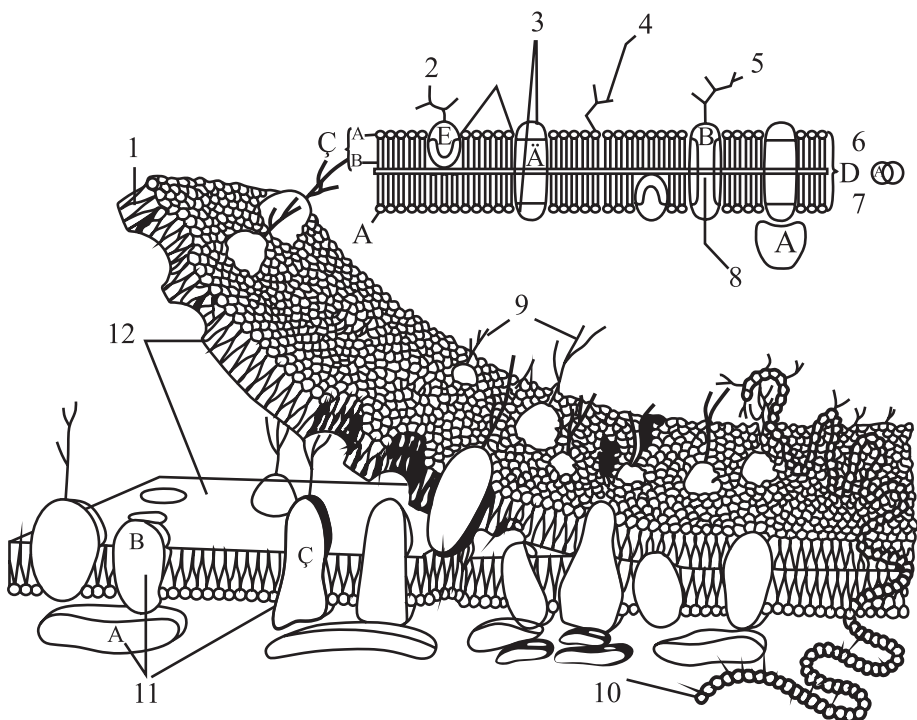
1 – plazmodesmalar; 2 – aralykdaky plastinka; 3 – goňşy öýjükleriň öýjük diwarlary; 4 – sitoplaz-mada ýaýran erkin ribosomlar; 5, 20 – degişlilikde ýylmanak we digir-digirräk endoplazmatik retikulum; 6 – endoplazmatik retikulum bilen baglaşan ribosomlar; 7 – hloroplastlar; 8 – hloro-plastyň gabygy (ikili membrana); 9 – grana; 10 – mitohondriýa; 11, 15 – Goljiniň enjamy; 12 – öýjük şiresi; 13 – tonoplast; 14 – Goljiniň köpürjikleri; 16 – mikrofilamentler (bütün öýjük boýunça ýaýran); 17 – mikroturbajyklar (köplenç, öýjügiň daş-töwereginde ýerleşýärler); 18 – sitoplazma; 19 – plazmatik membrana; 21 – muhromatin; 22 – geterohromatin; 23 – ýadrojyk; 24 – gidrofil kanaly (ýadro öýjügi); 25 – ýadronyň gabygy (ikili membrana); 26 – öýjük diwarjagazy



1.3-nji surat. Haýwan öýjüginin elektron mikroskopiýasynyň kömegi bilen alnan umumylaşdyrylan ultrastrukturasy (sadalaşdyrmak üçin suratda diňe ribosomlary özüne baglaşdyran endoplazmatik retikulumyň bölegi hem-de erkin ribosomlaryň diňe birnäçesi görkezilýär):

1 – ýuwdujy ýa-da çykaryjy gylдыrganjyklaryň esasyňyň kanallary; 2 – gylдыrganjyklar; 3 – döräp baryan pinositoz köpürjik; 4 – pinositoz köpürjik; 5, 18 – degişlilikde ýylmanak we digir-digirräk endoplazmatik retikulum; 6 – mikroturbajyklar (köplenç, öýjügiň daş-töwereginde ýerleşýärler); 7 – lizosoma; 8 – sitoplazmada ýaýran erkin ribosomlar; 9 – biri-birine gönüburç arkaly ýerleşen iki sany sentriollar; 10 – ýadronyň gabygy (ikili membrana); 11 – gidrofil kanaly (ýadro öýjügi); 12 – ýadrojyk; 13 – geterochromatin; 14 – euhromatin; 15 – sitoplazma; 16 – plazmatik membrana; 17 – endoplazmatik retikulum bilen baglaşan ribosomlar; 19 – mitohondriýa; 20 – mikrofilamentler (bütün öýjük boýunça ýaýran); 21 – Goljiniň apparaty; 22 – Goljiniň köpürjikleri; 23 – mäsleriň işläp çykaryan şireleriniň köpürjigi ýa-da owuntygy; 24 – sekretirlenýän önümiň ekzositozynyň bölegi

Gurluşlary boýunça bakteriýalaryň, haýwanlaryň we ösümlikleriň öýjükleriniň membranalary örän meňzeşdirler, bu ýagdaý olaryň gurluşy baradaky çaklamasyny (gipotezasyny) 1959-njy ýylda Robertsonyň hödürän köptaraply (uniwersal) “elementar” membranasy (unit membrane) dogry diýip aýtmaga esas döredýär. 1972-nji ýylda M.Sinter we G.Nikolson membrananyň has kämilleşdirilen suwuklyk-mozaika nusgasyny (modelini) hödürlediler (1.4-nji surat).



1.4-nji surat. Membrananyň suwuklyk-mozaikaly nusgasy:

a – tekizlikdäki şekillendirilişi; (B) – üç ölçegli nusgasy; 1 – membrananyň lipidleriniň molekulalarynyň gidrofil başlary we gidrofob guýruklary bardyr, şonuň üçin olar goşalaýyn gatlakda tertipli ýerleşendirler; 2 – proteinleriň gidrofob E u P bölekleri; 3 – belogyň gidrofil bölekleri; 4 – glikolipidiň molekulasyndaky lipide birleşen oligosaharidiň şahalanan zynjyry (glikolipidler glikoproteinlerden seýrek duş gelyärler); 5 – glikoproteiniň molekulasyndaky beloga birleşen oligosaharidiň şahalanan zynjyry; 6, 7 – degişlilikde, daşky we içki üstleri (B); 8 – gidrofil kanal ionlar we käbir polýar molekulalar geçär ýaly öýjükler hökmünde hyzmat edýär; 9 – glikozil topary öýjügiň üstünde ýerleşen, uglewodlar bilen birleşen glikoprotein (membranadan çykyp durýarlar); 10 – eritositiň membranasynda bolýan glikoforin; 11 – membrana proteinleri goşalaýyn gatlagy (A) ýanaşmagy, çümmegi (B) ýa-da sümüp geçmegi (Ç) mümkin; 12 – lipid molekulalarynyň goşalaýyn gatlagyndan ybarat bolan, köp sanly proteinler ýapyşan öýjük membranalary

SPM (sitoplazmatik membrana) iç tarapyna fosfolipid we trigliserid molekulalarynyň gidrofob guýrugy, daşyna bolsa olaryň gidrofil başjagazlary gönükdirilen goşalandyrylan lipid gatlagyndan ybaratdyr. Lipidleriň goşalandyrylan gatlagyna proteinler berkidilen bolup, olar bu gatlagyň içine sümülip ýa-da ýüzleýräk girip, onda “ýüzýärler”. Bu proteinlere *membrananyň integral proteinleri* diýip at berýärler. Emma käbir membranalary bir taraplaýyn ýa-da iki tarapyny hem süýndürilen molekulalar bilen basyryan çetki proteinler hem bardyr, şeýlelikde, SPM-ni, gö-degräk aýdylanda, içi üznüksiz uglewodorod gatlagy, daşynda bolsa uglewodorod

gatlagyny basyrýan proteiniň goşa gatlagy ýerleşen uç gatlakly “içleklä” (“piroga”) meňzedip bolar. Dürli öýjükleriň himiki düzümi bir meňzeşdir, ýagny belogyn mukdary 50-den 70%-e çenli, lipidleriň mukdary 15-den 45%-e çenli bolýar. Lipidler öýjükde, esasan, fosfolipidler görnüşinde fosfatidilgliserin we kardiolipin; seýregräk 3-fosfogliseriniň beýleki önümleri görnüşinde (fosfatidilinozit, fosfatidiletanolamin) we fosfatidilgliseriniň aminokislotaly önümleri görnüşinde bolýarlar. Umuman, öýjükdäki fosfolipidleriň toplumy organizmiň haýsy maşgala we görnüşe degişlilikde tapawutlanýar (maşgala we görnüş häsiýeti). Gliseriniň esasynda emele gelen lipidler özünde ýag kislotalarynyň bir ýa-da iki sany galyndysyny saklaýarlar, bu toplum hem maşgala we görnüş häsiýetlidir.

Lipidleriň esasy hyzmaty membrananyň mehaniki durnuklylygyny üpjün etmekden we oňa gidrofob (suwuň molekullaryny itermek) häsiýetlerini bermekden ybaratdyr. Membrananyň proteinleri – bular, esasan, fermentler bolup, olar beýleki öýjük proteinlerinden düzümindäki sistiniň azlygy bilen tapawutlanýarlar. Öýjük membranalarynda münlerçe protein molekullary bolup, olaryň her biri özüne mahsus hyzmatlary ýerine ýetirýärler, käbirleri diňe gurluş hyzmatlaryny, beýlekileri gurluş hyzmatlary bilen bir hatarda başga hyzmatlary hem ýerine ýetirýärler. Mysal üçin, käbir proteinler ýük daşaýjynyň hyzmatyny ýerine ýetirýärler we membranadan dürli maddalary geçirýärler. Alymlaryň çaklamasyna görä, protein molekullarynda ýa-da olaryň biri-biriniň arasynda emele gelen gidrofil kanallary (öýjükleri) membrananyň içinden geçip, polýar molekullar üçin geçelge döredýärler.

Membranalaryň hyzmatlarynyň biri olaryň düzümine ýüzünde glikozil toparlary antenna meňzeş şahalanan oligosaharid zynjyrlary bolan, glikoproteinleriň girýändigini bilen baglanyşyklydyr. Bu düzülmeler monosaharid galyndylaryndan durýar we olaryň arasynda emele gelen dürli baglanyşyklaryň we α - we β -formalaryň bolmagy sebäpli berk kesgitlenilen, emma örän köp sanly we dürli gurluşlar peýda bolýarlar. Öýjüğe daşky gurşawdan gelýän signallary hut oligosaharid zynjyrlary tanaýarlar. Bu ýagdaý dokumalaryň olaryň bölünýän prosesinde emele gelmegini üpjün edýär, çünki goňşy öýjükleriň tanaýjy meýdançalary ýelmeşmek üçin biri-biri bilen baglanyşýarlar. “Antennanyň” bu häsiýeti öýjüğe immun goraýjynyň (olarda glikoproteidler antitelolaryň hyzmatyny ýerine ýetirýärler) jogabyny ýerine ýetirmek üçin dürli sazlaýjy ulgamlaryň işini başlamaga mümkinçilik berýär. Şeýlelikde, gantlar maglumat beriji (informasionnoýe) molekullar ýaly hereket edýärler, bu ýagdaý olary proteinler we nuklein kislotalary bilen deňeşdirmäge mümkinçilik berýär.

Maddalaryň ýakyn aralyga bolan geçişini (transportyny) janly organizmler bir bitewi mehanizm boýunça, ýagny membrananyň üsti bilen öýjükde fermentleriň

kadaly işlemegini gazanmak üçin pH-yn we ionlaryň konsentrasiýasynyň degişli bahalaryny döretmek; öýjük komponentlerini emele getirmek üçin metabolizmi energiýanyň döremegini hem-de gurluş birlikleriniň emele gelmegini üpjün edýän iýmit maddalarynyň gelip durmagyny; öýjügiň özüniň ýaşaýşynyň netjesinde emele gelen önümleriň äkidilip durulmagy; nerw we myşsa dokumalarynyň işjeňligi üçin ion gradiýentlerini üpjün etmek arkaly amala aşyrylýar.

SPM-den öýjügiň, şonuň ýaly-da öýjük organelleriniň transportynyň dört sany mehanizmi mälimdir: diffuziýa, osmos, işjeň transport we ekzo ýa-da endositoz. Ilkinji iki ýagdaýda energiýa sarp edilmegi talap edilmeýär, prosesler passiw häsiýete eýedirler. Soňky iki ýagdaý işjeň proseslerdir, çünki olar energiýanyň sarp edilmegini talap edýärler. Seýrek ýagdaýlarda bolaýmasa, fosfolipidleriň goşalaýyn gatlagynda işläp bilýän membrana proteinlerinden ybarat ýörite transport ulgamy bolan maddalar ýuwudylyp bilinýärler.

Diffuziýa – ýörite bolmadyk görnüşde membrananyň iki tarapy boýunça konsentrasiýalaryň tapawudynyň ýa-da elektrik potensiallarynyň täsirinde maddalaryň öýjüge aralaşmagydyr. Gazlar, mysal üçin, kislorod, uglerod (II) oksidi, diffuziýa gradiýenti boýunça, ýagny konsentrasiýanyň ýokary çäginde konsentrasiýanyň pes çäğine tarap hereket edýärler. İşjeň bolmaýan diffuziýa membrananyň öýjükleri boýunça, ýagny onuň molekulýar sitolara meňzeş protein saklaýan meýdançalarynda ýa-da gönüden-göni membrananyň lipid fraksiýasynyň üsti bilen amala aşyrylýar. Madda diňe konsentrasiýa gradiýenti boýunça gelip gowuşýar, onuň gelip gowuşmagynyň tizligi molekulalaryň gabarasyna, olaryň lipofilik derejesine hem-de gradiýentiň ululygyna, diffuziýa hemişeligine we temperatura baglydyr. Ionlar we kiçi polýar molekulalar (glýukoza, aminokislotalar, ýag kislotalary) haýal, lipofil we zaryadsyz molekulalar tizräk diffundirleýärler, ýagny erän molekulalar polýarlylygy näçe pes bolsa, öýjüge şonça tiz girýärler, öýjüge girme tizligi molekulalaryň polýar we polýar däl bölekleriniň gatnaşygy bilen kesgitlenilýär; polýar däl böleginiň ulalmagy tizligiň ýokarlanmagyna getirýär.

Diffuziýa mehanizminiň warianty görnüşinde ýenilleşdirilen diffuziýany görkezmek mümkindir. Bu maddanyň öýjüge gelip düşmek prosesi bolup, göteriji (protein-ferment – permeaza) energiýa sarp etmän, maddalaryň konsentrasiýa gradiýentiniň ugruna geçirilmegini ýenilleşdirýär. Ähtimal, bu belogyň molekulasynda aýratyn kanal bolup, ol özünden diňe molekulalaryň belli bir görnüşini geçirýän bolmagy mümkindir. Alymlaryň çaklamasyna görä, substrat – ýörite protein, erän maddanyň molekulalaryny membrananyň daş ýüzünde berkidip, membrananyň iç ýüzüne geçirýän we ol ýerden olary üýtgetmän öýjüge geçirýän bolmagy ähtimaldyr. Geçirilýän maddanyň konsentrasiýasynyň membrananyň iki tarapyndaky tapawudy näçe köp bolsa, onuň sitoplazma geçmek tizligi şonça ýokarydyr.

Osmos – bu eredijiniň (biologik ulgamlarda erediji – suwdur) molekulalarynyň saýlaýjy öýjükli membrananyň üsti bilen has pes konsentrasiýaly çygyrdan ýokary konsentrasiýaly çygra geçmegidir.

Suwuň syzyjylygy (pronisaýemosty), ilkinji nobatda, osmos gradiýenti, ýagny osmos basyşynyň daşky gurşawdaky we öýjügiň içindäki tapawudy bilen şertlendirilýär. Bu tapawut, öz nobatynda, öýjügiň makromolekulalarynyň we polimerleriniň täsirinde döreýän basyşyna (kolloid-osmos basyşyna) baglydyr. Osmos we kolloid-osmos basyşy bilen şertlendirilen suwuň syzyjylygy diffuziýa hadysasyna esaslanandyr. Emma, suwuň öýjükden gurşawa we gurşawdan öýjüge we, tersine, geçirilýän, ýagny gidrostatik basyşlaryň tapawudynyň hasabyna osmos basyşynyň güýçleriniň garşysyna geçirilýän halatlary hem bolýar, muňa *ultrafiltrasiýa* diýilýär. Ol osmos gradiýenti boýunça-da, onuň tersine-de geçip bilýär. Osmos gradiýenti boýunça geçýän ultrafiltrasiýada suwuň geçirilmesi köpelýär, onuň tersine geçýän ultrafiltrasiýada bolsa peselýär, nola deň bolýar ýa-da suw ters tarapa geçirilýär. Suwuň osmos gradiýentiniň tersine geçirilmegi üçin elektrk gradiýentiniň bolmagy zerurdyr.

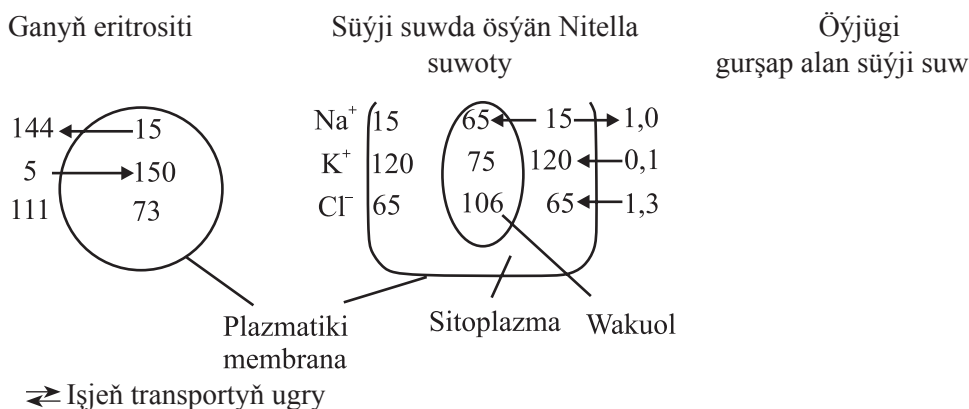
Elektroosmos – suwuň elektrik güýçleriniň täsirinde bolup geçýän hereketidir. Elektroosmosyň ýüze çykmagy üçin iki erginiň arasynda potensiallaryň tapawudy döremelidir hem-de erginler diwarlary (+) ýa-da (–) zarýadlanan öýjükler arkaly biri-biri bilen gatnaşykda bolmalydyrlar, ýagny öýjügiň diwarlary we erginleriň arasynda potensiallaryň tapawudy bolmalydyr. Elektroosmos prosesine elektrolitiň tebigaty, onuň konsentrasiýasy, membrana maddasynyň (öýjük diwarlarynyň) tebigaty, öýjükleriň ölçegleri we başgalar täsir edýärler. Ergindäki elektrolitleriň düzümine girýän ionlaryň (kationlaryň we anionlaryň) hereket ediljiligi näçe ýokary bolsa, öýjükleriň diwarlary bilen onuň içindäki erginleriň arasyndaky potensiallaryň tapawudy şonça uludyr. Öýjük diwarlarynyň maddasynyň tebigaty öýjükleriň zarýadlaryny üýtgedýär we kationlaryň we anionlaryň sorbsiýasyna täsir edýär. Zarýadyň ululygyna bolsa sorbsiýa derejesi täsir edýär. Eger-de öýjügiň diwarlary öz düzüminde otrisatel zarýadlanan toparlary saklaýan bolsa, kationlaryň sorbsiýasy ýokarlanýar, položitel zarýadlanan toparlary saklaýan bolsa anionlaryň sorbsiýasy beýgelyär. Polimerlerde otrisatel ýa-da položitel zarýadlanan toparlaryň bolmagy gurşawnyň pH-yna baglydyr. Şeýlelikde, gurşawnyň pH-ny üýtgedip, öýjügiň diwarlarynyň zarýadynyň belgisini üýtgedip, netijede, syzyjylygy sazlap bolýar.

Isjeň geçiş (transport) – membranalardaky potensiallaryň tapawudynyň ululygy daşyndan berlen elektrik meýdanlarynyň potensiallary bilen deňeşdirerlidir. Hasaplara görä, membrananyň üsti bilen öýjüge bir molekulanyň ýa-da ionuň gelip düşmegi ATF-yň (adenozintrifosfor kislotasynyň) bir molekulasyň sarp edilmegi bilen bolup geçýär. Energiýa zerurdyr, çünki madda özüniň diffuziýa netijesinde

hereket etmäge bolan tebigy dyrjaşmasyna garamazdan, ters tarapa hereket etmelidir. Bu hereket bir tarapa gönükdirilendir (öwrülişikli diffuziýadan tapawutlylykda). Membrananyň daş tarapyna gönükdirilen substrat - ýörite göteriji, geçirilýän madda bolan ýokary meňzeşlige eýedir, emma ol iş prosesiniň dowamynda üýtgeşmelere sezewar bolýar, netijede, membrananyň iç ýüzüne gönükdirilen göteriji bu häsiýetini ýitirýär. Geçirjek maddasyny tutmak, ýagny membrananyň daş tarapyna öwrülme we degişli meňzeşlige täzeden eýe bolmak üçin göterijä energiýa zerurdyr.

Maddalaryň protein-fermentleriň kömegi bilen bolup geçýän geçişi häsiýetli alamatlara eýedir. Birinjiden, ol geçirilýän maddanyň konsentrasiýasyna baglydyr; ikinjiden, diňe bir madda ýa-da oňa meňzeş maddalar topary geçirilýär; prosesiniň ingibirlenmegi (tizliginiň peselmegi) mümkindir.

Maddalaryň aglabasy öýjüge şeýle ýol bilen gelip düşýär. Gurşawda maddanyň mukdary az bolsa onuň geçiriliş tizligi iň ýokary derejä (maksimuma) ýakyn bolýar, şeýlelikde, madda konsentrasiýa gradiýentiniň garşysyna toplanmagy mümkin.



1.5-nji surat. Haýwan we ösümlik öýjüginde Na⁺, K⁺ we Cl⁻ konsentrasiýasy (mmol/dm³)

Ionlaryň diffuziýasynyň ugruny iki sany görkeziji, ýagny konsentrasiýa we elektrik zarýady kesgitleýär. Ionlaryň işjeň transporty – olaryň elektrohimiýa gradiýentiň garşysyna geçirilmegidir. Sitoplazmatik membrananyň iki tarapyndaky öýjüklerde potensiallaryň tapawudy, ýagny elektrik zarýady saklanylýar. Şu ýagdaýda öýjügiň içindäki daşky gurşawa görä položitel zarýadlanan bolýar, netijede, kationlaryň öýjügiň içine geçirilmegi bolup geçýär, anionlar bolsa öýjük tarapyndan iterilýär. Bu ýagdaýda geçirilmek belli derejede konsentrasiýa baglydyr. işjeň transporta (geçişe) gowy mysal – ATF bilen herekete getirilýän natriý-kalili “nasosdyr”. 1.5-nji suratda haýwan we ösümlik öýjükleriniň daşyndaky we içindäki suwuklyklarda agdyklyk edýän: Na⁺, K⁺ we Cl⁻ ionlarynyň mukdary görkezilendir.

Öýjükleriň iki görnüşinde-de K^+ ionlarynyň öýjügiň içindäki konsentrasiýasy daşyndakydan ýokarydyr. Şol bir wagtyň özünde-de, öýjükde Na^+ ionlarynyň konsentrasiýasy K^+ ionlarynyňkydan azdyr, ýagny Na^+ ionlary öýjükden işjeň çykarylýar, K^+ ionlary bolsa öýjüge işjeň girizilýärler. Bu öýjügiň göwrümini, nerw we mysşa öýjüklerinde elektrik işjeňligini, käbir maddalaryň işjeň transportyny bir de-rejede saklamak üçin zerurdyr. Kaliý öýjüge organizmde fotosintez prosesini, belog-yň sintezini, glikolizi, ATF-yň gidrolizini, dekarboksilirlmegi amala aşyrmak üçin gerekdir. Natriý, kaliý we ATF bolanda, nasos üznüksiz işleýär. Özbaşyna “nasos” – bu membrananyň bütin galyňlygyna içinden geçen proteindir. İçinden oňa Na^+ we ATF, daşyndan bolsa K^+ gelip düşýär. Ionlary nasoslap guýmak proteinde bolup geçýän konformasiýa özgermeleri bilen baglydyr. Gurşawdan ýuwudylan kaliniň iki sany ionyna öýjükden natriniň üç sany iony çykarylýar, netijede, membrananyň iki tarapynda potensiallaryň tapawudy döreýär. Ganyň plazmasynda Cl^- ionlarynyň agdyklyk etmegine garamazdan, haýwan organizminiň öýjüklerine Cl^- ionlarynyň akymy ýokdur, çünki öýjügiň içindäkiler gurşawa görä otrisatel zarýadlanandyr, şonuň üçin hloruň otrisatel ionlary iteklenilýär.

Endositoz we ekzositoz – dürli materiallaryň öýjüge gelip we ondan gidip durmagydyr. Endositoz iki hili bolýar: fagositoz we pinositoz, emma ikisinde-de plazmatik membrana özünde maddany alyp gitmek üçin çiş (düwün) ýa-da pökgerme emele getirýär. Netijede, köpürjik emele gelip, ol membranadan üzülip aýrylýar we sitoplazma düşýär, ol ýerde köpürjigiň membranasy bozulýar we madda protoplazma geçýär.

Fagositoz – bu gaty bölejikleriň siňdirilmegidir.

Pinositoz – suwuk materialyň siňdirilmegidir. Ol bir öýjükli (iň ýönekeý) organizmlere we beýleki öýjüklere, ganyň leýkositlerine, organizmiň düwünçek, bówrek, bagyr öýjüklerine mahsusdyr.

Membranalaryň gurluşynyň we hyzmatynyň, bu funksiýalaryň amala aşyrylmagynyň mehanizmleriniň aýdyňlaşdyrylmagy adamlaryň durmuşynda äpet uly tehniki çözügütleriň esasyny tutýar. Azyk senagatynda, lukmançylykda, daşky gurşawy goramakda membrana tehnologiýasynyň döredilmegi dünýä ylmy-tehniki progresiniň belli çelgisi (weha) boldy.

Endoplazmatik retikulum (ER). SPM-iň (sitoplazmatik membrananyň) pökgermelerinden emele gelyär, netijede, sitoplazma birnäçe özbaşdak giňişliklere, ýaýbaňlanan membrana haltajyklaryna, turbajyk şekilli silindrlere bölünýär. ER-iň bölegi ýadrony gurşap alyp, onuň daşky membranasy bilen bitewi bir tutuş zat emele getirýär. Onuň beýleki bölegi öýjük organelleriniň protein we lipid sintezine jogap berýän dürli ferment ulgamlaryny üzňeleşdirýär (izolirleýär). Eger-de ER-iň ýüzi ribosomlar bilen örtülen bolsa, oňa “büdür-südür” ýa-da granulaly diýilýär,

onuň ulgamlaryndan ribosomlarda sintezlenýän protein geçirilýär. Ýylmanak ER-de (ribosomsyz) lipidleri we steroidleri sintezleýän fermentler toplanandyr. Steroid gormonlaryny sintezleýän, detoksikasiýa proseslerine gatnaşýan öýjüklerde ýylmanak ER köp bolýar. ER öýjügiň esasy membranaly gurluşyny – Goljiniň enjamyny emele getirýär.

Goljiniň enjamy. Gözenekli toplumy ilkinji bolup 1898-nji ýylda açan italiýaly alymyň ady bilen atlandyrypdylar. Ol ýaýbaňlandyrylan membrana köpürjikleriniň (sisternalarynyň) disk şekilli bukjalaryndan (paketlerinden) durýar. Haýwan öýjüklerinde bu, adaty, kitap toplumyna meňzeş bir toplumdan, ösümlik öýjüklerinde birnäçe toplumdan (diktiosomdan) ybaratdyr. Toplumuň güberçek ujunda goşulan köpürjiklerden hemişe täze sisternalar emele gelýärler, beýleki ujunda bolsa, sisternalar täzedan köpürjiklere dargaýarlar. Goljiniň enjamynyň hyzmaty öýjügiň sintezleýän maddalarynyň gurluşyny we şekilini hem-de sekresiýasyny kesgitlemekden ybaratdyr. Şol ýa-da başga maddany (proteinleri, fermentleri, gantlary, lipidleri) öýjügiň haýsy künjegine gönükdirmelidigini bilmek mehanizmi häzire çenli belli däldir, emma hut Goljiniň enjamynda, mysal üçin, proteinler özlerniň ahyrky konformasiýasyna eýe bolup, öýjügiň içki gurluşlaryna ugrukdyrylýarlar ýa-da öýjükden çykarylýarlar. Proteinleriň saýlanylyp, bölünip çykarylmalygynyň önünden dogry paýlanylmagy torlaýyn toplumuň esasy hyzmatlarynyň biridir. Ondan başga-da, munda lizosomlar emele gelýärler.

Sitoplazma. Bu SPM bilen gurşalan öýjük içi zatlarydyr. Elektron-mikroskopiýa we biohimiki barlaglaryň görkezişine görä, sitoplazma – bu dispers gurşawyny we dispers fazany tapawutlandyryp bolýan geterogen ulgamdyr. İçinde erän görnüşdäki kiçi molekulaly maddalary saklaýan suwuk dispers gurşaw, proteinler, gantlar we olaryň konýugatlary ýaly uly molekulaly birleşmeleri saklaýan suw dispers faza bolup hyzmat edýär. Sitoplazmadaky maddalaryň köpüsi zarýadlanandyr, olardan proteinler hem položitel, hem otrisatel zarýadlanyp bilýärler, netijede, bu molekulalar hem bütin sitoplazma ýaly durnukly ýagdaýda bolýarlar.

Gomogen konsistensiyä eýe bolan we ereýji RNK-laryň toplumyny, ferment proteinlerini, metabolik reaksiýalaryň önümlerini we substratlaryny saklaýan sitoplazmanyň fraksiýasy “sitozol” ady bilen bellidir. Sitoplazmanyň beýleki böleginiň wekilçiligini dürli-dürli gurluş elementleri: membranalar (eger-de olar bar bolsa), genetiki aparat, ribosomlar, dürli funksional wezipesi we himiki tebigaty bolan goşantlar ýöredýärler. Sitoplazmanyň pH-sy gowşak kislota häsiýetine eýedir.

Sitoplazmanyň içindäkiler turgory kesgitleýärler. Turgor öýjügiň osmos basyşy (OB) täsirinde dörän ýagdaýyny häsiýetlendirýär. Öýjügiň içindäki OB, adaty, saharozanyň massa paýynyň 10-20%-e deň bolan erginine ekwiwalentdir. Öýjügiň içindäki OB bilen gurşawynyň OB arasyndaky balans bozulanda, öýjügiň heläk

bolmagy mümkindir. Gipertoniki erginini täsir etdirip, sitoplazmany öýjük örtü-
ginden aýyrmak arkaly öýjügiň heläk etdirilmegine *plazmoliz* diýilýär. Oňa ters
bolan hadysany öýjüge suwuklygyň baryp, onuň gipotoniki erginde ýarylmagyny
plazmoptiz diýip atlandyrýarlar.

Ýadro. 1823-nji ýylda iňlis botanigi Robert Braun öýjükde dykyz tegelek be-
denjikleri açdy we olara *ýadrolar* diýip at berdi. Ondan soňraky barlaglarda alym-
lar ýadronyň ähli ösümlik we haýwan öýjüklerinde bardygyny anykladylar. Öý-
jügiň ölçeglerinde ol göwrümli şar ýa-da ýumurtga şekilli, ösümlik öýjüklerinde
diametri 10 mkm-e, haýwan öýjüklerinde uzynlygy 20 mkm-e ýetýän iň uly gurluş
döremedir. Asetobulariýanyň (bir öýjükli deňiz suwotusynyň) ýadrosy diametri 1
mm bolan şarjagazdyr. Nemes alymy Ioahim Hemmerling XX asyryň 30-njy ýyl-
larynda asetobulýariýa bilen birnäçe tejribeler geçirdi. Ol öz işlerinde suwotuny
uzynlygyna kesip, onuň gögerijilik ukybyny barlanda, suwotunyň diňe ýadrosyna
degilmän goýlan kesiginiň gögerijilik we özüne meňzeş organizmi öndürip bilmek
ukybynyň saklanyp galýandygyna göz ýetirdi. Öýjügiň ýadrosyny ýitiren bölegini
dikeldip bolmaýar. Has soňky ylmy barlaglar ýadronyň öýjügiň gurluşyny, ösüş-
ni we ýaşayşyny kesgitleýän genetiki informasiýany (maglumaty) saklaýjydygyny
görkezdiler.

Ýadronyň gurluşy elektron mikroskopiýasynyň kömegi bilen hem subut edildi.

Ýadro iki membranadan ybarat bolan daşky we içki gabykdan durýar. Daşky
gabyk gönüden-göni endoplazmatik retikuluma (ER) geçýär we belogyň sintezi-
ni amala aşyran ribosomalar bilen örtülýär. Onuň öýjüklerinden ýadro giňişligi
boýunça nukleoplazmanyň arasy bilen nuklein kislotalarynyň, proteinleriň we
metabolitleriň transporty amala aşyrylýar. Öýjükler ýadro giňişliginiň içki we
daşky membranasynyň goşulmagy netijesinde belli bir gurluşa eýe bolýarlar.
Bu gurluş molekulalaryň (m-RNK-nyň, ribosoma proteinleriniň, nukleotidleriň,
DNK-nyň işjeňligini sazlaýjylaryň) öýjüklerden geçmegini sazlaýar. Nukleoplaz-
mada ýa-da ýadronyň şiresinde hromatin we birnäçe ýadrojyklar ýerleşýärler. Hi-
miki düzümi boýunça ýadro şiresi ionlardan, fermentlerden we nukleotidlerden
durýar.

Hromatin. Esas häsiýetli proteinler (gistonlar) bilen birleşen DNK-nyň
towlamlaryndan ybaratdyr. Gistonlar we DNK bilelikde nukleosomlary, ýagny hro-
mosomlaryň gurluş subbirliklerini emele getirýärler. Ýadrojyk ribosomal, ähtimal,
transport RNK-syny düzmek üçin informasiýa (maglumat) saklanylýan ýadrojyk
DNK-syny saklaýar. Genetiki informasiýa aýratyn subbirlikleriň – diňe ýadro
bölünmegi (mitoz) wagtynda görünýän hromosomlaryň arasynda bölünendir. Ýad-
ronyň bölünmegi genetiki materialyň reduplikasiýasyny we hromosomlaryň doly
toplumynyň bölünip aýrylan öýjüge berilmegini üpjün edýär. Ýadroda transkrip-

siýa arkaly informaciýa (matrisa) RNK-synyň emele gelmegi, informaciýanyň (maglumatyň) soňra sitoplazma geçirilmegi bilen bolup geçýär.

Mitochondriýalar. R.A.Kelliker owuntyk görnüşindäki mitohondriýalara ilkinji bolup 1850-nji ýylda myssa öýjüklerinde synlapdyr. 1898-nji ýylda Mihaelis olaryň esasy funksiýasynyň (hyzmatynyň) öýjükleriň aerob (kislorodyň gatnaşmagyndaky) dem alyjylyk işjeňligini üpjün etmeklik bolup durýandygyny açyp görkezdi. Mitohondriýalar bular ATF-yň sintez edilýän energetiki deposydyr. Öýjükde mitohondriýalaryň sany onuň energiýany üpjün edijiligine laýyklykda üýtgäp durýar. Mitohondriýalar spiral, tegelek, süýndürilen, jam şekilli, hatda, şahalanan görnüşde hem bolýarlar. Olaryň uzynlygy 1,5 – 10 mkm, ini – 0,25 – 1,00 mkm aralygynda bolýarlar. Köp sanly gipotezalaryň birine görä, ir wagtlar mitohondriýalar bakteriýa meňzeş özbaşdak jandarlar bolupdyrlar. Öýjüğe girip, olar onuň bilen mutualistik (iki tarapa-da peýdaly) peýwent (simbioz) emele getiripdirler we öýjüğe aerob dem alyjylyk ukybyny beripdirler. Öňki awtonomiýadan diňe özleriniň käbir proteinlerini sintezlemäge bolan ukyby we DNK molekulasyňa ýazylan hut özüne degişli informaciýasy (maglumaty) galypdyr. Ýöne, öz-özünden köpelmek ukyby welin ýitirilipdir. Mitohondriýalary iki sany – daşky we içki membranadan ybarat bolan gabyk örtýär. İçki membrana köp sanly darak şekilli epinleri – ýo - transport zynjyryny we ATF sinteziniň komponentlerini saklaýan kristleri emele getirýär. Daşky membrana molekulýar massasy 21000-den az bolan maddalar üçin geçirijidir. İçki membrana saýlaýjylyk geçirijiligi bilen tapawutlanýar. Mitohondriýalarda trikarbon kislotalary halkasyňa degişli, ýag kislotalaryny okisleýji fermentler, mitohondriýa RNK-sy we ribosomlary saklanylýarlar.

Mitohondriýalaryň funksiýasy substratlar okislenende bölünip çykýan energiýany toplamakdan we energiýany makroergli baglanyşyklarda saklaýjylar bolan ATF-ny emele getirmekden ybaratdyr.

Ribosomlar. Bular belogyň sintezine gatnaşýan organellerdir. Olar 1:1 ýada 1:2 gatnaşykda bolan proteinlerden we nuklein kislotalaryndan durýarlar. Ribosomlaryň ululygy 20x30x30 nm çäginde bolýar, sany bolsa 10^4 -e ýetýär, öýjük näçe tiz ösdügiçe, ribosomyň sany şonça köpdür. Her bir ribosoma iki görnüşli ribosomlary– eukariot öýjüklerinde tapylan 80S ribosomlary we prokariotlaryň sitoplazmasynda tapylan 70S ribosomlary emele getirýän iki sany uly we kiçi garaşly bölejige eýedir. Eukariot öýjüklerde ER-de lokallaşan, öz sintezlän proteinleri bilen baglanyşan erkin ribosomlaryň bolmagy gyzyklydyr.

Belogy sintezlände ribosomlar m-RNK-nyň uzaboýuna polisomlar diýlip atlandyrylýan ribosomlary emele getirýärler.

Lizosomlar. Bular daşy bir gat membranalar bilen gabalan, ululygy 0,2-den 0,5 mkm aralygynda, içi gidrolazalar bilen doldurylan özüne mahsus haltajyklardyr. Gidrolitik häsiýetli fermentler bilen kompleksde bolan lizosomlar biopolimerleriň

dargamagyny we siňdirilmegini üpjün edýärler. Bu fermentler $\text{pH} < 7$ optimuma eýe bolup, öýjügiň içindäkilerden izolirlenilmelidirler, çünki olar öýjügiň böleklerini dargatmaklary mümkindir. Gidrolazlaryň sintezini öýjük bütür-südü ER-de amala aşyrýar, soňra olar Goljiniň enjamyna (apparatyna) düşýärler we degişli öwürlişiklere sezewar bolýarlar, ondan ilkinji lizosomlar (fermentler bilen doldurylan Goljiniň köpürjikleri) görnüşinde aýrylýarlar.

Ösümlik öýjüginde lizosomlaryň hyzmatyny iri merkezi wakuol ýerine ýetirýär.

Wakuol. Bir gat membrana tonoplast bilen örtülendir we öz-özünü sazlaýjy özboluşly öýjük “sorujysy” (“nasosy”) bolup hyzmat edýär.

Haýwan öýjüklerinde uly bolmadyk wakuollar dürli: ýmit siňdirijilik, fagositoz, ýygrylmak ýaly hyzmatlary ýerine ýetirýärler. Ösümlik öýjüklerinde wakuol dürli hyzmatlary ýerine ýetirmek bilen, käbir halatlarda öýjügiň göwrüminiň 90%-ine çenlisini tutýar. Ol öýjük şiresini saklaýjydyr, onda dürli duzlar, witaminler, gantlar, ereýji proteinler, kislorod, uglerod (II) oksidi, pigmentler, hatda, öýjük üçin zäherli bolan madda çalşygynyň käbir wekilleri hem bardyr. Wakuol ösümlik öýjüginde turgory belli bir derejede saklaýar, güllere pigmentleriň – antosianlaryň hasabyna reňk berýär; lizosomlaryň hyzmatyny ýerine ýetirýär, ikilenji metabolitleriň, ýagny tanninleriň, ösümlik şiresiniň saklanylýan ýeridir; zerur bolanda sitoplazmanyň ulanýan ätiýaçlyk ýmit maddalaryny saklaýar.

Ösümlik öýjüginde öýjük şiresini saklaýjynyň (gabyň) hyzmatyny ýerine ýetirýän bir uly merkezi wakuol bolýar. Haýwan öýjüginde beýle organella ýokdur.

Öýjük diwarjagazy (ÖD). Ösümlik öýjügiňiň aýratynlyklaryna ilkinji nobatda aglaba bölegi sellýulozadan we süýümlerden durýanlygy üçin ýokary derejedäki berklige eýe bolan polisaharid gurluşly öýjük diwarjagazynyň bolmagy girýär. Sellýulozanyň keseligine ýerleşen wodorod baglanyşygy bilen “tikilen”, dessejikler görnüşinde ýygñalan aýratyn molekulalary mikrofibrillalar diýlip atlandyrylýar. Öýjük diwarjyklarynyň matriksine çümdürilen mikrofibrillalar onuň karkasyny düzýär. Matriks – bu ereýjiligi dürli bolan polisaharidler, pektinler we gemisellulozalarydyr. Pektinler monosaharidlerden, arabinozadan, galaktozadan we glýukuron kislotasyndan düzülendirler. Pektin maddalary dürli eredijilerde gemisellulozadan has gowy ereýändirler, şonuň üçin ekstrasiýada ilkinji bolup bölünip aýrylýarlar. Pektin maddalarynyň želatinlemek ukyby olaryň hut şu häsiýetine esaslanandyr.

Gemisellulozalar, bular aşgarlarda ereýän polisaharidler bolup, olar ksilozanyň, mannozanyň, galaktozanyň, glýukozanyň we glýukomannozanyň polimerleridir. Olaryň molekulalary, sellulozanyňky ýaly, uzyn, ýöne has şahalanan, az tertipleşen we ep-esli gysga zynjyrlary emele getirýärler.

Öýjük diwarjagazy birgiden wajyp hyzmatlary ýerine ýetirýär. Ol öýjügiň içindäkileriniň goragyny üpjün edýär we bitewiligini saklaýar, ÖD-niň ýokary gidrasiýasy (60–70%) onuň giňişliginde suwuň hereketini üpjün edýär, netijede, polisaharidleriň fiziki we himiki häsiýetleri gowulaşýar.

Plastidler. Hut ösümlik gurluşlary bolmak bilen, plastidler proplastidlerden (maýda bedenjiklerden) emele gelip, goşalaýyn membrana bilen gurşalandyr. Ösümlik öýjüklerinde plastidleriň üç götnüşiniň: hloroplastlaryň, leýkoplastlaryň we hromoplastlaryň bardygy anyklanyldy.

Hloroplastlar – öýjügiň içinde hereket etmäge ukyply ýaşyl plastidlerdir. Bu-lar belli bir derejede fotosinteziň bolup geýýän öýjük batareýjikleridir. Olar hlorofilli, karotinoidleri we DNK-lary saklaýarlar.

Hromoplastlar – özünde pigmentleri (karotinleriň 50-den gowragyny) saklaýan, ýapraklary, miweleri we gülleri gyzyly, sary we mämişi reňkler bilen reňkläp bilýän fotosintez bolup geçmeýän hlorofilsiz plastidlerdir.

Leýkoplastlar, iýmit maddalaryny (krahmaly, ýag görnüşinde lipidleri) ätiýaç görnüşinde toplan bilýän, şonuň üçin ätiýaç iýmit maddalarynyň toplanýan organlarynda köp mukdarda duş gelýän reňksiz plastidlerdir.

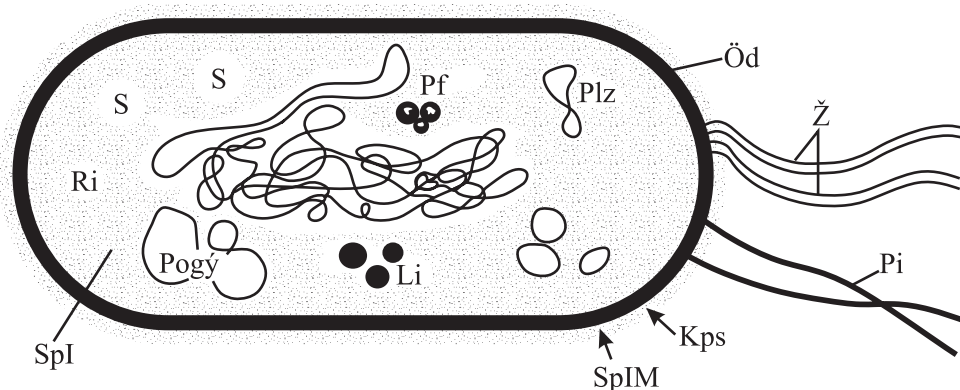
Häzirki wagt janly dünýä ulgamyna umumy bolan bir garaýyş ýokdur (baş ýa-da alty dünýäden ybarat klassifikasiýa (toparlara bölme) ulgamlary teklipe edildi), emma prokariotlara we eukariotlara bölmegiň has amatlydygyny ynamly tekrarlap bolar, çünki ol ýaşayşyň öýjük şekiliniň gurluşynyň düýpli tapawutlyklaryna esaslanandyr.

Prokariot (bakterial) we eukariot öýjükleriniň aýratynlyklaryny tapawutlandyrmak gerek. Eukariot öýjükleriniň (eusit) prokariot öýjüklerinden (protositlerden) iň esasy we häsiýetli tapawudy – bu olaryň genetiki aparatlarynyň gurluşy we onuň bölünüş usullarydyr.

Prokariotlaryň öýjüklerinde (*1.6-njy surat*) sitoplazmada nukleotid DNK-synyň köp toplanan ýerinde ýapyk ýüplük görnüşinde bolýar (bakteria hromosomasy). Sitoplazmanyň bu ýeriniň (nukleoplazmanyň) dykzlygy ony gurşap alan we özüde ribosomlary saklaýan sitoplazmanyňkydan pesdir. Ýadronyň ýerleşen meýdançasyny sitoplazmadan aýyryan haýsydyr-bir membrana gurluşy (strukturasy) ýokdur. Aýyk görnüşde bakteriýa hromosomynyň ölçegleri 1 mm çenli bolup biler, bu bakteriýanyň uzynlygyndan 1000 esse köpdür. Şeýle DNK-ny aralygy ýapýan mezosomanyň bir nokadyna berkidilen we bölünip aýrylan hromosomlaryň replikasiýasynda esasy hyzmaty ýerine ýetirýän ýeke-täk hromosoma hökmünde seredýärler.

Hromosom DNK-lary bilen bir hatarda bakteriýalaryň köpüsi wagtlaýynça hromosomyň daşyndaky halka görnüşinde ýapylan goşalaýyn spiral görnüşli

DNK-lary işledýärler. Bu awtonom görnüşde replisirleşýän DNK-lara *plazmidler* diýilýär. Belli bolan plazmidleriň ählisi 100-e golaý genleri özlerinde saklaýar we aýratyn fenotipik häsiýetleriň determinantlaryny göterýärler, ýöne zerur gerekli strukturalar bolmandyklary üçin, olar bölünenlerinde ýa-da daşyndan alnanda ýitirilip bilnerler.

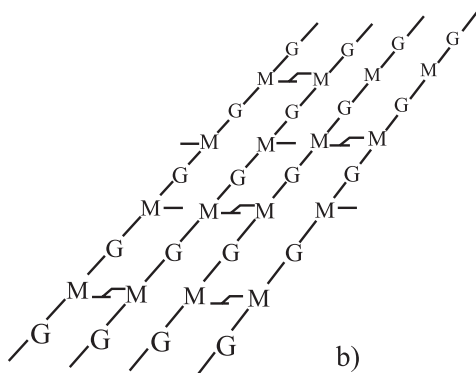
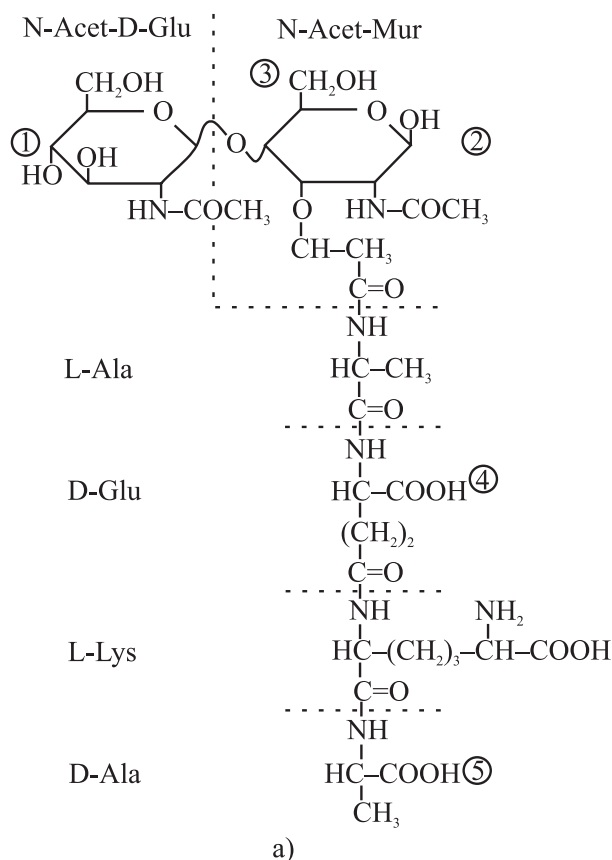


1.6-njy surat. Prokariot öýjügiň gurluş shemasy:

Gli – glikogeniň ownuklary; *Ž* – žgutjagaz (ýönekeý organizmli haýwanlaryň bedenindäki gyl görnüşli hereket organy, aýagy); *Kps* – kapsula; *Öd* – öýjük diwarjagazy; *Li* – lipid (ýag) damjajyklary; *PogÝ* – poli-P-gidrooksiýag kislotasy; *Pi* – pili; *Plz* – plazmida; *Spl* – sitoplazma; *Pf* – polifosfatyň owuntygy; *Ri* – ribosomalar we polisomalar; *Ý* – ýadro (nukleotid); *S* – kükürdiň birikmeleri; *SplM* – sitoplazmatik membrana

Prokariotlaryň aglaba köpçüligi üçin deň ululykly (gyradeň) binar (iki sany) bir meňzeş öýjükleriň emele gelmegi bilen keseligine bölünmek häsiýetlidir. Öýjükler bölünmezinden öň, DNK molekulalarynyň ýarym konserwatiw mehanizm boýunça bölünmegi (replikasiýasy) bolup geçýär. DNK-nyň mezosoma berkidilen nokadynda başlanan replikasiýa soňra aralyk strukturany emele getirip, gapmagarşy iki tarapa dowam edýär.

Janly organizmleriň öýjük diwarjagazlarynyň himiki esaslary biri-birlerinden tapawutlanýarlar. Mikoplazmalardan we *L* formalardan başga ähli bakteriýalarda öýjük diwarjagazy bardyr. Bu öýjügiň örän wajyp we hökmany struktura elementidir. Öýjük diwarjagazyň paýyna öýjügiň gury maddalarynyň massasynyň 5%-inden 50%-ine çenlisi düşýär. Öýjük diwarjagazy bu öýjüge belli bir forma (görnüş) berýän mehaniki päsgelçilikdir. Ol ýarym syzdyryjylyk, maýyşgaklyk häsiýetlerine eýedir we öýjükleriň gipotonik erginde işläp bilmegine mümkinçilik döredýär, öýjügiň üstündäki makromolekulalaryň bolmagy konýugasiýa döwründe öýjükleriň biri-biri bilen çaknyşyp durmagyny (kontaktyny) üpjün edýär.



1.7-nji surat. Mureiniň (a) strukturasy we N asetilglýukozaminiň (G) we N asetilmuram kislotasynyň (M) galyndylary bilen gezekleşýän heteropolimer zynjyrjagazlaryndan durýan keseligine tikilen üç ölçegli murein haltasynyň (b) shematik strukturasy:

1, 2 – Molekulanyň glikon esasyňyň polimerleşýän ýeri; 3 – (G+) prokariotlarda teýhoýe kislotasynyň birleşýän ýeri; 4, 5 – peptid baglanyşyklarynyň emele gelýän ýeri

Öýjük diwarjagazy, Gramyň pikirine görä, megerem, boýama jogapkärdir. 1884-nji ýylda daniýaly alym Hristian Ioahim Gram bakteriýalary boýamanyň usu-

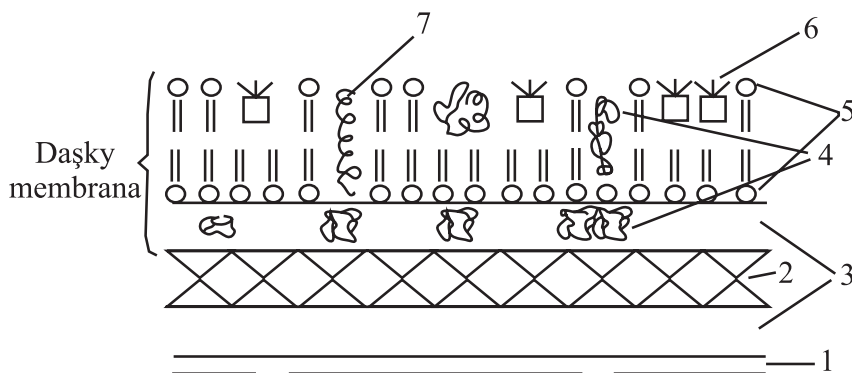
lyny teklipt etdi, şoňa görä bakteriýalaryň ählisi grampoložitel (G+) – goýy benewşe reňke boýalýan bakteriýalara, hem-de gramotrisatel (G–) – goýy benewşe reňke boýalmaýan (emma bägül reňkine öwrülýän) bakteriýalara bölünýärler. Gramyň usulynda reňk öýjük diwarjygynyň gurluşy we himiki düzümi bilen kesgitlenilýär, olaryň goýy benewşe reňki alyp bilýändigini ýa-da alyp bilmeýändigini organizmiň görnüşine bagly bolýar we wajyp taksonomik alamat bolup hyzmat edýär.

Grampoložitel bakteriýalaryň öýjük diwarjygynyň daýanç karkasy hökmünde poligeterosiklik birleşmeler – biri-biri bilen β -(1,4) baglanyşyk bilen birleşen (1.7-nji surat) *N* asetil-*D* glýukozaminden we *N* asetil muram kislotasyndan (*N* asetilglýukozaminiň süýt kislotasy bilen emele getiren efiri) ybarat bolan peptidoglikan hyzmat edýär. *N* asetilmuram kislotasynda süýt kislotasyň gidroksil toparyna (muram kislotasyň çalşyp bolýan toparlarynyň biri) *L* alaninden, *D* alaninden, *D* glýutamin kislotasyndan we ýa diaminpimelin kislotasyndan, ýa-da *L* lizinden (“peptid guýrugy”) durýan tetrapeptid gapdal zynjyry birleşendir. Bu karkasyň esasy aýratynlygy köp sanly keseligine ýerleşen peptid baglanyşyklary bilen baglanyşan polisaharid zynjyrlarynyň parallel ýerleşen gözenekleriniň bolmagydyr. Murein gözeneginiň paýy (G+) bakteriýalarda olaryň gury agramynyň 30-70%-ni tutýar.

Grampoložitel bakteriýalarynyň öýjükleriniň diwarjagazlarynyň galyňlygy 15...80 nm çenli barýar. Mikroorganizmleriň ýüzi hiç haçan tekiz bolmaýar.

(G+) prokariotlaryň öýjük diwarjagazlary ýokarda agzalan mureidlerden başga-da, ýene üç görnüşli ugurdaş komponent: teýhoýe kislotalaryny, polisaharidleri polipeptidleri ýa-da proteinleri saklaýarlar. Köplenç, bu teýhoýe kislotalary ribitiň ýa-da gliseriniň we murein bilen amid baglanyşygy şekilli (tipli) baglanyşyk emele getiren fosfor kislotasyň galyndysyny saklaýan polimerlerdir. (G+) prokariotlaryň esasy antigenleri bolmak bilen, olar tutuş peptidglikan gatlagynyndan sümüp geçip, öýjük diwarjyklaryna çenli ýetip bilýän uzyn we göni molekulalardyr.

(G–) prokariotlaryň öýjük diwarjagazy has çylşyrymly gurluşa eýedir. Peptidoglikan sitoplazma membranalaryna gowşak ýapyşyp, öýjük diwarjagazyň diňe içki gatlagyny emele getirýär. (G–) prokariotlaryň dürli görnüşlerinde bu geteropolimerleriň mukdary öýjük diwarjygynyň gury maddalarynyň agramynyň 1-10%-ni tutýar. Murein haltasynyň bir gatlagynyň (seýrek ýagdaýlarda, iki gatlagynyň) ýokarsynda öýjük diwarjygynyň mozaika gurluşly daşky gatlagy (daşky membranasy) ýerleşýär. Daşky membrana nagşyndaky ýaly, biri-birine görä belli bir tertipde ýerleşen proteinlerden, fosfolipidlerden we lipopolisaharidlerden durýar. Fosfolipidleriň goşalaýyn gatlagyna ony parran deşip geýän proteinler – porinler berkidilendirler. Bu transmembrana proteinleri membranalaryndan kiçi molekulaly maddalary goýberýän gidrofil öýjüklerden başga hiç zat däl. Lipoprotein molekulalarynyň gidrofil uçlary murein gatlagy bilen kowalent baglanyşyk bilen berkidilen, lipofil uçlary bolsa fosfolipidiň goşalaýyn gatlagyna çümdürilen ýagdaýda birikdirilendirler. Bakteriýalaryň dürli ştamlaryny immunologiýa usuly arkaly tanap bilýän *o* antigenleri bolan lipopolisaharidler hem hut şu ýerde ýerleşendirler (1.8-nji surat).



1.8-nji surat. (G-) – bakteriýalaryň öýjük diwarjagazyňyň gurluşynyň modeli:

1 – SPM; 2 – peptidoglikan gatlagy; 3 – periplazmatik giňişlik; 4 – proteinler;
5 – fosfo-lipidler; 6 – lipopolisaharidler; 7 – proteinler – porinler

Bakteriýalaryň öýjük diwarjagazynda, bir tarapdan, haýwanlaryň we ýokary derejeli ösümlikleriň öýjük diwarjagazlarynda duş gelmeýän maddalar (D alanin, peptidoglikan we ş.m.) bardyr, beýleki tarapdan, onuň daýanç karkasy gurluşy boýunça ähli ýokary derejeli ösümlikleriň öýjük diwarjagazlarynyň baş komponenti bolan β -D glýukozanyň polimerine – selluloza meňzeşdir.

Käbir bakteriýalaryň öýjük diwarjagazlarynyň daşy güýçli suwlulandyrylan dürli galyňlykdaky material bilen gurşalandyr. Prokariotlaryň polimerleri biosintezlemegi netijesinde bakteriýalaryň öýjükleri nemli maddalar bilen örtülýärler. Gurluşyna baglylykda şeýle döremeler aşakdaky ýaly atlandyrylýarlar: *kapsulalar* – öýjük diwarjagazyndan ýokary derejede nemlenen hem-de *nemler* – bölünip çykyan we daşky gurşawda aýratyn önüm görnüşde toplanýan kapsulanyň komponentidir.

Kapsulalar suw fazasyndan we asly, esasan, uglewodlardan ybarat bolan polimerlerden durýarlar. Polisaharidleriň gurluşy blok (daňy) görnüşindedir. Kapsulaly polisaharidler, glýukozadan başga, aminogantlary, ramnozany, 2 keto-3 dezoksiga-lakturon kislotasyny, uron kislotalaryny we organiki kislotalardan protein we uksus kislotalaryny saklaýarlar. Käbir görnüşleriň kapsulalary polipeptidlerden (poliglutamin kislotasyndan) durýarlar.

Kapsulaly polisaharidler ganyň plazmo çalşyryjysy, diagnostik serişdeler, ýorka (plýonka) emele getirijiler, fermentleriň stabilizatorlary hökmünde we derman serişdelerini taýýarlamakda ulanylýarlar.

Emma kapsula emele getiriji mikroblaryň birnäçesini azyk senagatynyň dürli pudaklarynda ulanyp bolmaýar. Mysal üçin, gant şugundyryndan gant öndürmek üçin ulanylýan *Leuconostok* görnüşine degişli mikroblar zeperli (defektli) melassanyň emele gelmegine, maýa (drožži) öýjükleriniň biri-birine ýelimlenmegine, piwo we alkogolsyz içgileriň önümçiliginde ajamanyň wagtyň köpelmegine, süýt konserwalarynyň gatamagyna sebäp bolýarlar. Sibir ýazwasyny dörediji mikrob *Bacillus anthracis* makroorganizme düşüp, kapsulanyň döremegine we kesellemek howpunyň ýokarlanmagyna getirýär.

Prokariotlaryň sitoplazmatik membranalary, gurluşyna görä, ýokarda agzalan ösümlük we haýwan eukariot membranalaryna meňzeşdirler.

Öýjükleriň gury maddalarynyň agramynyň bary-ýogy 8-15%-ni tutmak bilen, membranalar olaryň lipidleriniň 70–90%-ni özlerinde jemleýärler. Membrananyň kese kesigi (galyňlygy) 7,5–8,0 nm. Sitoplazmatik membrana – proteinlipid kompleksi bolup, ondaky proteinleriň mukdary 50–75%, lipidler 15-den 45% aralygyndadyrlar. Ondan başga-da, membranalaryň düzüminde uglewodlaryň birazrak mukdary bardyr. Inwaginasiýalary (içki wpýaçiwaniýalary) bakteriýalarda aýratyn gurluşlar – mezosomlar düzýärler. Funkisional tarapdan mezosomlar eukariotlaryň mitohondriýalaryny ýada salýarlar. Mezosomlaryň bir görnüşi (päsgeçiler) öýjükleriň bölünýän wagty päsgeçilikleri emele getirýärler; gapdal mezosomlar öýjük membranalary bilen gapdal lokal baglanyşykly bolup, olar päsgeçilikleri emele getirmäge gatnaşmaýarlar. Gapdal mezosomlarda dem alyş zynjyrynyň fermentleri bolan sitohromlar lokallaşýarlar diýen çaklama bar. Olar membrana lipidleriniň esasy sintezlenýän ýeridir.

Prokariot we eukariot organizmleriň öýjükleriniň gurluşynyň doly bolmadyk analizini geçirmän, 1.1-nji tablisada olaryň diňe käbir tapawutlary berilýär.

1.1-nji tablisa

Prokariotlaryň eukariotlardan esasy tapawutlary

Alamat	Prokariot (bakteriýalar)	Eukariot		
		mikroorganizmler (kömelekler, maýalar)	ösümlük öýjügi	haýwan öýjügi
Gen apparaty	Nukleoid (DNK molekulasy, ýapyk halka, sitoplazmada erkin ýüzüp ýören). DNK öýjügiň içindäkilerden aýyrýan gabyk ýok. Plazmidalar bar.	Iki membranadan durýan ýadro gabygyndan ybarat bolan çyn ýadro. Nesilden nesle geçijiligiň material esasy – DNK birden köp bolan hromosomalarda bölünen.		
Öýjük diwarjygy	Esasy komponent–murein.	Esasy komponent–hitin.	Esasy komponent–selluloza.	Aýratyn gurluş hökmünde ýok
	Kapsulalary we nemleri emele getirmäge ukyply	Kapsulalary we nemleri ýok		
Ribosomlar	70 S	80 S	80 S	80 S
Wakuollar	Gazly, gaz köpürjikleriniň (wezikullaryň) üýşmeginden emele gelen	Ýygrylmak, öýjük şiresi bilen doldurylan, osmos basyşyny sazlaýan	Öýjük şireli (öýjügiň 90%-e çenli göwrümi) bir sany merkezi	Uly bolmadyk wakuollar: iýmit siňdiriji, fagosit, awtofag, ýygrylyjy

1.4. Öýjügiň esasy biopolimerleriniň we olaryň önümleriniň häsiýetnamasy

Polimerler – biri-birine belli bir yzygiderlilikde birleşen aýry-aýry böleklerden ybarat bolan uly we maýyşgak molekulalardan emele gelen ýokary molekulyly birleşmelerdir. Janly öýjüklerde olar, esasan, proteinler, nuklein kislotalary, uglewodlar we ýaglardyr.

Bu äpet uly molekulalary emele getirýän elementler, esasan, uglerod, wodorod, kislorod we azotdyr. Olaryň paýyna janly organizmleriň gury maddalarynyň massasynyň 97%-i düşýär. Elementleriň arasynda iň wajyby ugleroddyr. Organiki maddalar – bular yglerod elementiniň birleşmeleri bolup, onuň atomlary birgiden unikal himiki häsiýetlere eýedir: elementleriň atomlary bilen, şol sanda uglerodyň atomlary bilen hem, durnukly we berk kowalent baglanyşyklaryny emele getirýärler. Uglerod ýadrosynda alty sany protony, atomyndaky *s* we *p* orbitallarynda bolsa 6 sany elektrony saklaýar. Reaksiýanyň netijesinde uglerod öz ýadrosynyň daşynda sekiz elektrondan ybarat bolan kowalent baglanyşyklary arkaly durnukly elektron gabygyny emele getirýär. Uglerod pugta zynjyrlaryň ýa-da halkalaryň üsti bilen C–C baglanyşykly organiki birleşmeleriň adaty bolmadyk ummasyz köpçüligini emele getirýär.

Janly öýjüklerde D.I.Mendeleyewiň Periodiki tablisasyndaky himiki elementleriň 70-e golaýy gabat gelýär. Janly organizmleriň düzümine mukdar taýdan goşandy boýunça elementleri mikroelementlere we makroelementlere bölýärler.

Makroelementler C, O, H we N – ilki bilen organogenlerdir, janly organizmleriň ähli maddalarynyň gury agramynda olaryň paýy 90–97%-ä çenli barýar, şolaryň arasynda iň esasyly: paýy 50%-e çenli ýetýän uglerod, 20%-e çenli ýetýän kislorod, 14%-e çenli ýetýän azot, 8%-e çenli ýetýän wodoroddyr. Janly organizmler ýakylanda emele gelýän külüň düzümine girýän elementleriň – S, P, K, Ca, Mg we Fe paýyna bary-ýogy 3-10% düşýär, emma öýjügiň osmos basyşyny sazlamaga gatnaşýarlar, şolara görä protoplazmanyň ýagdaýyny, biohimiki reaksiýalaryň ugruny we tizligini kesgitleýärler. Mysal üçin, adam organizminde demriň bary-ýogy 4-5 g bar, emma onuň bolmazlygy gany kislorod bilen üpjün edýän gemoglobiniň hyzmatynyň doly ýitirilmegine getirýär.

Mn, Zn, Co, Cu we başg. mikroelementler öýjügiň düzümine örän ujypsyzja mukdarlarda girýärler we organizmiň ýaşayşynda wajyp orun eýeleýärler, mysal üçin, azody özleşdiriji bakteriýalar tarapyndan azodyň molekulalarynyň özleşdirilmegine gatnaşýarlar.

Bu elementleriň hemmesi guramaçylygyň we ösüşiň dürli basgançaklaryndaky ähli organizmler üçin umumy fundamental meňzeşligi bolan birleşmeleri eme-

le getirýärler. Ilki bilen bu suwdur; onuň massasy bakteriýa öýjüklerinden başlap, tä adam (*Homo Sapiýens*) organizmine hem-de biopolimerleriň esasyňy düzýän gurluşyk toplumlarynyň massasynyň 60-dan 95%-ine çenlisini tutýar. Bular polisaharidleriň molekulalary üçin monosaharidler, proteinleriň molekulalary üçin aminokislotalar we nuklein kislotalarynyň molekulalary üçin bolsa nukleotidlerdir. Molekulýar massasy pes hem bolsa, biri-biri bilen birleşip, molekulalaryň iri toparlaryny emele getirip bilýän lipidleri (ýaglary) hem olara degişli edip bolar.

Proteinler. Proteinleriň gurluşyk birlikleri aminokislotalarydyr. Öýjüklerde 170-den gowrak aminokislotalar bolup, şolaryň bary-ýogy 20-sini proteinleriň haýky komponentlerine degişli edip bolar. Proteinleriň element düzümi kân bir üýtgemeyär. Ugleroddan, kisloroddan, wodoroddan we azotdan başga olaryň düzümine käbir halatlarda kükürt we fosfor girip bilerler. Proteinleriň molekulýar massasy onlarçadan ýüzlerçe münňün arasynda üýtgäp biler. Proteinler – bular biri-biri bilen polipeptid baglanyşygy bilen baglaşan aminokislotalardan ybarat polimerlerdir, has takygy, sopolimerlerdir.

Ösümlikler özlerine gerek bolan aminokislotalaryň ählisini sintezleýärler, haýwanlar bolsa *çalşyp bolmaýan* diýilýän 8 aminokislotany sintezlemäge ukuby ýokdur. Kähalatlarda proteinde onuň düzümine girmeyän, öýjüklerde aralyk metabolitler hökmünde bolýan aminokislotalar (mysal üçin, norwalin) hem duş gelýärler. Olar molekulýar massasy pes bolan dürli polipeptidleriň hem-de antibiotikleriň düzümine girýärler. Funksional nukdaýnazardan wajyp bolan biologiki molekulalar ýaly, aminokislotalar we olardan emele gelen makromolekulalar – proteinler hem asimmetrikidirler. Proteinlerdäki aminokislotalaryň ählisi diýen ýaly α uglerod atomyndaky toparlaryň ýerleşişine görä kesgitlenilýän *L* konfigurasiýa eýedir.

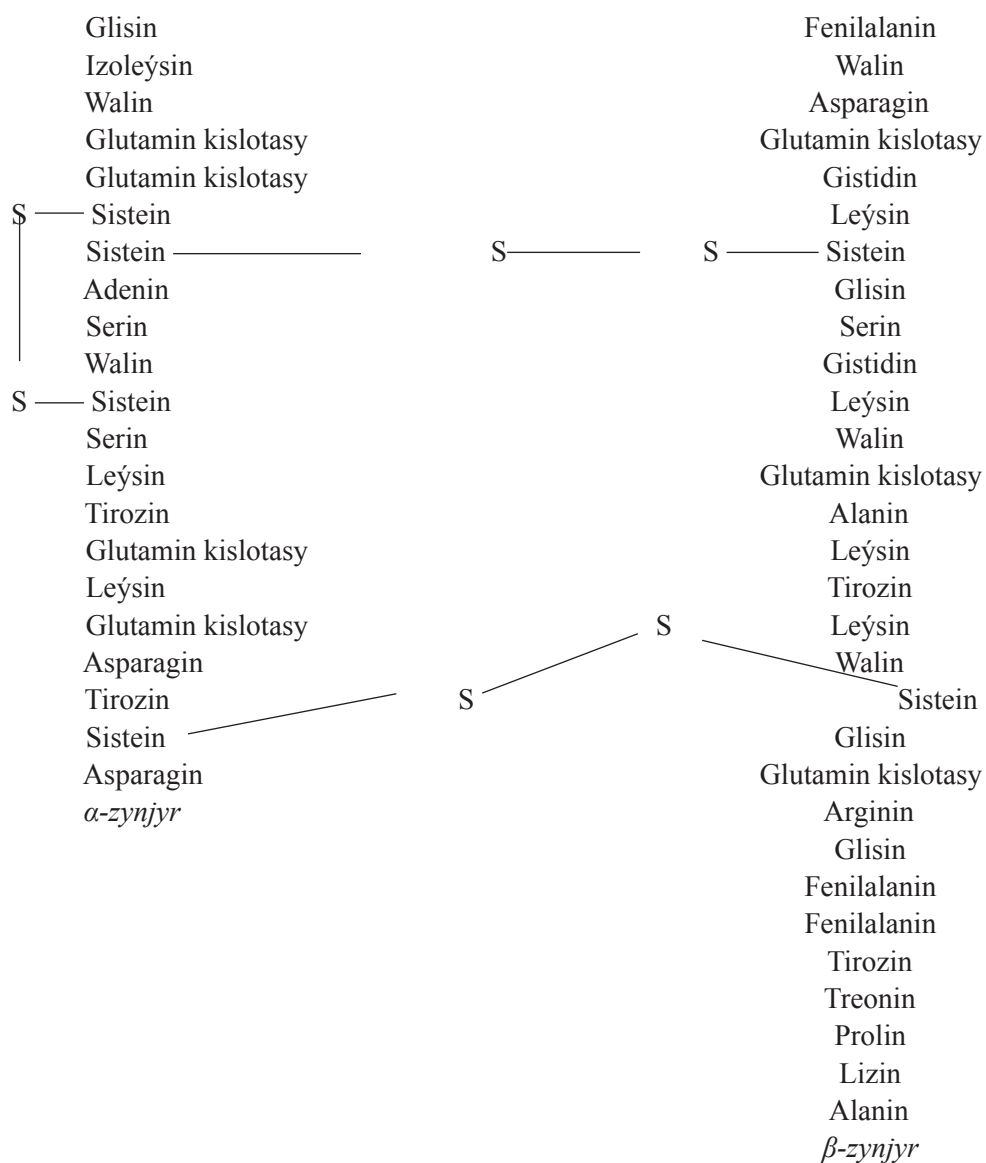
Her bir protein özüne mahsus bolan aýratyn giňişlik konfigurasiýasyna eýedir. Protein molekulasyňyň gurluşynyň dört hili derejesini tapawutlandyrýarlar (*1.9-njy surat*).

Ilkinji gurluş (*1.9-njy a surat*) – bu polipeptid zynjyryndaky aminokislotalaryň belli bir yzygiderliligidir.

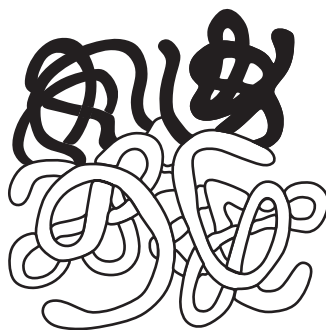
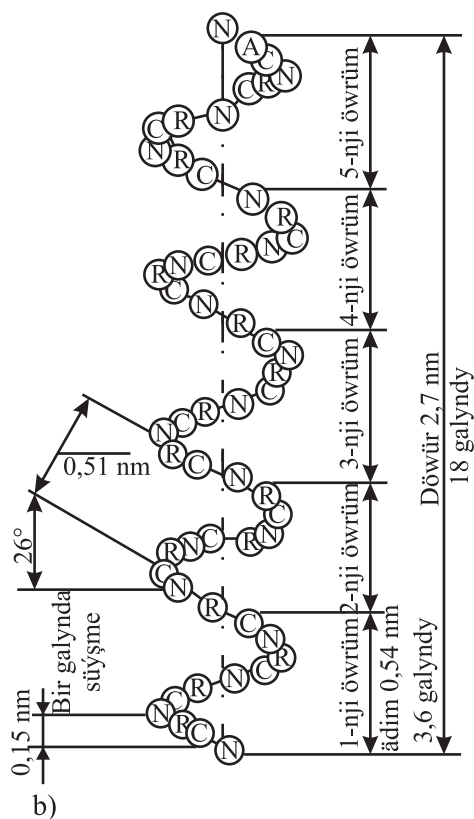
Ikilenji gurluş (*1.9-njy b surat*) – polipeptid zynjyryndaky biri-birlerine ýakyn ýerleşen CO we NH toparlarynyň arasynda köp sanly wodorod baglanyşyklary arkaly emele gelen α spiralyň towlanan gurluşydyr. Spiralyň her bir aýlawyna aminokislota galyndysynyň 3,6-sy düşýär. Proteinlerde α spiraldan başga-da biri-biriniň gapdalynda ýerleşen polipeptid zynjyryndan wodorod baglanyşygynyň hasabyna emele gelen eplen β gurluş diýilýän bölegi hem bardyr.

Üçülenji gurluş (*1.9-njy ç surat*) – bu polipeptid zynjyrynyň tertipleşdirilen (regulýar) we tertipleşdirilmedik (amorf) bölekleriniň tagaşykly görnüşde, ýagny globula ýerleşmegidir.

Proteinių gurlužys (1.9-njy suratyň *a* – birinji görnüşis)



a)



1.9-njy surat. Proteiniň gurluşy:
b – ikinji görnüş; ç – üçünji görnüş

Dördülenji gurluş – bu biri-birleri bilen wodorod, duz ýa-da gidrofob özara täsiri arkaly birleşen birnäçe subbirliklerdir.

Protein gurluşynyň derejelerini emele getirmekde baglanyşyklaryň we özara täsirleşmeleriň dürli görnüşleri gatnaşýarlar (1.10-njy surat).

Belogýň adaty fiziologik şertlerde ýüze çykarýan tebigy ýagdaýdaky (natiw) konformasiýasy belli bir gatylyga, syklyga we tertipleşige eýedir.

Bu konformasiýanyň güýçli kislotalaryň, aşgarlaryň, ýokary temperaturanyň we gaýry fiziki-himiki ýagdaýlaryň (faktorlaryň) täsirinde protein-fermentleriň biologiki işjeňliginiň we fiziki-himiki häsiýetleriniň ýitirilmegi bilen üýtgemegine *denaturasiýa* diýilýär.

Janly öýjügiň biopolimerleri hökmünde proteinler dürli hyzmatlary ýerine ýetirýärler (1.2-nji tablisa).

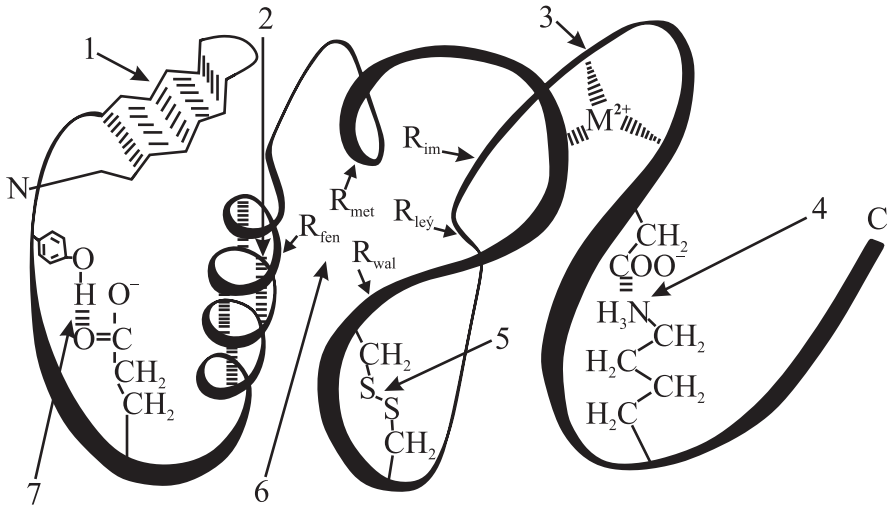
Şu mynasybetli protein strukturasynyň hereketlidigini bellemek gerekdir.

Şertleri üýtgedip, proteinleriň gapdal aminokislotalarynyň ýerleşişini, netijede bolsa, protein molekulalarynyň üstüni üýtgedip bolýar.

Protein molekulasynyň üsti statiki düşünje bolmandygy üçin, fermentiň substrat bilen özara täsirleşmegine mümkinçilik döredýär; membranalaryň üstünde maddala-

ryň sorulmagy (sorbsiýa) – bu işdir, onuň netijesinde her bir protein az-kem denaturasiýa geçýär, işe “taýýarlanyp” bolsa, renaturasiýa geçýär, ýagny, täzeden dikeldýär. Mysal üçin, gözüň ýagtylyk kabul edýän bardasynyň (setçatkasynyň) belogy rodopsin ýagtylygyň täsirinde öz konformasiýasyny üýtgedýär, garaňkyda bolsa dikeldýär.

Protein iýmit önüminiň komponenti hökmünde uly ähmiýete eýedir. Iýmit önümleriniň öndürilmeginde öýjük proteinleriniň geljegine biotehnologiýa hut şol nukdaýnazardan seredýär.



1.10-njy surat. Belogyň üçülenji gurluşyna gatnaşýan baglanyşyklaryň we özara täsirleriň görnüşleri:

1 – listiň konformasiýasynyň wodorod baglanyşyklary; 2 – spiral gurluşyň wodorod baglanyşyklary; 3 – metal ionlarynyň koordinasiýasy; 4 –ion häsiýetli, gapma-garşy zaryadlanan R toparlaryň özara elektrostatiki dartlyşy; 5 – disulfid baglanyşygy; 6 – polýar bolmadyk toparlardan emele gelen klasteriň içindäki gidrofob täsirler; 7 – gapdal zynjyrdaky R toparlaryň arasyndaky wodorod baglanyşyklar

1.2-nji tablisa

Proteinleriň öýjükdäki hyzmaty

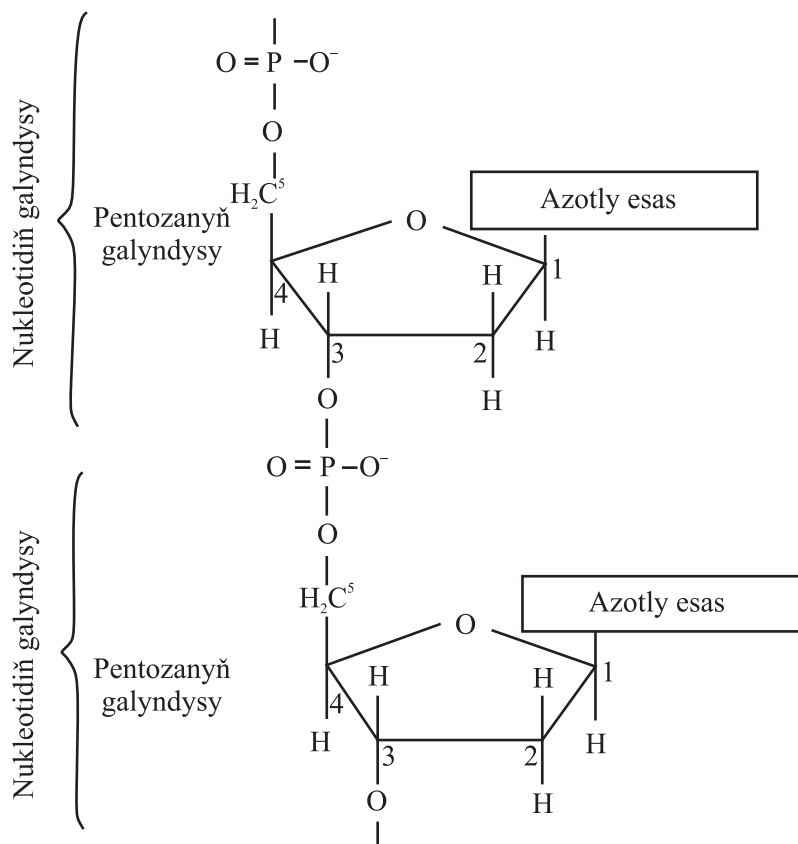
Proteinler topary	Mysallar	Ýerleşşi/funksiýasy
1	2	3
Gurluşyk proteinleri	Kollagen	Birikdiriji dokumanyň, süňkleriň, siňirleriň, kekirdewügiň komponentleri
	Sklerotin	Mör-möjekleriň daşky skeleti
	α-Keratin	Deri, ýelek, dyrnak, saç, şah
	Elastin	Maýyşgak birleşdiriji dokumalar
	Mukoproteinler	Sinowinal suwuklyk, nemli sekretler
	Wirus gabyjagynyň proteinleri	Wirus nuklein kislotasynyň daşky “dolagy”

1	2	3
Fermentler	Tripsin	Proteinleriň gidrolizini tizleşdirýär
	Ribulozobifosfatkar-boksilaza	Fotosintezde ribulozifosfatyň karboksilleşmegini (CO ₂ -ni birleşdirmegini) tizleşdirýär
	Glutaminsintetaza	Glutamin kislotasynadan we ammiakdan aminokislota glutaminiň emele gelşini tizleşdirýär
Gormonlar	Insulin, Glýukagon	Glýukozanyň çalşygyny sazlaýarlar
	Adenokortikotrop gormon	Böwrek üsti bardanyň ösüşini we işjeňligini stimülirleýär
Transport proteinleri	Gemoglobin	Oňurgalylaryň ganynda kislorody geçirýär
	Gemosianin	Käbir oňurgasyzlaryň ganynda kislorody geçirmek
	Mioglobin	Myşsalarda kislorody geçirýär
	Syworotka albumini	Ýag kislotalaryny, ýaglary (lipidleri) we ş.m. transport etmek üçin
Goragçy proteinler	Antitelolar	Ýat proteinler bilen kompleksleri emele getirýärler
	Fibrinogen	Ganyň uýamagynda fibrinden öň emele gelyän madda
	Trombin	Ganyň uýamagynda gatnaşýar
Ýygrylyjy proteinler	Miozin	Sarkomeriň mikrofibrilleriniň hereketli ýüplükleri
	Aktin	Sarkomeriň mikrofibrilleriniň hereketsiz ýüplükleri
Ätiýaç proteinler	Ýumurtga albumini	Ýumurtganyň belogy
	Kazein	Süýdün belogy
Toksinler	Ýylan zäheri	Ferment
	Difteriýanyň zäherleri	Difteriýa taýajyklarynyň işläp çykarýan toksinleri

Nuklein kislotalary. Öz adyny latynça *nukleus* – ýadro sözünden alypdyr, çünki olary ilkinji gezek ýadronyň düzümi boýunça hökmünde tapypdyrlar. 1868-nji ýylda şweýsar lukmany, DNK-ny ilkinji açan Iogan Fridrih Mişer iriňdäki leýkositleriň ýadrosyndan alan maddasyny nuklein diýip atlandyrypdyr. Ol azatmahy (losos) balygynyň dölünden (spermatozoidinden) bölüp alan nukleiniň element analizini geçirip, onuň kislota häsiýetine eýedigine göz ýetiripdir. “Nuklein kislota” diýen adalga ylma 1899-njy ýylda girizildi.

Ýadrolarda nuklein kislotalarynyň iki görnüşi – dezoksiribonuklein kislota (DNK) hem-de ribonuklein kislota (RNK), sitoplazmada bolsa köp mukdarda RNK bolýar. DNK-nyň maýalaryň (drožžileriň) we ýokary derejeli organizmleriň plastidlerinde we mitohondriýalarynda bardygyny anyklanyldy. Çak edilişine görä, mitohondriýalaryň we plastidleriň DNK-sy sitoplazmatik nesilden geçijilige jogap berýär.

Nuklein kislotalary proteinler bilen bir hatarda janly öýjügiň protoplazmasyny emele getirýän iň wajyp biopolimerlerdir. Himiki nukdaýnazardan nuklein kislotalary (NK) – bu makromolekulýar birleşmeler bolup, NK zynjyry proteinleriň zynjyryndan başgaça düzülendir, mysal üçin, nuklein kislotasynyň zynjyry birmeňzeşdir. Ol şol bir böleklerden (zwenolardan) – gandyň (ribozanyň ýa-da dezoksiribozanyň) galyndysyna birleşen azotly esaslary (purin ýa-da pirimidin) saklaýan nukleotidlerden we fosfor kislotasynyň galyndysyndan ybarat bolan maddalardyr (1.11-nji surat).



1.11-nji surat. Polinukleotidleriň emele gelşiniň shemasy

DNK-nyň nukleotidleri dört sany esasdan: adeninden (A), guaninden (G), timinden (T), sitozinden (S) we gant böleginden – dezoksiribozadan ybarat bolup, olar dezoksiribozanyň ilkinji uglerod atomyna birleşendirler. Dezoksiribozanyň başynji uglerod atomyna fosfor kislotasynyň galyndysy birleşýär.

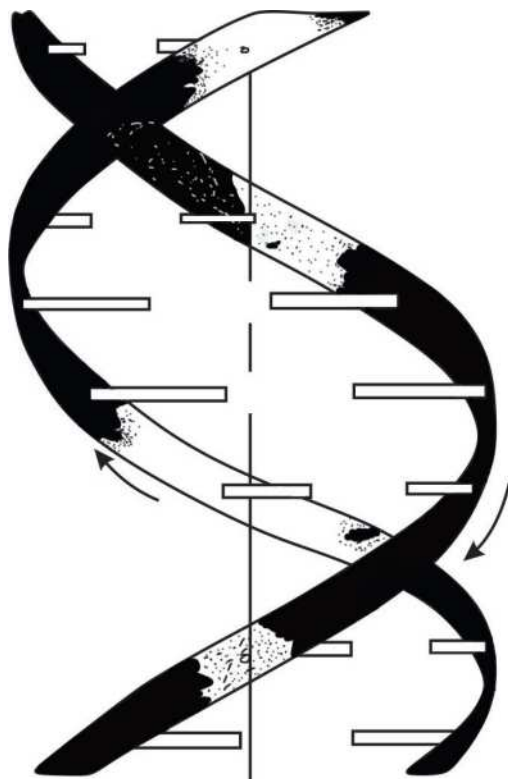
RNK-nyň molekulalarynda-da hut şol bölekler bolup, olarda diňe timiniň ýerini urasil, dezoksiribozanyň ýerini bolsa riboza çalşandyr.

Nuklein kislotalarynyň düzümine girýän aýry-aýry nukleotidler fosfor kislotasynyň galyndysy bilen biri-birlerine üçünji uglerod atomy arkaly birleşip, uzynlygy kähälatlarda 0,5 sm ýetýän uzyn zynjyry emele getirýärler.

Dürli nukleotidler biri-birinden öz düzümine girýän gantlaryň we esaslaryň tebygaty bilen tapawutlanýarlar. Nuklein kislotalarynyň molekulalarynda gurluşyk bloklary bolmak bilen, şol bir wagtyň özünde olar käbir wajyp kofermentleriň düzümine girip, dem alyş we ajama proseslerinde energiýa toplaýjy hökmünde makroerg baglanyşykly birleşmeleri emele getirip bilýärler.

DNK-nyň himiki düzümini öwrenmek netijesinde E.Çargaff ylymda “Çargaffyň kadalary” adyny alan kanunyýetliligi açdy. Birinjiden, islendik DNK-nyň molekulasynda adeniniň mol sany timiniň mol sanyna, sitoziniň mol sany bolsa guaniniň mol sanyna deňdir. Ikinjiden, DNK-da purin esaslarynyň jemi pirimidin esaslarynyň jemine deňdir. Çargaffyň kadalary DNK-nyň molekulýar gurluşyny anyklamakda uly orun eýeledi.

1953-nji ýylda J.D.Uotson we F.H.Krik “Nature” žurnalynda özleriniň DNK molekulasynyň modeli baradaky makalasyny çap etdiler. DNK-nyň molekulasy iki sany saga towlanan spiral şekilli, bir umumy oka görä çatylan ýarym polinukleotid zynjyryndan ybarat bolup, spiralyň her doly bir aýlawy esaslaryň 10 jübtünden gaýtalanýar (1.12-nji surat).

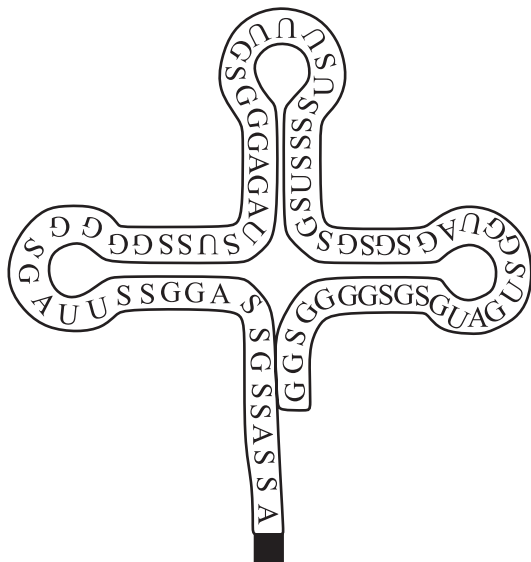


1.12-nji surat. DNK-nyň gurluşynyň shemasy
(goşalaýyn spiral)

DNK molekulasyň ýarym spirallary biri-birine komplomentardyr, ýagny, bir zynjyrdaky esaslaryň yzygiderliligi: A, T, G, A, G, T we ş.m. beýleki zynjyrdaky esaslaryň yzygiderliligini kesgitleýär: T, A, S, T, S, A we ş.m. polimerleşme derejesi örän ýokary bolup, zynjyr onlarça (30-40) müň nukleotidlerden ybarat bolýar.

DNK-dan tapawutlylykda, RNK bir zynjyrlý, saga towlanan spiraldyr. Iki görnüşdäki nuklein kislotalary hem proteinler ýaly ilkilenji, ikilenji we üçülenji strukturalara eýedirler. Käbir nuklein kislotalarynyň düzümine adaty azotly esaslaryny saklaýan nukleotidlerden başga köp bolmadyk mukdarda minorly azotly esaslary (azot esaslarynyň metil önümlerini) özünde saklaýan nukleotidler hem girýärler. DNK-nyň RNK-dan esasy himiki tapawudyny olaryň gantlary kesgitleýärler (RNK-da – riboza, DNK-da – dezoksiriboza). Ribozada bir sany artykmaç OH toparynyň bolmagy RNK molekulasyň DNK molekulasyňa garanyňda, has ýeňil okislenmegine getirýär, ýagny ol has durnuksyzdyr.

Öýjügiň şertinde (pH 7) DNK eremeýär. Gyzdyrmagyň, pH-yny üýtgetmegiň we başga täsirleriň netijesinde ol “çözlenýär”, ýagny onuň goşalaýyn spiralyndan iki sany aýratyn polinukleotid zynjyrjagazlary emele gelýärler. Bu proses DNK-nyň denaturasıýasy we rekombinasiýasy, öýjükde ýörite fermentleriň – nukleazalaryň hemişe täsirinde bolup geçýän proseslerdir, olar janly öýjükleriň bölünmeginde we belogyň sintezinde uly orun tutýarlar. DNK ýadrolarda proteinler (esasan, gistonlar) bilen kompleksde nukleoproteid görnüşinde, ýagny nuklein kislotalary proteinler bilen wodorod we duz baglanyşyklary bilen baglanyşandyrlar.



1.13-nji surat. t-RNK-nyň tekiz modeli
(A – adenin, U – urasil, S – sitozin, G – guanin)

DNK-nyň esasy hyzmaty – nesil informasiýasyny (maglumatyny) saklamakdan we nesilden nesle geçirmekden ybaratdyr. Gen inženeriýasynda organizmleriň täze görnüşlerini döretmek üçin hut DNK ulanylýar.

RNK-lar (ribonuklein kislotalary) üç sany esasy toparlara: informasiýa (*i*) RNK ýa-da matrisa (*m*) RNK, transport (*t*) RNK we ribosoma (*r*) RNK bölünýärler. RNK-laryň üç görnüşi hem gönüden-göni DNK-da sintezlenip, DNK bu proses üçin matrisa bolup hyzmar edýär; şeýlelikde, her öýjükdäki RNK-nyň mukdary şu öýjügiň işläp çykarýan belogynyň mukdaryna göni proporsionaldyr. Öýjükte bar bolan ähli RNK-laryň 3-5%-ni *m*-RNK düzýär. Ol ýokarlandyrylan metabolik işjeňlige eýe bolmak bilen, bakteriýalaryň öýjüklerinde üznüksiz dargaýar we täzeden emele gelyär. *m*-RNK-nyň sintezi DNK-nyň zynjyrlarynyň birinde amala aşyrylmak bilen (transkripsiýa), onuň mehanizmi (ýagny, informasiýanyň DNK-nyň haýsy bir zynjyryndaky nukleotidleriň yzygiderliligine görä belogyň sinteziniň amala aşyryljakdygy) häzirikçe ahyryna çenli belli däldir. Zynjyryň uzynlygy DNK molekulasyň uzynlygyna baglydyr. *m*-RNK-nyň molekula massasy *r*-RNK-nyň molekula massasyndan uludyr (*1.13-nji surat*).

II. BIOTEHNOLOGIÝANYŇ YLMY ESASLARY

2.1. Biotehnologiýa – täze toplumlaýyn pudak

Ylmy-tehniki progresiň ösüşiniň häzirki zaman başgançagy tebigy bilimleriň önbaşçysyna öwürlip barýan biologiýada bolup geçýän rewolýusion özgerişler bilen häsiýetlendirilýär. Biologiýa öz ösüşinde molekulýar we öýjükden kiçi derejelere çykmak bilen, onda ýanaşyk ylmlaryň (fizika, himiýa, matematika, kibernetika we başg.) usullary hem-de ulgamlaryň çemeleşmeler güýçli depginlilik bilen ulanylýar. Biologiýa ugrunyň ylm toplumlarynyň olaryň amalyýetde ulanylyşynyň giňelmegi bilen ösüşi jemgyýetiň sosial-ykdysady islegleri bilen hem baglanyşyklydyr. XX asyryň ikinji ýarymynda adamzadyň önünde duran agyz suwunyň we iýmit önümleriniň (esasan-da, protein maddalarynyň) ýetmezçiligi, daşky gurşawyň hapalanmagy, çig malyň we energetiki baýlyklaryň ýetmezçiligi, keselleri anyklamak we bejermek serişdelerini öndürmegiň täze ugurlary ýaly aktual problemalary köne, öňden gelýän usullar bilen çözüp bolmaýar. Şol sebäpli düýpgöter täze usullary we tehnologiýalary işläp düzmek we ornaşdyrmak zerurlygy ýüze çykdy. Bu meseleler toplumyny çözmekde biotehnologiýa uly orun berilýär; onuň çäginde adam durmuşynyň dürli ugurlarynda biologik ulgamlaryň we prosesleriň maksatlaýyn ulanylmagy amala aşyrylýar. Häzirki zaman biotehnologiýasynda ony ulanmagyň özboluşly aýratynlyklaryna laýyklykda şu aşakdakylary özbaşdak bölümler hökmünde görkezip bolar:

- senagat mikrobiologiýasy;
- lukmançylyk biotehnologiýasy;
- bioenergetiki tehnologiýa;
- oba hojalyk biotehnologiýasy;
- biogidrometallurgiýa;
- inžener enzimologiýasy;
- öýjük we gen inženeriýasy;
- ekologik biotehnologiýa.

Adam durmuşynyň dürli çygyrlarynda – iýmit önümlerini we içgileri almakdan başlap, ekologik arassa energiýa göterijileri we täze materiallary täzeden işläp çykarmaga çenli biotehnologik hadysalary ulanmagyň perspektiwalylygy we netijeliligi olaryň ykjamlygy we şol bir wagtyň özünde giň gerimlilik, mehanizmlaşdirilmek derejesi hem-de ýokary öndürilijiligi bilen düşündirilýär. Bu hadysalary gözegçilikde saklamak, sazlamak we awtomatlaşdyrmak başardýar. Himiki hadysalardan tapawutlylykda biotehnologik prosesler “ýumşak” şertlerde – adaty

basysda, işjeň geçýän täsirleşmede we ýokary bolmadyk temperaturalarda amala aşyrylýar; olar daşky gurşawy zyňyndylar we gapdaldan goşulýan önümler bilen az derejede hapalaýarlar, howa we klimat şertlerine az derejede bagly bolýarlar, giň meýdanlary hem-de pestisidleri, gerbisidleri we beýleki, daşky gurşaw üçin del maddalary ulanmagy talap etmeýärler. Şonuň üçin biotehnologiýa bütinligine we onuň aýry-aýry bölümleri ylmy-tehniki öňe gidişligiň ileri tutulýan ugurlarynyň hatarynda durýarlar we önümçiligiň köp pudaklarynyň geljegi bilen bagly bolan “ýokary tehnologiýalaryň” aýdyň mysalydyr. Biologik tehnologiýalar häzir batly ösüş döwrüni başdan geçirýär, olaryň ösüş derejesi köp ýagdaýlarda ýurduň ylmy-tehniki mümkinçilikleri bilen kesgitlenilýär. Dünýäniň ösen döwletleriniň ählisi biotehnologiýany iň wajyp häzirki zaman pudaklarynyň hataryna goşmak bilen, ony senagaty döwrüň talaplaryna laýyklykda täzeden gurmagyň möhüm usullarynyň biri hasap edýärler we hemme taraplaýyn ösdürmek boýunça zerur çäreleri amala aşyryýarlar.

Biotehnologik hadysalar taryhy kökleri we gurluşy boýunça köp dürlüdürler, olar düýpli ylmylaryň başlangyçlaryny hem-de himiki tehnologiýa, maşyn gurluşyk, ykdysadyýet ýaly amaly ähmiýetli pudaklary birleşdirýärler. Biotehnologiýanyň tutuşlygyna we onuň daşky gurşawy goramaga bagyşlanan bölüminiň köp dürlüligi diýseň gyzyklydyr: olar biologiýa degişli ylm toplumynyň organizmden ýokary derejäni (ekologiýany), biologik organizmleri (mikrobiologiýa, mikologiýa), suborganizm gurluşlary (molekulýar biologiýa, genetika) öwrenýän ylmylaryň üstünliklerini ulanýarlar. Biologiýanyň üsti bilen biotehnologiýa pudagyna himiýa, fizika, matematika, kibernetika, mehanika ylmlary öz täsirini görkezýärler. Häzirki zaman biotehnologiýalary ylmy taýdan esaslandyrylmagyny we enjamlar bilen üpjün edilişini işläp geçmekligi talap edýärler. Şonuň üçin olaryň tehniki ylmlar – maşyn gurluşygy, elektronika, awtomatika bilen ysnyşykly baglanyşygyny gazanmak zerurdyr. Ekologik biotehnologiýany ösdürmekde jemgyýetçilik we ykdysady ylmlarynyň tutýan orny hem uludyr, çünki onuň çözüň amaly meseleleri islendik jemgyýeti ösdürmekde ägirt uly sosial-ykdysady taýdan ähmiýetlidir. Lui Pasteriň aýdyşyna görä, “Amaly ähmiýetli diýilýän ylm yok. Ýok, ýene-de mün gezek yok. Ylm bar, onuň ulanylýan çygyr bar, olar biri-birine miwäniň agaja birleşşi ýaly baglydyrlar”. Beýik alymyň bu sözleri beýleki ylm pudaklarynyň islendigine garanyňda, biotehnologiýa has laýyk gelýär.

2.2. Biotehnologiýanyň döreýşi

Biotehnologiýanyň emele gelmegini dürli-dürli düşündirýärler. Awtorlaryň käbirleriniň (Owçinnikow, Baýew, Skryabin) pikirine görä, biotehnologiýa öz içine çakyr öndürmegi, mäjumlamagy (siloslamagy) hem alýan gadymdan belli bolan

ajama hadysalaryny alsa, beýlekileriň (Aiba, Hemfri, Millis) pikrine görä, biotehnologiýanyň dörän senesini "Merk Kemikal Kompani" kompaniýasyna biohimiki biotehnologiýa boýunça 1947-nji ýylda gazanan üstünlikleri üçin Mak-Gro – Hill baýragynyň berlen gününü hasap etmegi teklipl edýärler. Galyberse-de, biotehnologiýa ylym pudagy hökmünde XX asyryň 70-nji ýyllarynda, ýagny gen inženeriýasy bilen bilelikde döredi diýip hasaplaýanlar hem bar. Ähtimal, biotehnologiýany mikrobiologik senagatynyň hereket edýän pudaklarynyň peýda bolup başlan döwrüni, ýagny XX asyryň 50-nji ýyllary diýlip kabul edilse, ol döwrüň önüsyraýyndaky tapgyry bolsa biotehnologiýanyň peýda boluş döwri diýlip kabul edilse, adalatly bolardy.

Biotehnologiýanyň ýüze çykmazynyň önüsyraýyndaky döwri birnäçe tapgyra bölüp bolýar:

- biziň eýýamymyzyň 6-ny müňýyllygynda tejribä esaslanan biotehnologiýanyň peýda bolmagy;

- XV–XVII asyrlarda tebigy ylymlaryň döremegi;

- mikrobiologik prosesleriň emele gelmegi we XIX asyryň ahyrynda we XX asyryň 10-njy ýyllarynda ylmyň we mikrobiologik önümçilikleriň özara täsiriniň netijesinde mikrobiologik önümçiliklerde rewolýusion öwrülişikleriň başlanmagy;

- häzirki zaman tehnologiýasynyň emele gelmegi üçin başlangyç şertleriň döremegi (XX asyryň 10-njy – 40-njy ýyllarynyň soňy).

Adam eýýam gadymy zamanlarda olaryň bardygyny bilmän, biologik organizmleri, hususan-da, mikroorganizmleri öz hojalyk durmuşynda peýdalanylýan başlapdyr. Adamyň öz durmuşynda ulanylýan başlan ilkinji mikrobiologik prosesi ajama (uýama), ýagny mikrob fermentleriniň täsirinde organiki substratda bolup geçýän organiki maddalaryň çalşygy boldy. Ajamanyň (uýamanyň) döredijileri bolup kömelekler, bakteriýalar we maýalar (drožžiler) hyzmat edýärler. Olar derrew ösüp ýetişýärler, ýönekeý şertlerde aňsatlyk bilen köpeliýärler hem-de organiki maddalary dargadýan fermentleri ýeňillik bilen sintezleýärler. Gadymy zamanlardan bäri ajamany (uýamany) çörek bişirmekde, piwo we çakyr taýýarlamakda ulanylýan gelýärler. Mysal üçin, Wawilonda gazuw-agtaryş işleri geçirilende, ýüzünde piwo taýýarlamagyň düzgünleri ýazylyp, üstünden 6000 ýyl geçen ýasyja tagtalyklar tapyldy, şol döwürde gurlan Müsür piramidalaryndan bolsa çörek tegelekleri tapyldy. Gadymy Rimde arassalaýjy desgalaryň bolandygy baradaky maglumatlar bar. 3-4-nji müňýyllyklardan bäri adamzada zygyrdan we kenepden dokalýan süýüm almagyň esasynda ýatan "pektin ajamasy (uýamasy)" diýilýän proses bellidir. Adamzat gadymy zamanlardan bäri mikroorganizmleriň täsiriniň ýarawsyz netijeleri (iýmit önümleriniň zaýalanmagy, adamlaryň we öý haýwanlarynyň ýokanç keseller bilen kesellemegi we ş.m.) bilen tanyşdyr. Onuň netijesinde bu hadysalara garşy göreş çärelerini işläp

düzmek üçin ilkinji köp sanly köre-kör synanyşyklar edilipdir. Şeýdip, önümleri konserwirlemek usullary peýda bolup başlapdyr.

XV asyryň ikinji ýarymynda häzirki zaman tebigat ylymlarynyň ösüşi başlanýar. Biologiýanyň emele gelmegine we ösmegine bu döwürde teswirleýji häsiýetden seljeriji häsiýete geçen himiýanyň üstünlikleri özüniň düýpli täsirini görkezdi. Ajama (uýama) prosesiniň düýp esasyňy öwrenmekde öňe gidişlikler boldy, “fermentleme” diýen adalga peýda boldy, ajama (uýama) prosesini bolsa gurşawda maýalaryň (drožžileriň) ýa-da fermentleriň bardygy bilen baglanyşdyryp başladylar. XVI-XVII asyrlarda ilki Fransiýada, soňra bolsa hemme ýerde hamyry ýumşatmak üçin piwo maýalaryny ulanyp başladylar, gijräk piwe taýýarlanyşynyň üýtgedilmegi we piwo gaýnatmagyň tehnologiýasynyň kämilleşdirilmegi bilen bu maksatlar üçin spirt önümçiliginiň maýalaryny ulanyp başladylar. Ýewropada bakteriýalaryň kömegi bilen geçirilýän aşgarlama prosesi arkaly mis alyp başladylar.

XVIII asyryň ikinji ýarymynda bir maddanyň beýleki maddany dargadyp bilýändigini subut edildi. Bu fermentleriň özboluşly himiki reaksiýalary kataliz edip bilýändigini eksperiment ýoly bilen öwrenmegiň başlangyjy boldy. Şunluk bilen teswirleýji mikrobiologiýanyň ösmegi we himiki reaksiýalary çuňňur öwrenmeklik mikrobiologiýanyň we biohimiýanyň emele gelmeginiň wajyp başlangyjy boldy.

XIX asyryda himiýa ylymlarynyň ösmegi bilen organiki himiýanyň esasy tutuldy. Bu döwürde organiki kisliotalaryň ençemesi, gliserin, holesterin, glýukoza, ilkinji aminokislotlar açyldy, moçewinanyň sintezi amala aşyryldy. Enzimologiýanyň döremegi üçin polisaharidleriň gidrolizini öwrenmegiň ähmiýeti uly boldy. Mikrobiologik önümçilikleriň ylmy esaslaryny döretmekde Fransiýa hökümetiniň haýyşy boýunça önümçilikleriň birnäçesinde tehnologik prosesleriň bozulmalarynyň sebäplerini öwrenmek boýunça Lui Pasteriň geçiren işleriniň ähmiýeti örän uludyr. Amaly ähmiýetli mikrobiologiýa ugrunda işlemek bilen, Paster häzirki zaman tehniki mikrobiologiýanyň esasyňy düzýän köp sanly iri-iri düýpli açyşlar etdi. Paster ýokanç keselleriň, azyk önümleriniň zaýalanmagynyň, ajamanyň we çüýremäniň mikroorganizmler tarapyndan döreýändigini şübhesiz subut etdi we bu organizmleriň gurşawa daşyndan gelýändigini baradaky taglymatyny döretdi. Şunuň bilen şol döwürde ýörgünli mikroorganizmleriň öz-özünden döreýändigini baradaky taglymatyň esassyzdygy subut edildi. Pasteriň işleri çakyr taýýarlamagyň, piwo gaýnatmagyň, spirt we sirke (uksus) öndürmegiň, ýokanç kesellere garşy göreşmegiň ylmy esaslarynyň düýbünü tutdy. Pasteriň döwürdeşi Geksli, onuň işlerine baha berip, “...ol öz açyşlary bilen Fransiýanyň Germaniýa tölän kontribusiýasynyň esasy böleginiň öwezini doldy” diýip ýazýar. Şu döwriň uly üstünlikleriniň hataryna arassa ýetişdirmeleriň (ösdürmeleriň) hem-de mikroorganizmleriň bölünip alynýan we ösdürilýän gurşawlary kämilleşdirmegiň usullarynyň işlenip düzülmegi girýärler. Arassa gurşawlary emele gelýän mikrobiologik önümçiliklerde ulanyp başladylar. Mikrob antagonizmini öwrenmek we ony lukmançylykda ulanmak boýunça işler uly ähmiýete eýe boldular. Rus alymy

I.I.Meçnikow tarapyndan mikroblaryň antagonizmi baradaky taglymat döredilip, ony tejribede ulanmagyň ugurlary baradaky tekliplnamalar ylmy taýdan esaslandyryldy. Şu döwürde azody siňdirmegiň meselelerini çözmek boýunça ylmy-barlaglar işjeň alnyp barylýardy. Nemes alymlary Gelrigel we Wilfart kösükli ösümlikler tarapyndan azody siňdirmegiň biologik tebigatyny öwrenen bolsalar, Beýernik kluben bakteriýalaranyň arassa ösdürmelerini bölüp aldy we olaryň ösümlikleriň rizosferasynda bardygyny subut etdi. Hut şonda Winogradskiniň, Omelyanskiniň, Nadsonyň, Isaçenkoň geçiren ajaýyp işlerinde geologik mikrobiologiýanyň esaslarynyň düýbi tutuldy, mikroorganizmleriň kükürdiň, demriň, kalsiniň we ş.m. öwrülişiklerindäki ähmiýeti öwrenilip başlandy. Ýaplary biologik arassalamagyň we zyýansyzlandyrmagyň ylmy esaslarynyň düýbi tutulyp başlandy. Gadymy Hindistan we Rim imperiýasy döwründen bari belli bolan, emma orta asyrlarda ýykylyp, weýran bolan suw arassalaýjy desgalar XIX-XX asyrlaryň çatrygynda senagatyň batly ösmegi bilen ýene-de gyzkly barlaglaryň merkezine öwrüldi. Bu döwürde enzimologiýa döräp başlady. Fermentleri öwrenmek we ulanmak üçin olary bölüp almagyň we arassalamagyň ýörite “ýumşak” usullaryny işläp düzmek we saýlamak zerurlygy ýüze çykdy. Käbir maddalary birneme süýjütmek üçin ferment serişdeleri ulanylyp başlandy, derileri eýlemek hem-de analitikada ulanmak üçin gerekli serişdeler peýda bolup başlady.

XIX asyryň 70-80-nji ýyllarynda ösümlik öýjüklerini we haýwan dokumalaryny ösdürip ýetişdirmegiň esaslary goýuldy. Öýjükleri elementar organizmler diýip atlandyran Şwannyň we Wirhowyň işlerinden soň janly öýjükleri öwrenmäge bolan höwes artdy, öýjükleriň we dokumalaryň bölejikleriniň mahsus şertlerde we gurşawlarda ýaşayşa ukyplaryny saklap galmak boýunça tejribe-barlag işler başlandy. 1865-nji ýylda Çeh alymy Gregor Mendel tebigaty synlaýjylaryň Jemgyýetiniň önünde nesil alamatlarynyň nesilden nesle geçijiliginiň kanunalaýyklyklary barada öz geçiren gözegçiliklerini habar berdi.

XX asyryň başynda ylma “mutasiýalar” [(mutasiýa, latynça *mutatio* – özgerme, üýtgeме), organizmiň nesle geçijilik häsiýetleriniň onuň genetiki materialyndaky – hromosomlardaky we genlerdäki başgaça düzülmegi ýa-da bozulmagy netijesinde tebigy üýtgemegi ýa-da emeli üýtgedilmegi; mutasiýa – janly tebigatdaky nesilden nesle geçijiligiň üýtgemeginiň esasydyr], “gen” diýen adalgalar, Settonyň-Boweriniň hromosomlaryň nesil alamatlarynyň material geçirijileridigi baradaky gipotezasy peýda boldy. Rus sitology (öýjükleri öwreniji alym) Nawaşin hromosomlaryň gurluşynyň aýratynlyklaryny açyp görkezdi we nesilden nesle geçijiligiň hromosom taglymatynyň düýbünü tutdy.

Şeýlelik bilen, şol döwürde ylmy bilimleriň ornaşdyrylmagy önümçilik prosesleriň birgideniniň ylmy tarapdan esaslandyrylan biotehnologiýalaryny işläp düzmäge girişmäge mümkinçilik berdi.

Häzirki zaman biotehnologiýalarynyň taryhynyň öňüsyraşynyň soňky döwrüni (XX asyryň 10-40-njy ýyllary) şertli iki tapgyra bölüp bolar. Ilkinji tapgyrda onuň başynda, esasan, hereket edýän önümçilikleriň tehnologiýasynyň kämilleşmegi bolup geçdi, soňra bolsa, ylmyň şol döwrde güýçli ösüp başlan pudaklary bolan mikrobiologiýanyň, biohimiýanyň we beýleki ylmlaryň gazanan üstünlikleriniň esasynda enjamlaryň we tehnologiýalaryň düýpli kämilleşdirilmegi netijesinde täze önümçilikleriň düýbünü tutmaga esas döredi. Bu döwürde täze ekologik taýdan arassa biodökünler we oba hojalyk ekinleriniň zyýankeşleri we kesellerini döredijileriniň garşysyna göreşmek üçin biologiki serişdeler öndürilip başlandy, dürli maksatlar üçin ulanylýan himiki maddalaryň (organiki eredijileriň, spirtleriň) önümçiligi peýda boldy, ösümlük galyndylaryny gaýtadan işlemegiň we peýdalanmagyň senagat synaglary başlandy. Bu döwrüň ikinji tapgyry çylşyrymly maddalar bolan antibiotikleri, fermentleri, wita-minleri almagyň biotehnologik usullary bilen ysnyşykly baglanyşyklydyr. Şu döwrüň rewolýusion pursady antibiotikleri öndürmeğiň tehnologiýasynyň senagat möçberinde amala aşyrylmagy boldy. Bu pursadyň başlangyç nokady bolup Fleming, Flori we Çeýn tarapyndan penisilliniň himioterapewtik täsiriniň açylyşy hyzmat etdi. Şol bir wagtyň özünde şol döwürdäki SSSR-iň mikrobiolog-alymy Z.W.Ýermolýewa lizosimiň täsirini öwrenip, onuň tebigy immunitetiň netijesidigini görkezdi, Gauze we Bražnikowa bolsa täze işjeň serişdäni – gramisidin antibiotigini açdylar.

Ikinji jahan urşundan soň, senagat biotehnologiýalaryň depginli ösüşiniň barşynda aminokislotalaryň, ýeke öýjüklileriň belogynyň önümçiligi, steroidleriň öwrülişikleri ýola goýuldy, haýwanlaryň we ösümlükleriň öýjükleriniň ösdürilip ýetişdirilmegi özleşdirildi. Mikroorganizmleriň intakt-öýjükleri steroid tebigaty bolan derman maddalaryny almakda giňden ulanylyp başlandy, waksinalaryň iri-iri önümçilikleri ýola goýuldy.

Soňky 30-35 ýylyň dowamynda ýüze çykan iň täze biotehnologik prosesleriň zamanasy immobilizlenen (latynça *immobilis* – hereketsiz) fermentleriň we öýjük organellalarynyň giňden ulanylmagy bilen baglanyşyklydyr hem-de rekombinant DNK-lar usulyna esaslanandyr. Häzirki wagt güýçli ösýän gen we öýjük inženeriýasy biotehnologiýalaryň kem-kemden önümçiliginiň barha täze we täze çygyrlaryny eýelemegine ýardam edýär we adam durmuşynyň köp çygyrlaryna gaýduwsyzlyk bilen ornaşýar. Geçen asyryň 50-nji ýyllarynda süýt emdirijileriň öýjükleriniň ösdürimlerinde ösdürilip ýetişdirilýän poliomiýelitiň virusynyň waksinasyny almakda üstünlikli ulanylandan soň, gaýry dürli wiruslary bölüp almakda we ösdürmekde, antitelolary, interferony, raka garşy ulanylýan himiki serişdeleri öndürmekde adam öýjükleriniň ösdürmeleriniň ugurlary çalşyp bolmajak serişdä öwürüldiler. Geçen asyryň 60-njy ýyllarynda immobilizlenen (gymyldamaz, sarsmaz ýaly edilen) fermentleri we öýjükleri diňe ýarym sintetik serişdeleri öndürmekde däl, eýsem çylşyrymly bolmadyk biohimiki analizleri geçirmekde hem üstünlikli ulanyp başladylar.

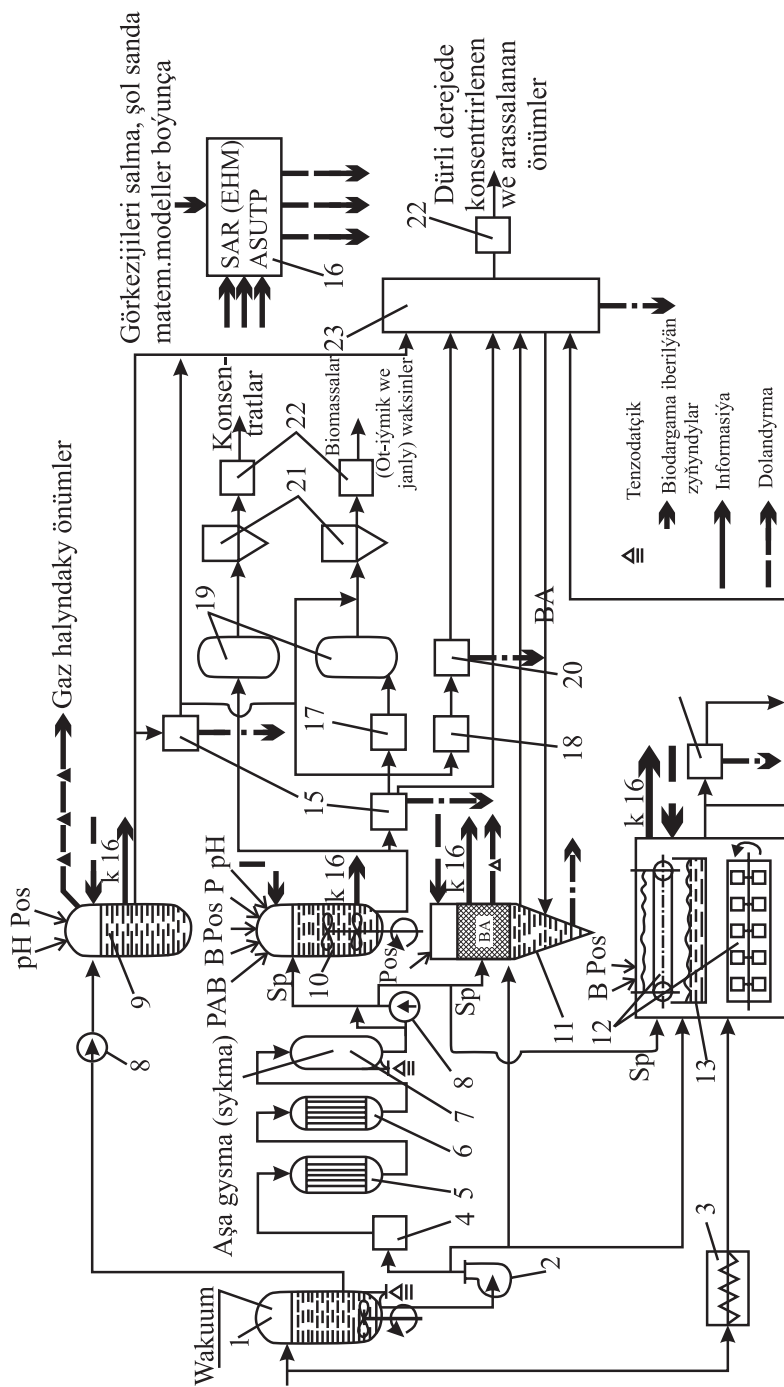
Gen inženeriýasynyň dörän wagtyňy 1972-nji ýyl diýip hasaplaýarlar, ýagny şol ýyl ABS-ly alym Pop Berg tarapyndan ilkinji gezek DNK-nyň rekombinant molekulasy döredildi. 1970-nji ýyllaryň ortalaryndan başlap, bu problemany güýçli depginler bilen dünýäniň ähli ýurtlarynda münlerçe ylym toparlary we senagat kompaniýalary öwrenýärler. “Genetika” we “inženeriýa” sözleriniň utgaşdyrylmagy rekombinant DNK-lary konstruirlemegiň we emeli genetiki meýilnamalary maksadalaýyk döretmegiň wagtyňyň gelendigine şaýatlyk edýär. Bu köp sanly serişdeleri almaklyga hem-de senagat zäherleriniň (toksikantlarynyň) täze dargadyjy-superşamlaryny almak boýunça işi başlamaga mümkinçilik berdi. Biotehnologiýanyň iň täze usullarynyň girizilmegi häzirki wagt biotehnologiýanyň dürli ugurlarynda, şol sanda biologik proseslerde öwrülişikleri amala aşyrýar. Bu usullar azyk önümlerini we iýmlik serişdeleri täzeden işläp çykarmagyň ekologik arassa biotehnologiýalarynyň önümliligini artdyrmaga, adamzady material we energetiki baýlyklar bilen üpjün etmäge hem-de tebigaty goramak meselelerini çözmäge ýardam edýärler.

Şeýlelikde, biotehnologik prosesler baradaky düşüňjeler öz gözbaşyny uzak geçmişden alyp gaýdýar, olaryň geljegi bolsa örän uludyr. Häzirki zaman biologik tehnologiýalara metabolik ulgamlary seýrek duş gelyän, adamzadyň bähbitlerine gönükdirilen hem-de köp sanly artykmaçlyklara eýe bolan pudaklary döretmek başardýar.

2.3. Biotehnologiýa önümçilikleriniň biotehnologik esaslary

Islendik biotehnologik prosesiniň wajyp meselesi ylmy tarapdan esaslanan tehnologiýasyny optimizleşdirmek we onuň enjamlaryny işläp düzmek bolup durýar. Biotehnologik önümçilikler guralanda, azda-kände şol wagtky ösen himiki tehnologiýanyň tejribesi girizildi. Emma biotehnologik prosesler biotehnologiýada materiýanyň has çylşyrymly gurluşy bolan biologik materiýanyň ulanylýandygy sebäpli, himiki proseslerden örän uly tapawut edýärler. Her bir biologik obýekt (öýjük, ferment we ş.m.) – bu awtonom öz-özünü sazlaýjy ulgamdyr. Biologik prosesleriň tebigaty çylşyrymlydyr we henize çenli gutarnykly aýdyňlaşdyrylan däldir. Mikrob populýasiýalary üçin, meselem, dürli alamatlary – ýaşy, fiziologik işjeňligi, daşky gurşawyň amatsyz şertlerine durnuklylygy boýunça düýpli geterogenlilik (dürli kysymlylyk) häsiýetlidir. Galyberse-de, olaryň tötänleýin mutasiýalara duçar bolujylygy ýokarydyr, olarda bu ululygyň ýygylýgy 10^{-4} bilen 10^{-8} aralygynda bolýar. Geterogenlilik (dürli kysymlylyk) fazalaryň bölünme üstleriniň bardygy hem-de gurşawyň şertleriniň dürli kysymlylygy bilen hem şertlendirilip bilner.

Umumy ýagdaýda islendik biotehnologik proses üç sany esasy: ***fermentlemäniň önündäki, fermentleme we fermentleden soňky*** döwürlerden ybarat bolýar. Biotehnologik prosesleriň amala aşyrylma shemasy umumy görnüşde fermentleme prosesleriniň ähli wariantlaryny girizmäge synanyşyk edilen blok-shemasy arkaly görkezmek bolar (2.1-nji surat).



2.1-nji surat. Biotechnologik prosesleriň amala aşyrylyşynyň prinsipial shemasy (U.E. Więstur we başgalaryň maglumatlary boýunça, 1987):

1 – ýimtilendiriş gurşawyny taýýarlamak üçin reaktor, 2 – tiweýli sorujy, 3 – gaty ýimtilendiriş gurşawyny taýýarlamak üçin enjam, 4 – ýimtilendiriş gurşawlaryny sterilleşme temperaturasyna çenli gyzdyrmak üçin bug kolonkasy, 5 – ýimtilendiriş gurşawlaryny sterilleşme temperaturasynda saklaýjy, 6 – ýimtilendiriş gurşawlaryny sowatmak üçin ýyllyk çalşyjy, 7 – ýimtilendiriş gurşawlaryny ölçäýji-ýygnaýjy, 8 – deň mukdarlara bölüji (dozator), 9 – anaerob (howasыз şertlerde) fermentleýji, 10 – çuňlukda geçirilýän aerob (howaly şertlerde) fermentleýji, 11 – biokatalitik reaktor, 12 – ýüzleý gaty fazada fermentleme geçiriji fermentleýji, 13 – ýüzleý suwuk fazada fermentleme geçiriji fermentleýji, 14 – ekstraktor, 15 – biomassany aýyrmak üçin separator, 16 – owradyjy enjam, 17 – biomassanyň plazmolizatory, 18 – biomassa owradyjy (dezintegratory), 19 – bugardýjy enjam, 20 – owradyjy (dezintegratory) fraksionirleýji, 21 – suwsuzlandyrmak üçin guradyjy we gaýry enjamlar, 22 – önümleri ölçäp gaplamak üçin enjamlar, 23 – ion çalşyjy kolonnalar, himiki we membranalar usuly bilen bölüp almak üçin enjamlar, sentrifugalar, süzgüçler, kristallizatorlar we beýlekiler. Şertli belgiler: pH – işçi erginleriň pH-ny düzetmek üçin ergin, II – goşmaça ýimtilendiriş gurşawy, BA – ekş materialy, B – gysylan howa, P4W – köpürjigi ýatyrýjy,

Fermentlemäniň önündäki döwürde produsentiň [(latynça *producing* – öndüriji, dörediji), biologiýada – foto ýa-da hemosintez ukyply, ýmit zynjyrynda ilkinji halka hasaplanylýan organizmler hem-de organiki däl maddalardan organiki maddalary döredijiler, ýagny ähli awtotrof organizmler hasaplanylýar; produsentler diýlip adamyň ulanylýan haýsydyr bir maddalarynyň çeşmesi (mysal üçin, mikroorganizmler – antibiotikleriň produsentleri)] (inokulyatyň – ösümlik, haýwan we adam dokumalarynyň hem-de ýmitlendiriş gurşawlarynyň) ösdürimini saklamagy we taýýarlamagy, fermentleýji enjamlary, tehnologik we köp gezek aýlap ulanylýan suwy we howany almagy, janly mikroorganizmleriň, infisirlenen (infeksiýa – orta asyr. latynça *infectio* – ýokuşdyрма) kesel ýokuşdyrylan materialyň girizilmegini üpjün edýärler. Fermentasiýanyň önündäki döwürüň örän wajyp pursady arassa ösdürimi goldama we taýýarlamadyr, çünki produsent, onuň fiziologo-biohimiki häsiýetnamalary we häsiýetleri bütün biotehnologik prosesini netijeliligini kesgitleýär. Arassa ösdürim bölümünde önümçilik ştamlaryny saklamaklygy amala aşyýarlar hem-de olaryň gaýtadan işjeňleşdirilmegini we inokulyatyň prosesi başlamak üçin zerur bolan mukdaryny toplamagy üpjün edýärler. Inokulyatyň ekilýän mukdary ösdürilip ýetişdirilende masştablaşdyrmak esasy (prinsipi), ýagny produsentiň kolbalaradaky, çüýşelerdäki, soňra fermentleýjileriň yzygiderli seriýasyndaky biomassasyny yzygiderli artdyýarlar. Bu prosesiň her bir indiki tapgyry göwrümi boýunça indikisinden 10 esse tapawut edýär. Alnan inokulyat sterillenen ekiş hatary boýunça fermentleme geçirilýän enjama gönükdirilýär. Ýmitlendiriji gurşawlary taýýarlamak garyjylar bilen üpjün edilen ýörite reaktorlarda amala aşyrylýar. Gurşawyň komponentleriniň ereýjiligine we olaryň ylalaşyklylygyna baglylykda aýratyn reaktorlar ulanylyp bilner. Düzümine eremeýän komponentler giren ýagdaýynda gurşawlary taýýarlamak ep-esli kynlaşýar. Dürli biotehnologik proseslerde gelip çykyşy we mukdary boýunça dürli substratlar ulanylýar. Şonuň üçin ýmitlendiriji komponentleri böleklere (dozalara) bölme her bir anyk ýagdaýda prosesiň tehnologik dessuryňa (reglamentine) laýyklykda özbaşdak amala aşyrylýar. Munda dozalara bölüji enjamlar hökmünde azyk we himiki senagatynda giňden ulanylýan tereziler, gapanlar hem-de göwrüm ölçeýji gurallar arkaly amala aşyrylýar. Transportýorlar maddalaryň transporty sorujylar hem-de lentaly we şnekli transportýorlar arkaly amala aşyrylýar. Ürgün komponentler fermentleýjilere wakuum sorujylaryň kömegi bilen eltilýär. Köplenç, önünden taýýarlanylýan garyndylar prinsipi ulanylýar, ýagny duzlary öninçä eredýärler we soňra göwrümi boýunça dozalara (böleklere) bölüp, geçiriji turbalar boýunça transportirleýärler. Biotehnologik prosesleriň we olary amala aşyrmak üçin ulanylýan gurşawlaryň, usullaryň we enjamlaryň inňän dürli-dürlüligi sebäpli, bu meseleler her bir biotehnologik önümçilikler bilen baglanyşyklykda serediler.

Fermentleme döwri biotehnologik prosesde esasy döwür hasaplanýar, çünki onuň dowamynda produsentiň substrat bilen özara täsirleşmesi we maksatly önümleriň (biomassalaryň, endo- we ekzoönümleriň) emele gelmesi bolup geçýär. Bu döwür biohimiki reaktorda (fermentleýjide) bolup geçmek bilen, ulanylýan

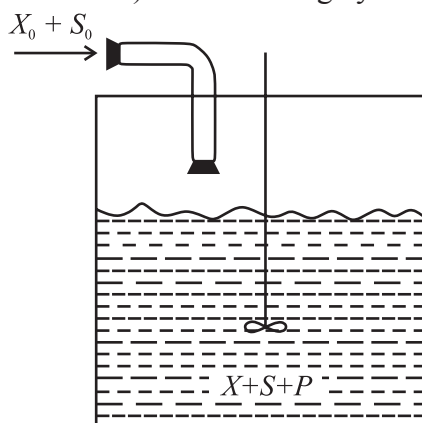
produsentiň aýratynlyklaryna we ahyrky önümiň görnüşine we hiline bolan talaplara laýyklykda dürli usullar bilen guralyp bilner. Fermentleme berk aseptik (ýokançsyzlandyрма) şertlerinde sterillik kadalaryny berjaý etmezden (“goralmaýan” fermentleme diýilýäni); suwuk we gaty gurşawlarda; howaly we howasyz şertlerde geçirilip bilner. Howasyz fermentleme, öz gezeginde, ýüzleý we çuňlukda (iýmitleýiş gurşawyň bütün galyňlygynda) geçirilip bilner.

Biologik obýektleriň ösdürilmegi **döwürleýin** we **akyp ýatan, ýarym üznüksiz substrat bilen goşmaça iýmitlendirilýän režimlerde** amala aşyrylyp bilner. Ösdürip ýetişdirmäniň döwürleýin usulynda fermentleýji, başdaky iýmitleýji gurşaw we mikroorganizmleriň inokulýatlary ($X_0 + S_0 + P$, 2.2-nji surat) bilen doldurylýar. Belli bir döwürüň dowamynda enjamda mikroorganizmleriň substrat bilen özara täsirleşmesi bolup geçýär, netijede, ösdürmede ($X + S \rightarrow P$) önüm emele gelýär.

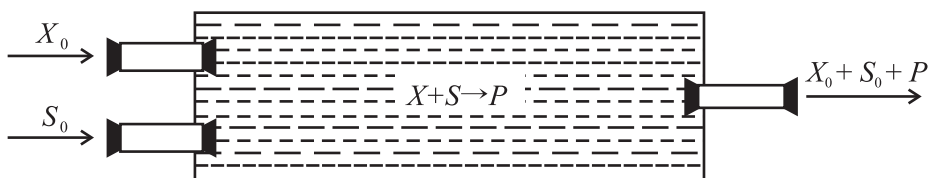
Bu enjamda biokimiki prosesler onlarça sagatdan birnäçe gije-gündize çenli dowam edýär. Fermentleýjiniň içindäki şertleri sazlama mikroorganizmleri döwürleýin ösdürmegiň wajyp meselesidir. Ösdürilýän ösdürme döwürleýin ösdürmegiň dowamynda birnäçe zygydiderli basgançaklary: lag-fazasyny, eksponensial (häsiýetli) fazany, ösüşiň haýallamagyny, stasionar-fazany we ölüp gitmeklik fazasyny geçýär. Munda bioobýektiň fiziologik ýagdaýynda hem-de gurşawyň birnäçe görkezijilerinde düýpli özgerişlikler bolup geçýär. Maksatlaýyn önümler (ilkilenji metabolitler – fermentler, aminokislotalar, witaminler) eksponensial we stasionar (ikinci derejeli metabolitler – antibiotikler) fazalarda emele gelýärler, şonuň üçin biotehnologik prosesiniň maksatlaryna baglylykda, häzirki zaman senagat proseslerinde ösdürip ýetişdirmäniň differensial režimleriniň prinsipi ulanylýar. Onuň netijesinde şol ýa-da beýleki maksatlaýyn önümi in ýokary derejede öndürmäge şertler döredilýär. Fermentleýjini wagtal-wagtal boşadýarlar, önümleri bölüp aýyrýarlar we arassalaýarlar, soňra täze tapgyr başlanýar.

Üznüksiz proses mikroorganizmleri ösdürip ýetişdirmegiň wajyp basgançaklarynyň biri bolup, bu usul döwürleýin usul bilen deňeşdireniňde düýpli artykmaçlyklara eýedir. Üznüksiz fermentleme durnuklaşan şertlerde, ýagny mikrob populýasiýasy we onuň önümleri has bir jynsly (gomogen) bolanda amala aşyrylýar.

Fermentlemäniň üznüksiz prosesini ulanmak biosintez prosesini netijeli sazmaga we dolandyrmaga şertleri döredýär. Fermentlemäniň üznüksiz ulgamlaryny doly gysyp çykarmak ýa-da doly garyşdyrmak prinsipi boýunça gurap bolar. Ilkinji mysal tubulýar ösdürme diýilýänidir (2.3-nji surat).



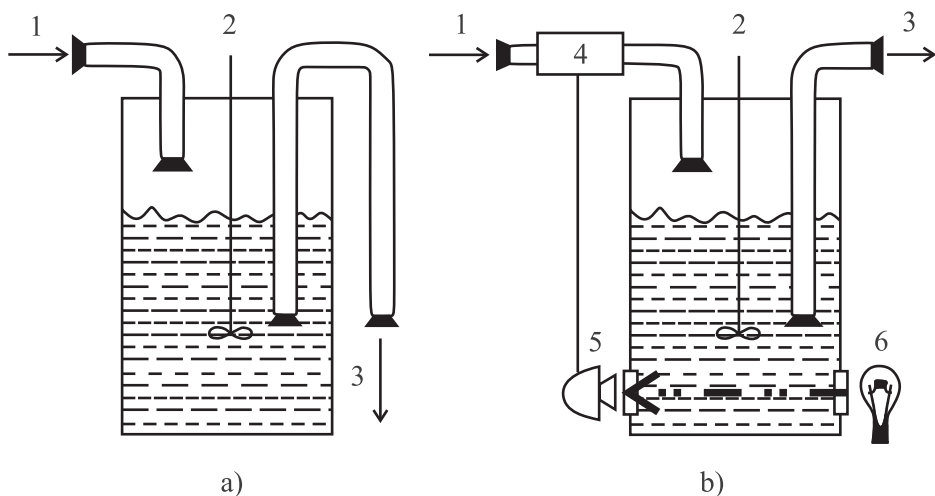
2.2-nji surat. Döwürleýin hareket edýän bioreaktoryň shemasy



2.3-nji surat. Tutuşlygyna gysyp çykarýan tubulýar bioreaktoryň shemasy

Fermentleme prosesi bir ujundan üznüksiz ýमितleýji komponentler we inokulyat gelyän, beýleki ujundan bolsa şol tizlik bilen ösdüriji suwuklyk (kulturalnaýa židkost) akyp çykýan uzyn turbada amala aşyrylýar. Akymdaky fermentlemäniň bu shemasy geterogen fermentlemäniň shemasydyr.

Üznüksiz fermentlemede tutuşlaýyn garyşýan fermentlerde (gomogen akymly usul) fermentleýji enjamyň bütün massasynda birmeňzeş şertler döreýär. Fermentlemäniň şeýle ulgamlaryny ulanmak aýry-aýry basgançaklary hem-de bütün tehnologiýa prosesi netijeli dolandyrmaga mümkinçilik berýär we produsenti eksperiment geçirýäniň ýa-da biotehnologyň islän ýagdaýyna durnuklaşdyryp bolýar. Şeýle gurluşlary dolandyrmaklyk iki usul bilen amala aşyrylýar (2.4-nji surat).



2.4-nji surat. Mikroorganizmleri akymda ösdüriji bioreaktoryň shemasy:

A – hemostat; B – optiki dyklygyny awtomatik sazlaýjyly turbidostat.

1 – gurşawyň girmegi, 2 – garyjy, 3 – ösdürmäniň akymy,

4 – sorujy, 5 – fotoelement, 6 – ýagtylyk çeşmesi

Turbidostat usuly çykýan akymyň bulançaklygyny ölçemäge esaslanandyr. Öýjükleriň ösmegi netijesinde döreýän mikrob suspenziýasynyň bulançaklygynyň ölçegi bioreaktordan çykýan mikroorganizmleriň ösmeginiň tizliginiň ölçegidir. Ol ýaňy taýýarlanylýan ýमितlendiriji gurşawyň fermentleýjä barmagyny sazlamaga ýardam edýär. Gözegçiligiň ikinji ýoly hemostatly usuldyr, ol ýönekeýdir. Hemostatdaky prosesi dolandyrmaklyk çykýan akymy däl-de, girýän akymy ölçemek arkaly ama-

la aşyrylýar. Munda fermentleýjä barýan iýmitlendiriji gurşawyň komponentleriniň biriniň konsentrasiýasyny (uglerod, kislorod, azot) beýleki iýmitleýji komponentler artykmaç mukdarda bolar ýaly, ýagny ugrukdyryjy biogen elementiň konsentrasiýasyny öýjükleriň ösdürmede köpelmegini çäklendirer ýaly edip sazlaýarlar.

Inženerçilik amala aşyrylyşy nukdaýnazaryndan fermentleme prosesini üpjün etmeklik fermentleýjä akymlaryň [inokulýatyň, howanyň (ýa-da gaz garyndylarynyň), iýmitleýji biogenleriň, köpürjigi ýatyryjylaryň] we ondan ýylylygy, ulanylan howany, ösdürilýän suwuklygy (kulturalnaýa židkost) aýyrmaga hem-de prosesin esasy parametrlerini produsentiň optimal ösüşi üçin talap edilýän derejede ölçemäge we durnuklaşdyrmaga syrygýar. Fermentlemäniň barşynda özlerinde öýjükleri, öýjük daşyndaky metabolitleri, başlangyç substratyň galyndy konsentrasiýalaryny saklaýan çylşyrymly garyndylary emele getirýärler. Bu garyndylarda maksatlaýyn önümleriň konsentrasiýalary, adatça, az mukdarda bolýarlar, olaryň köpüsi bolsa dargaýarlar. Bularyň hemmesi biologik serişdeleri bölüp almak we guratmak usullaryna düýpli çäklendirmeleri girizýär.

Fermentlemeden soňky döwür taýýar haryt önümini almany hem-de galyndylary we gapdaldan alynýan önümleri zyýansyzlandyrmany üpjün edýär. Ahyrky önümiň (öýjügiň ýa-da ösdürilýän suwuklygyň) çäklendirilmegine onuň fermentlemeden soňky döwürdäki tebigatyna baglylykda bölüp almagyň we arassalamagyň dürli enjamlaryny we usullaryny ulanýarlar. Zähmeti iň köp talap edýän iş öýjüklerde toplanýan önümi bölüp almakdyr. Fermentlemeden soňky ilkinji tapgyr ösdürilýän suwuklygy fraksiýalara bölmekden we gaty jisimleriň owunjak we ýuwaş-ýuwaşdan çökyän suwuklyk böleklerini – biomassany bölmekden ybaratdyr. Bu maksatlar üçin has giňden ulanylýany separirleme (ýaýma) usuly bolup, ol işläp taýýarlanylýan ösdürilýän suwuklygyň häsiýetlerine baglylykda dürli shemalar boýunça işleýän ýörite enjamlarda – separatorlarda amala aşyrylýar. Esasy mesele ölçegleri 0,5-1,0 mkm we olardan-da kiçi bolan gaýyp ýören ownuk bölejikleri (bakteriýa öýjükleri) bölüp aýyrmak hem-de uly göwrümlü suwuklyklary täzedan işlemek zerur bolanda (iýmlik proteinler we birnäçe aminokislotalar öndürilende) ýüze çykýar. Separirleme prosesiniň netijeliligini ýokarlandyrmak üçin ösdürmäniň önünden ýörite işläp taýýarlamaný ulanýarlar, ýagny pH-ny üýtgedýärlär, gyzdýrýarlar, himiki maddalary goşýarlar. Biotehnologik önümleriň ýaramlylyk möhletlerini uzaltmak üçin olary suwsuzlandyryýarlar we durnuklaşdyryýarlar. Önümleriň häsiýetlerine baglylykda guratmanyň dürli usullaryny ulanýarlar. Gyrgyzna çydamly serişdeleri guratmagy mejmelerde (podnoslarda), lentaly konweýerde hem-de gaýnaýan gatlakda amala aşyryýarlar. Gyzdymaga aýratyn duýgur serişdeleri wakuumguradyjy şkaflarda pes basyşda we temperaturada hem-de pürküji guradyjylarda guradýarlar. Dürli maddalaryň dolduryjylar hökmünde goşulmagy biotehnologik önümleriň durnuklaşmagyna getirýär. Iýmlik belogy durnuklaşdyrmak üçin goş-

maça ýokumlylyk gymmaty bolan bugdaý kepegini, mekgejöwen ununy ulanýarlar. Ferment serişdelerini durnuklaşdyrmak üçin olaryň denaturasıýalaşmagyna päsgel beriji gliserini we uglewodlary hem-de kobaltıň, magniniň, natriniň ionlaryny, antibiotikleri we başg. ulanýarlar.

2.4. Biotehnologik prosesleri düzýän elementler

Biotehnologik prosesleriň esasy elementleri *biologik agent, substrat, enjamlar we önümdir*.

Biologik agent biotehnologik proseslerde işjeň başlangyçdyr we biotehnologiýanyň iň wajyp elementleriniň biridir. Biologik agentleriň sanawy barha giňelýär, emma, oňa garamazdan, häzirki wagta çenli wajyp orny döp bolup giden obýekt – mikrob öýjügi eýeleýär (2.1, 2.2-nji tablisalar).

Dürli himiki-tehnologik häsiýetli mikrob öýjüklerini tebigy çeşmelerden bölüp alyp, soňra bolsa öňden ulanylyp gelinýän (seleksıya, seçgi) usullaryň we iň täze usullaryň (öýjük we gen inženeriýasy) kömegi bilen düýpli üýtgedip (modifisirläp) we gowulandyryp bolar. Biologik agent saýlanyp alnanda we önümçilige girizilende, ilkinji nobatda, şamlaryň tehnologiýa ýörelgesi berjaý edilmelidir. Beýle diýildiği mikrob öýjügi, jynslaryň populýasiýasy ýa-da maşgalasy fermentleme prosesiniň uzak dowamynda özläriniň esasy fiziologo-biohimiki häsiýetlerini saklap galmalydyr. Senagat produsentleri, galyberse-de, mutasiýaly täsirlere, faglara, del flora bilen ýokuşmalara (kontaminasiýalara) bolan durnuklylyga eýe bolmalydyr; adamlara we daşky gurşawa zyýansyzlygy bilen häsiýetlenmelidir, ösdürilip ýetşdirilende goşmaça emele gelýän madda çalşygynyň zäherli önümleri we zyňnydlary bolmaly däl, emele gelýän önümleriň ýokary çykymy hem-de amatly tehniki-ykdysady görkezijileri bolmalydyr.

Häzirki döwürde senagat mikrob tehnologiýalarynyň köpüsi geterotrof organizmleri ulanmaga esaslanandyr, geljekde bolsa produsentleriň içinde artykmaçlyklara ösmegi üçin gyt organiki gurşawlary talap etmeýän awtotrof organizmler hem-de gurşawyň ekstremal şertlerinde ösüp bilýän (termofil, alkalofil we asidofil) organizmler – ekstremofiller eýe bolarlar.

Soňky ýyllarda garyşyk mikrob ösdürmeleri we olaryň tebigy assosiasıýalaryny ulanmagyň gerimi barha giňelýär. Monokulturalar bilen deňşdirilende mikrob assosiasıýalary çylşyrymly, düzümi boýunça kysymdaş bolmadyk substratlary özleşdirmäge (siňdirmäge) ukyplydyrlar, olar biotransformirlemäge ýokary ukyplylygy sebäpli, çylşyrymly organiki maddalary minerallaşdyrýarlar, daşky gurşawyň amatsyz şertleriniň we zäherli maddalaryň täsirine ýokary durnuklylyga hem-de ýokary önümlilige we bileleşigiň aýry-áry görnüşleriniň arasyndaky genetiki informasiýany alyş-çalyş etmäge bolan mümkinçilige eýedir. Garyşyk ösdürmeleri ulanmagyň esasy ugurlary daşky gurşawy goramakdan, biodargamadan we çylşyrymly substratlary özleşdirmekden ybaratdyr.

Maksatlaýyn önümleri almak üçin senagatda ulanylýan mikroorganizmler

Organizm	Görnüş	Önüm
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Maýalar	Hamyrmaýalar, çakyr, el (iňlis) piwosy, sake
<i>Streptococcus thermophilus</i>	Bakteriýalar	Ýogurt
<i>Propionibacterium shermanii</i>	Bakteriýalar	Şweýsar syry
<i>Gluconobacterium suboxidans</i>	Bakteriýalar	Sirke (uksus)
<i>Penicillium roquefortii</i>	Heň (zeň)	Rokfor görnüşli syr
<i>Aspergillus oryzae</i>	Heň (zeň)	Sake
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Maýalar	Etanol (etil spirti)
<i>Clostridium acetobutylicum</i>	Bakteriýalar	Aseton (dimetilketon)
<i>Xanthomonas campestris</i>	Bakteriýalar	Polisaharidler
<i>Corynebacterium glutamicum</i>	Bakteriýalar	L-Lizin
<i>Candida utilis</i>	Maýalar	Mikrob belogy
<i>Propionibacterium</i>	Bakteriýalar	Witamin B ₁₂
<i>Aspergillus oryzae</i>	Heň (zeň)	Amilaza
<i>Kluyveromyces fragilis</i>	Maýalar	Laktaza
<i>Saccharomycopsis lipolytica</i>	Maýalar	Lipaza
<i>Bacillus</i>	Bakteriýalar	Proteazalar
<i>Endothia parasitica</i>	Heň (zeň)	Kyrkgasanak fermenti
<i>Leocanostoc mesenteroides</i>	Bakteriýalar	Dekstran
<i>Xanthomonas campestris</i>	Bakteriýalar	Ksantan
<i>Penicillium chrysogenum</i>	Heň (zeň)	Penisillinler
<i>Chehalosporium acremonium</i>	Heň (zeň)	Sefalospiranlar
<i>Rhizopus nigricans</i>	Heň (zeň)	Steroidleriň transformasiýasy (başga hala geçmegi)
Gibridomlar	–	Immunoglobulinler we monoklonal antitelolar
Süýt emdirijileriň öýjük ugurlary	–	Interferon
<i>E. coli</i> (rekombinant ştamlar)	Bakteriýalar	Insulin, ösdüriji gormon, interferon
<i>Blakeslea trispora</i>	Heň (zeň)	β-Karotin
<i>Phaffia rhodozyma</i>	Maýalar	Astaksantin
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Bakteriýalar	Bioinsektisidler
<i>Bacillus popilliae</i>	Bakteriýalar	Bioinsektisidler

**Substratlaryň, biologik agentleriň we biotehnologik proseslerde emele
gelyän önümleriň iň wajyp toparlary
(Wiýestur we başgalaryň maglumatlary boýunça, 1987)**

Substratlar	Biologiki agentler	Önümler
Melassa (mala berilýän toşap), gant çňriginin şiresi, ösümlik olimerleriniň gidrolizatlary. Gantlar, spirtler, organiki kislotalar. Nebitiň parafineri. Biotransformasiýanyň özünden öňki ýarym önümler. Tebigy gaz, wodorod. Kesilen süýt. Kartoşka, дәne. Ösümlikleriň gök massasy.	Mikroorganizmler, ösümlik we haýwan öýjükleri, şol sanda gen inženeriýasynyň. Wiruslar. Öýjük komponentleri: membranalar, protoplastlar, mitohondriýalar, fermentler. Öýjük daşyndaky önümler: fermentler, mikroorganizmleriň, ösümlikleriň we haýwanlaryň immobilizlenen öýjükleri, olaryň komponentleri we öýjük daşyndaky önümleri.	Biodökünler we bioinsektisidler, mikrob biomassalary, diagnostikumlary, waksinalar. Biogaz. Arassa önümler, derman serişdeleri, diagnostikumlar. Gormonlar we biotransformasiýanyň beýleki önümleri. Organiki kislotalar. Polisaharidler. ýeke öýjüklileriň belogy. Iýmit önümleri. Ekstraktlar, gidrolizatlar. Spirtler, organiki eredijiler, antibiotikler. Aminokislotalar. Fermentler, witaminler. Metallar, metal дәller. Monoklonal antitelolar.

Biotehnologiýada biologik agentleriň aýratyn topary fermentlerdir, ýagny biologik gelip çykyşly katalizatorlardyr. Fermentler dürli biotehnologik proseslerde we hojalygy dolandyryş pudaklarynda barha giňden ulanylýarlar, ýöne olaryň durnuksyzlygy, almakdaky kynçylyklar, nyrhynyň ýokarydygy sebäpli, geçen asyryň 60-njy ýyllaryna çenli bu ugur gowşadyldy. Täze biologik agentleri döretmekde we ulanmakda täze pudak hökmünde utgaşykly hereket edýän, täsiri fermenti we immobilizleme usulyny dogry saýlap almak bilen kesgitlenilýän ulgam bolan immobilizlenen fermentleri tapawutlandyrmak bolar. Doly taýýarlykly (immobilizlenen) fermentleriň ereýji fermentlerden artykmaçlygy şulardan ybaratdyr: durnuklylygy we ýokary işjeňligi, reaktoryň göwrümünde saklanyp bilmekligi, maksatlaýyn önümleri doly we tiz bölüp almak we biologik agentleri köp gezek ulanyp, üznüksiz fermentleme proseslerini ýola goýma mümkinçilikleriniň bardygyny. Immobilizlenen fermentler analitikada, energiýany özgertmekde we bioelektrokatalizde ulanmak üçin biologik mikrogurluşlary döretmekde täze mümkinçilikleri açyp berýär.

Biotehnologiýanyň ösüşiniň häzirki tapgyrynda adaty bolmadyk biologik agentlere ösümlik we haýwan dokumalaryny, şol sanda gibridomlary, transplantlary degişli edýärler. Häzirki wagt uly üns iň täze biologik agentler bolan mikroorganizmleriň, ösümlikleriň, haýwanlaryň öýjüklerini genoinžener usullary bilen almaklyga berilýär. Dürli sintetik we biologik materiallary (häsiýetleri berlen

membranalary, izotoplary, magnit materiallary, antitelolary) ulanyp, emeli öýjükleri almaga mümkinçilik berýän täze usullar hem ösendir. Häzirki wagt islenilýän stereokonfigurasiýaly we beýleki polipeptidleriň sintezi amala aşyryldy.

Şeýlelikde, biotehnologik proseslerde dürli derejelerde, ýagny öýjükden molekula derejesine çenli ýola goýlan dürli-dürli biologik agentleri ulanmak mümkindir.

Biotehnologiýada ulanylýan **substratlar we gurşawlar** diýseň dürli-dürlüdürler, olaryň dürlüligi birsyhly giňelýär (2.2-nji tablisa). Senagat prosesleriniň ösmegi bilen biotehnologiýanyň usullary arkaly zyýansyzlandyryp we peýdaly önümlere konwertirläp bolýan zyňyndylaryň täze görnüşleriniň toplanmagy bolup geçýär. Bir tarapdan batly gadamlar bilen ösýän senagat biotehnologik ugurlar dăp bolup giden çig mallaryň azalmagyna getirýärler, beýleki tarapdan toplanýan zyňyndylaryň göwrüminiň giňelmegi olary gaýtadan işlemegiň adaty bolmadyk usullaryny, şol sanda biotehnologik usullary işläp düzmek zerurlygyny döredýär.

Häzirki wagt biotehnologlaryň täzelenýän tebigy baýlyklar, ýagny fotosinteziň önümleri we dünýä ummanynyň biologik baýlyklary bilen gyzyklanmasy barha artýar. Biotehnologik prosesleriň gurşawlarynyň düzümine uglerodyň we energiýanyň çeşmeleri hem-de mineral elementler we ösdüriji faktorlar girýärler. Biotehnologik proseslerde uglerod birleşmeleri bilen bir hatarda mineral elementleri we ösdüriji faktorlary saklaýan, esasan, uglerodyň we energiýanyň çeşmesi hökmünde düzümi kesgitli bolmadyk kompleksleýin tebigy gurşawlary (dürli önümçilikleriň zyňyndylaryny, ösümlik çig malynyň gaýtadan işlenen önümlerini, akýan suwuň düzümine girýän garyndylary we başg.) ulanýarlar. Biotehnologik substratlaryň hataryna sellýulozany, polisaharidleriň we agajyň gidrolizatlaryny giňden girizdiler. Soňky 30–35 ýylyň dowamynda olary ýeke öýjüklieleriň belogyny almak üçin ulanýarlar. Agajyň 175–190°C kislotaly gidrolizi gaýtaryjy maddalaryň 45–50%-niň gurşawa çykmagyny üpjün edýär, gidroliziň has berk režimlerinde bu ululyk 55–68%-e çenli artýar. Soňky ýyllarda uly üstünlik bilen torfuň gidrolizatlary ulanylyp başlandy, ol önümleriň, mysal üçin, aminokislotalaryň, bahasyny 4–5 esse peseltmäge mümkinçilik berýär. Biologik agentleriň ösmegi üçin gerek bolan we iýmitleýji gurşawlaryň düzümine girýän mineral elementler makro we mikroelementlere bölünýärler. Makroelementleriň arasynda azot birinji orunda durýar, çünki biologik obýektleriň oňa bolan islegi beýleki makroelementlere (fosfora, kükürde, kalä we magnä) bolan isleginden 10 esse artykdyr. Adatça, mikroorganizmler azody dikeldilen görnüşde (moçewina, ammoniý iony ýa-da olaryň duzlary) ulanýarlar. Azody, köplenç beýleki makroelementler – fosfor, kükürt bilen garyşdyryp berýärler. Munuň üçin olaryň çeşmeleri hökmünde bu elementleriň duzlaryny (ammoniýniň sulfatlaryny ýa-da fosfatlaryny) ulanýarlar. Emma, käbir aýry-aýry produsentler üçin nitratlar ýa-da azodyň organiki birleşmeleri gowy bolýar. Produsenti azotly iýmit bilen üpjün etmekde azodyň diňe bir görnüşi däl-de, eýsem onuň gurşawdaky konsentrasiýasy möhüm ähmiýete eýedir, çünki uglerodyň azoda bolan gatnaşygynyň C:N üýtgemegi produsentiň ösmeginiň tizligine – metabolizme, täsir etmek bilen, bir topar

maksatlaýyn önümleriň (aminokislotalaryň, polisaharidleriň we başg.) gereginden artyk sintezlenmegine getirýär. Mineral elementler islendik biologik agentniň ösmegi üçin zerurdyr, emma olaryň gurşawdaky konsentrasiýasy, ulanylýan bioobjektiň biologiýasyna we biotehnologik prosesleriň wezipelerine baglylykda dürli bolýarlar. Mysal üçin, iýmitlendiriji gurşawda makroelementleriň (K, Mg, P, S) konsentrasiýasy, adaty, 10^{-3} – 10^{-4} M golaý bolýar. Mikroelementlere bolan isleg uly däl, olaryň iýmitlendiriji gurşawlardaky konsentrasiýasy ep-esli aşakda – 10^{-6} – 10^{-8} M. Şonuň üçin iýmitlendiriji gurşawlara mikroelementleri, köplenç, goşmaýarlar, çünki olaryň esas duzlardaky we suwdaky garyndylary produsentleriň talaplaryny üpjün edip bilýärler. Aýry-áýry produsentler metabolizminiň ýa-da iýmitlendirijilere islegleriniň özboluşly aýratynlyklary sebäpli, özleriniň kadaly ösmegi üçin iýmitlendiriji gurşawlarda ösdüriji faktorlaryň (aýry-áýry aminokislotalaryň, witaminleriň we başg.) bolmagyny talap edýärler. Şeýle tebigatly arassa individual maddalardan başga-da, ösdüriji goşundylar hökmünde amalyýetde, köplenç, mekgejöwen ýa-da maýa (drožži) ekstraktlary, kartoşka şiresi, arpa şineleriniň, galla we süýt önümçiliginiň zyňyndylarynyň ekstrakty ulanylýar. Bu ösdüriji faktorlaryň stimilirleýji täsiri, köplenç ýagdaýlarda, ulanylýan produsentiň aýrybaşga häsiýetlerine, esasy gurşawyň düzümine, fermentleme şertlerine we ş.m. baglydyr. Ösdüriji faktorlaryň goşulmagy maksatlaýyn önümleriň, mysal üçin, fermentleriň çykymynyň onlarça esse köpelmegine getirip biler.

Adat boýunça biotehnologik proses üçin iýmitlendiriji gurşawyň amatly düzümi uzak wagtyň dowamynda geçirilen tejribeleriň netijesinde saýlap almak usuly boýunça kesgitlenilýär, onuň barşynyň ilkinji tapgyrlarynda gurşawyň hil we mukdar düzümi anyklanylýar. Gurşawlaryň düzümini produsentiň fiziologiýasy we biokimiýasy nukdaýnazaryndan esaslandyrmaga köp sanly synanyşyklar edildi, emma iýmitlendiriji gurşawlara bolan talaplaryň görünüş we ştam-aýratynlykly (ştamspesiki) bolanlygy üçin, her bir anyk ýagdaýda anyk produsent üçin amatly düzümini saýlamaly bolýar. Soňky 20-25 ýylyň içinde tejribeleri meýilnamalaşdyrmagyň we biotehnologik prosesleri matematiki modelirleme usullary barha giňden ulanylýar, ol iýmitlendiriji gurşawlary tygşytly bolar ýaly edip konstruirlemäge delilli çemeleşmäge mümkinçilik berýär.

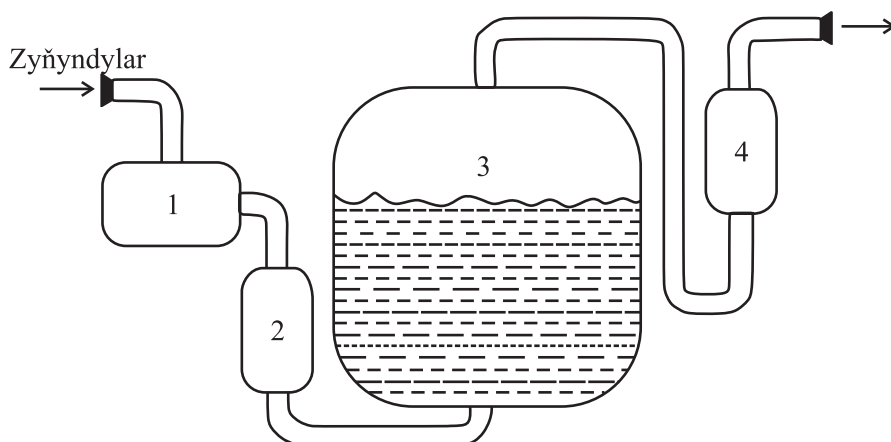
Enjamlar. Biotehnologik prosesleriň tehniki üpjünçilik meseleleri bilen bioinženeriýa meşgul bolýar. Dürli prosesler, hususan-da, fermentleme prosesi hem-de taýýar önümi bölüp aýyrmak we almak üçin köp sanly dürli kysymly enjamlary ulanýarlar. Olaryň arasynda has çylşyrymlsyz we özboluşly aýratynlyklsyz fermentlemek stadiýasynyň enjamlarydyr. Fermentleme prosesiniň tehniki tarapdan iň çylşyrymlsyz aerob jümmüşde ýerleşýän zyýansyzlandyrylan we üznüksiz (ýa-da substrat bilen goşmaça iýmitlendirilýän) prosesdir. Ýüzleý ýa-da anaerob fermentlemek üçin niýetlenilen enjamlar şeýle bir çylşyrymly däl we energiýany köp harç etmeýär. Häzirki zamanyň edebiýatlarynda konstruksiýalary, işleýiş prinsipleri we ölçegleri boýunça (birnäçe litrdan birnäçe müň kub metre çenli) ta-

pawutlanýan bioreaktorlar beýan edilendir. Ösdürmeklik usullarynyň köp sanlylygy, ulanylýan biologik agentleriň köp dürlüligi birnäçe faktorlara: produsentiň we gurşawyň görnüşine, önümçilgiň tehnologiýasyna, gerimine hem-de maksatlaýyn önüme we başgalara bagly bolan konstruktiw çözgütleriň dürli-dürlüligine getirdi. Biotehnologiýanyň tehniki enjamlaşdyrylyşy tehniki biohimiýanyň we iýmit tehnologiýasynyň umumy düzgünlerine esaslanýar, şeýle hem bolsa, onuň özboluşly aýratynlyklary bardyr. Biotehnologik prosesler arassa himiki proseslerden:

- biologik agentleriň fizika-mehaniki täsirlere duýgurlygy;
- maddalaryň faza arasyndaky “suwuklyk-öýjük”, “gaz-suwuklyk- öýjükler” görnüşde geçirilmeginiň bardygy;
- bejerilende ýa-da operasiýa edilende ýaranyň azmagynyň önüni almagyň tapawutlary;
- umuman, köp prosesleriň pes tizlikde geçýänligi;
- maksatlaýyn alynýan maddalaryň durnuksyzlygy;
- köpürjigiň emele gelmegi;
- ösüş prosesiniň we biosinteziň mehanizminiň çylşyrymlylygy bilen tapawut edýärler.

Indi fermentleýji enjamlaryň käbir görnüşlerine seredip geçeliň.

Anaerob prosesleriň enjamlary ep-esli ýönekeýdir we olary ösümlik çig malyňyň, şol sanda ösümlikleriň hem-de senagatyň dürli galyndylarynyň konwersiýa proseslerinde ulanýarlar. Metanly ajamada biogazy almak we beýleki proseslerde (aseton we şampan çakryrlaryny almakda) fermentleýji enjamlary (metanotenk ýa-da metantank) ulanýarlar. Bu enjamlar dürli-dürli konstruksiýaly (hapa çukuryndan başlap, çylşyrymly metal konstruksiýalara ýa-da demir-beton desgalaryna çenli) we görümlü (birnäçe ýüz metr kubdan müňlerçe metr kuba çenli) bolýarlar (2.5-nji surat).



2.5-nji surat. Metan alyjy gurluşyň shemasy:

1 – dozalara bölýän gurluş; 2 – ýylylyk çalşyýjy;

3 – metanotenk (metanotank); 4 – gazgolder

Metan alyjy gurluşlary çig maly beriji, temperaturany durnuklaşdyryjy ýylylyk çalyşýan turbalar ulgamlary, produsentiň biomassasyny we çig malyny bir meňzeş (gomogen) paýlaşdyrmak üçin çylşyrymly bolmadyk garyjy, gaz gapagy we emele gelýän biogazy ýygnamak üçin göwrümi üýtgeýän gurluş (gazgolder) bilen enjamlaşdyrylýar.

Aerob fermentleýji enjamlaryň konstruksiýasy fermentlemäniň we çig malýň görnüşi bilen kesgitlenilýär. Organiki kislotalary we fermentleri öndürmekde giňden ulanylýan aerob ýüzleý fermentleýji enjamlar gurluşy boýunça ýönekeýdirler we, degişlilikde, suwuk fazalylara we gaty fazalylara bölünýärler. Ýüzleý suwuk fazaly fermentleme tekjelerinde tekiz metaldan ýasalan legenjikler ýerleşdirilen ýelejiredilýän kameralarda ajadyjylar (turşadyjylar) diýilýänlerde geçýär. Legenjiklere gatlagynyň galyňlygy 80–150 mm bolar ýaly suwuk iýmitlendiriji gurşawy guýýarlar, soňra berilýän howa akymy bilen gurşawy produsentiň sporalaryny inokulirleýärler (inokulýasiýa – janly mikroorganizmleri, ýokançlandyrylan materialy, uýan gany ösümlik, haýwan we adam dokumalaryna hem-de iýmitlendiriji gurşawlara girizmek). Kamerada çyglylyk, temperatura we howanyň berliş tizligi durnuklaşdyrylýar. Proses tamamlanandan soň ösdürilýän suwuklygy legenjiklerden olaryň düýbüne oturdylan ştuserler arkaly döküp aýyrýarlar. Gaty fazaly fermentlemede hem proses ýelejiredilýän kameralarda geçirilýär, ýöne tekjelerde legenjikleriň deregine içine galyňlygy 10–15 mm bolan ürgün gaty gurşawly nowajyklar ýerleşdirilýär. Gurşawyň howalanmagyny gowulandyrmak üçin kamera berilýän howany düýbi deşim-deşim edilen nowajyklardan goýberýärler.

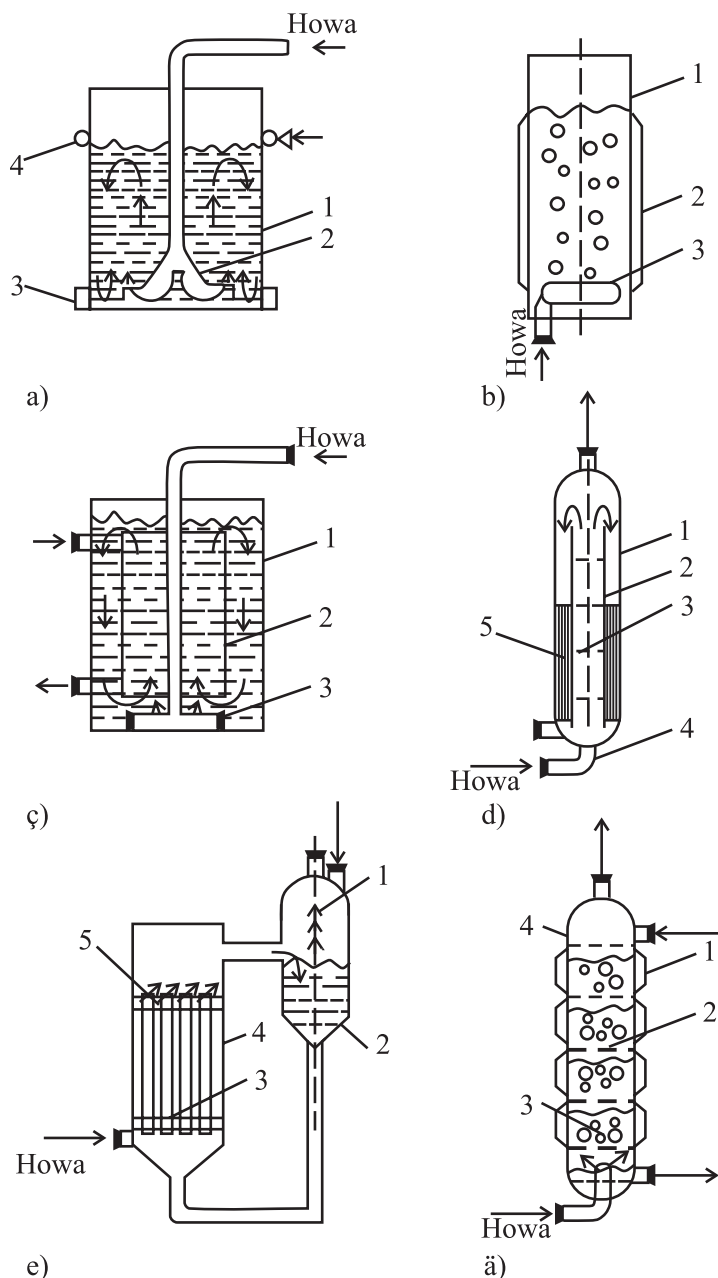
Çuňlukda geçirilýän aerob fermentleme üçin enjamlar we konstruksiýalar olary ulanmak nukdaýnazaryndan has çylşyrymlydyrlar. Olar konstruirilenende ýüze çykýan esasy mesele öýjükleriň gurşaw bilen iň netijeli massa we energiýa çalyşygyny üpjün etmekdir. Massa çalyşygy kislorodyň we beýleki biogen elementleriň gurşawdan mikrob öýjüğine geçmegi we madda çalyşygyna gatnaşýan ömümleriň ondan daşyna çykmagy bilen kesgitlenilýär. Fermentleýjiniň massa çalyşygy häsiýetnamalarynyň baş görkezijisi bolup, kislorodyň massa çalyşylyk koeffisiýenti hyzmat edýär, çünki kislorod aerob fermentleme prosesleriniň esasy çäklendiriji faktorydyr. Bir kg biomassanyň emele gelmegi üçin, uglerod saklaýjy çig malýň we onuň dikelenlik derejesine baglylykda, kislorodyň sarp edilişi 0,75 kg-den 5,00 kg-e çenli ýetýär. Öýjükler diňe erän görnüşdäki kislorody siňdirmäge ukyplydyrlar, şonuň üçin ösdürmede onuň konsentrasiýasyny anyk produsent üçin hemişe iň amatly derejede saklamalydyr. Munda kislorodyň öýjüklere girme tizligi onuň öýjüklere birleşme tizliginden ýokary bolmalydyr hem-de öýjüğe golaý giňişlikde “konsentrasiýa çukury” diýilýäni döremeli däl. Galyberse-de, öýjükleriň we erän substratyň konsentrasiýasy fermentleýjiniň tutuş göwrümünde deň bolmalydyr. Şonuň üçin garyşdyрма hem enjamda talap edilýän gidrodinamiki ýagdaýy üpjün edýän esasy faktorlaryň biridir. Güýçli garyşdyrylanda, enjamda howanyň köpürjikleri maýda bölejiklere bölünýärler we güýçli maýdalanyňp, “gurşaw-öýjük” fazalary-

nyň galtaşma meýdanyny ulaldýarlar. Emma, çendenaşa köp garyşdyrma biologik obýektleriň mehaniki şikeslenmegine getirmegi mümkindir.

Häzirki wagtda garyşdyryjy we howany täzeleýji gurluşlaryň ägirt uly sany işlenip düzüldi we ulanylýar; olaryň toparlaryny doly agzap geçmek mümkin däl-dir. Biziň pikirimizçe, bu babatda energiýany eltmek boýunça aerobly çuňňur fermentleýji enjamlary toparlandyrmak ugrunda edilen synanyşyklar has şowlularyň biridir (Wiýestur we başg., 1986, 1987). Bu toparlandyрма laýyklykda, energiýany eltijiniň görnüşi boýunça enjamlar üç topara bölünýärler:

1. Gaz fazasy arkaly eltiji.
2. Suwuk faza arkaly eltiji.
3. Utgaşdyrylan faza arkaly eltiji.

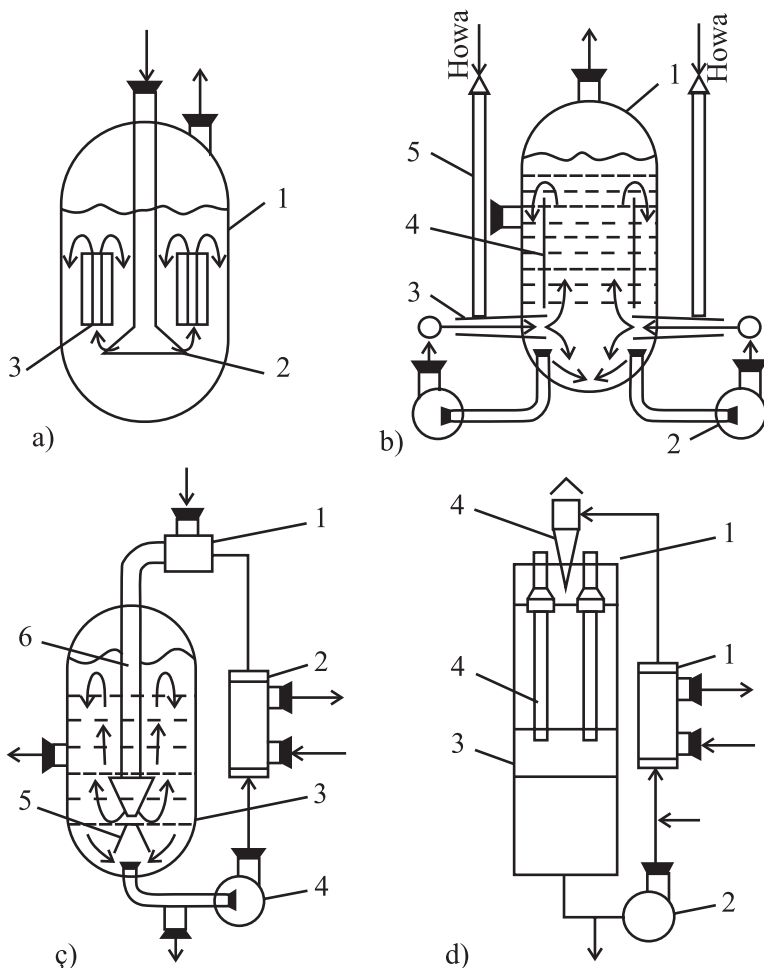
Energiýasy gaz faza arkaly eltiji fermentleýjiler (FG topary). Olaryň umumy alamaty – energiýany onuň alyp baryjysy bolan gaz fazasy arkaly enjama eltmekdir. Fermentleýjiler konstruksiýasynyň ýönekeýligi (sürtülýän, hereket edýän şaýlarynyň ýoklugy), ýokary ulanylyjylyk ygtybarlygy bilen tapawutlanýarlar, emma juda ýokary bolmadyk massa çalşylyk häsiýetlendirmelere (kislorodyň massa geçirijilik koeffisiýenti 4 kg/m^3 -dan azdyr) (2.6-njy surat) eýedirler. Bu enjamlar belli görnüşleriň haýsydyr birine degişli gaz paýlaýjy gurluş bilen üpjün edilen dik sygymdyr. Barbotirleýji gaz paýlaýjy gurluşlary, adaty, enjamyň aşak böleginde oturdýarlar. Ýokardan paýlaýjy turbadan berilýän howa, barbotýordan geçip, gurşaw galyňlygyny kislorod bilen doýurýar. Kislorodyň massa geçirijilik koeffisiýenti ýokary däl, sagatda $1\text{--}2 \text{ kg/sm}^3$; barbotaž-sütünli enjamyň aşaky korpusynda deşikleriniň diametri $0,0005 \text{ m}$ bolan deşidirlen plastina ýa-da soplosynyň diametri $0,004 \text{ m}$ bolan soplo ežektory oturdylyr; barbotaž-erlift enjamy içindäki bir ýa-da birnäçe diffuzorlary (“bulgurlary”) ýa-da aýlanýan suwuklygyň ýokary galýan we aşak düşýän akymyny mejbury bölýän birnäçe germewleriň bolmagy bilen häsiýetlendirilýär; bu elementler enjamyň keseligine bir ugurly ýa-da umumy merkezli birmeňzeş ýerleşýärler; gazlyftli sütünli fermentleýji dürli diametrli biri-birine birleşen iki sütünden durýar; olaryň biri ýokary galýan howa akymly barbotirleýji sütün, beýlekisi sirkulýasiýaly, aşak düşýän howa akymly sütündür. Howa enjamyň aşaky zolagyna barbotirleýji sütüne girizilýär; sütünleri enjamyň ýokarky böleginde birleşdirýän kamera fazalaryň uly galtaşma üstüni emele getirýär; turba şekilli enjam ýylylyk çalşyly turbalary görnüşinde konstruirlenen; güýçli tizlikdäki gaz arkaly arassalamada gazlaryň özara täsiri uly göwrümdäkä garanynda has depginli, şonuň üçin massa çalşygy güýçli geçýär; ýüzüji nasadkaly enjam fazalaryň galtaşma üstüniň ulalmagynyň we gaz hem-de suwuk fazalar güýçli tizlikde berlende suwuklygyň tüweleý şekilli hereketiniň hasabyna massa çalşygyny güýçlendirmäge mümkinçilik berýär. Enjama perli nasadka bilen enjamlaşdyrylan gözenek görnüşindäki bölüm elementleri ornaşdyrylan, enjamyň merkezinde içinden howa goýberilýän turba bolup, suwuk faza bolsa oňa garşy akym bilen ýokardan gelýär. Gaz, adaty, polietilenden edilen perli nasadka düşüp, ony aýlaýar; ol gaz we suwuk fazalaryň galtaşýan üstüni düýpli artdyrýar.



2.6-njy surat. Energiýasy gaz fazasy arkaly eltilýän fermentleýjiler (GF topar) (Wiýestur we başgalaryň maglumatlary boýunça, 1986):

- a) barbotážly: 1 – korpus, 2 – howa paýlaýjy, 3 – öýjük, 4 – kollektor;
b) barbotážly süütinli: 1 – korpus, 2 – gabyk; daş, 3 – howa paýlaýjy;
ç) barbotážly-erliftli: 1 – korpus, 2 – diffuzor-ýylylyk çalşyjy, 3 – howa paýlaýjy; d) gazliftli: 1 – korpus, 2 – diffuzor, 3 – ownadyjy, 4 – howa paýlaýjy, 5 – ýylylyk çalşyjy; e) turba pisint: 1 – köpürjigi ýatyryjy, 2 – gap, 3 – ownadyjy, 4 – korpus, 5 – paýlaýjy germew; ä) ýüzýän nasadkaly: 1 – gabyk; daş, 2 – tarelka, 3 – nasadka, 4 – korpus

Energiýasy suwuk faza arkaly eltilýän fermentleýjiler (SF topary) – konstruksiýasy boýunça iň çylşyrymlylary we energiýany köp harç edýänleri, emma beýleki fermentleýjiler topary bilen deňeşdirilende kislorodyň massa geçirijilik koeffisiýentiniň iň ýokary bahalarynyň üpjün edýärler (6 kg/m^3 -dan ýokary). Bu enjamlarda energiýanyň eltilmesi suwuk faza arkaly, adatça, öz-özi sorujy garyjylar ýa-da sorujylar bilen amala aşyrylýar; soňky wariantda suwuklyk enjama ýörite gurluşyň (soplo, ežektor zyňyjy enjam, ownadyjy) üsti bilen girizilýär.



2.7-nji surat. Energiýasy suwuk faza arkaly eltilýän fermentleýjiler (SF topar) (Wiýestur we başgalaryň maglumatlary boýunça, 1986):

- a) – garyjy bilen özi sorujy: 1 – korpus, 2 – garyjy, 3 – aýlanyş hereketli kontur-ýylylyk çalşyjy,
b) – ežeksion (zyňyjy): 1 – korpus, 2 – sorujy, 3 – ežektor (zyňyjy enjam), ç) – batyrma çüwdürim: 1 – ežektor (zyňyjy enjam), 2 – ýylylyk çalşyjy, 3 – korpus, 4 – sorujy, 5 – ody gyrađeň ýaýradyjy, 6 – nasadkaly turba, d) – ýüzüji akymly çüwdürim: 1 – ýylylyk çalşyjy, 2 – sorujy, 3 – korpus, 4 – ežektor (zyňyjy enjam)

Enjamyň maglumatlaryny bir topar görnüşe bölüp bolýar (2.7-nji surat): özi sorujy garyjyly fermentleýjiler ýörite howa üfleýji maşynlary talap etmeýärler, çünki olara howanyň gelmegi howa äkidiji we garyjynyň perleri (ganatlary) bilen zyňylýan suwuklyga birleşdirilen garyşdyryjynyň howa kamerasynda howanyň seýreklemegi netijesinde amala aşyrylýar; ežeksiýaly (zyňyjyly) fermentleýjilerde gaz fazanyň gaýtadan aýlanmagy mümkindir, ol substratyň harçlanmagyny azaldýar, emma gaz saklaýjy ösdürilýän gurşawy sorujy bilen çekip guýmak üçin ýörite sorujylar gerek bolýar. Gazly substratlary fermentleýjä ežeksiýaly (zyňyjyly) girizmegi ulanmaklyk massa çalşygyny 10 essä çenli artdyryp bilýär; (batyrylan ýa-da dökülýän) çüwdürimli fermentleýjileri ösdürilýän suwuklygy enjamyň aşaky böleginden alýan we basyşly geçiriji turba arkaly akymy howalandyryjy gurluşlara eltýän (şahta gatlaly ýa-da basyşly-çüwdürimli görnüşli) kuwwatly sorujylar bilen enjamlaşdyrýarlar. Suwuklyk çüwdürimi basyşyň täsirinde ýokardan erkin dökülýär we enjamyň düýbüne çenli howasy täzelenýän suwuklygyň içinden geçýär. Suwuklygyň güýçli tüweleýleşdirilmegi we garyşdyrylmagy bolup geçýär. Aşakda suwuklyk sorujy bilen ýene-de sorulýar we ýañadan enjamyň ýokarsyna eltilýär, ýagny aýlanmanyň ýapyk sudury (kontury) emele gelýär. Suwuklyk nasoslap guýlanda energiýanyň ýitmegi, ežeksiýaly (zyňyjyly) we çüwdürimli gurluşlaryň konstruksiýalarynyň we iş tertibini hasaplamagyň ygtybarly usullarynyň ýoklugy bu enjamlaryň kemçiligidir.

Energiýasy gaz we suwuk fazalar arkaly eltilýän enjamlar (SGF topary). Olaryň esasy gurnama elementleri belli bolan ähli görnüşlere degişli garyjy gurluşlaryň hem-de sorujylaryň we garyşdyryjylaryň jemidir. Bu ösdüriji suwuklygy nasos bilen sorduryp guýujy, garyşdyryjy we howalandyryjy gurluşlaryň beýleki utgaşmalaryny özünde jemleýän enjamlar bolup biler. Şeýle fermentleýjilerde kislorodyň massa geçirijilik koeffisiýenti belli bolan bahalarynyň islendigine eýe bolup biler.

Enjamlaryň agzalyp geçilen görnüşleri, esasan, antibiotikler we ýeke öýjükli-leriň belogy “eýýamynda” peýda boldular we olary, köplenç, tehniki mikrobiologiyada ulanýarlar.

Öýjük we rekombinant ösdürimleri almakdaky gazanylan öňe gidişlikler bioreaktorlara aýratyn talaplary orta atýar. Munda ilki bilen biologik agentleriň durnuklylygy, bejerilende ýa-da operasiýa edilende ýaranyň azmagynyň önüni almaklyga ýokarlandyrylan talaplar, garyşdyrylanda we ş.m. kesmekligiň şertlerini çäklendirmeye ýaly görkezijiler orta atylýar. Ýöne, beýle konstruksiýalaryň köpüsi häzirligçe eksperimental häsiýete eýedir.

Önümler. Biologik proseslerde alynýan önümleriň dürlüligi çakdanaşa giňdir. Dürli-dürlüligi we öndürilişiniň göwrümi boýunça birinji ýerde mikroorganizmleriň ýaşayşa ukyplylygyna esaslanan proseslerde alynýan önümler durýarlar. Bu önümler üç sany esasy topara bölünýärler:

1-nji topar – maksatlaýyn önüm (ýeke öýjüklileriň belogy) ýa-da biologik agent hökmünde ulanylýan biomassa (biometanogenez, metallary bakteriýalar arkaly aşgarlap almak);

2-nji topar – ilkilenji metabolitler – mikroorganizmleriň ösmegi üçin makromolekulalaryň, kofermentleriň gurluşyk daňylary (bloklary) hökmünde zerur bolan pes molekulaly birleşmeler (aminokislotalar, witaminler, organiki kislotalar);

3-nji topar – ikilenji metabolitler (idiolitler) – mikroorganizmleriň ösmegi üçin zerur bolmadyk we olaryň ösüşi bilen bagly bolmadyk birleşmeler (antibiotikler, alkaloidler, ösdüriji gormonlar we mikroorganizmleriň döredýän zäherli maddalary – toksinler).

Mikrobiologik sinteziň önümleriniň arasynda dürli biologik işjeň maddalaryň iňňän köp sany, şol sanda protein we derman maddalary, fermentler hem-de energo-göterijiler (biogaz, spirtler) we mineral baýlyklary (metallar), oba hojalyk ekinleriniň zyýankeşlerine garşy göreş serişdeleri (bioinsektisidler) we biodökünler bardyr (2.1, 2.2-nji tablisalar). Biotehnologiýanyň iň täze usullarynyň (inžener enzimologiyasy, öýjük we gen inženeriýasy) ösüşi bilen baglylykda maksatlaýyn önümleriň üsti üznüksiz doldurylýar. Olaryň arasynda kesel anyklaýyş we bejeriş serişdeleri (gibridomlar, monoklonal antitelolar, waksinler, gormonlar, modifisirlenen antibiotikler we uýan ganlar – syworotkalar) barha uly orny eýeleýärler.

2.5. Prosesleriň netijeliligine baha bermegiň ölçegleri

Biotehnologiýada takyk maksatlaýyn önümi almagyň usuly saýlanyp alnanda, hökman şeýle önümleri almagyň adaty usullarynyň alternatiwalaryna (mümkin bolan birnäçe biri-birinden aýrybaşga mümkinçilikleriň birini saýlap almak zerurlygy) tehniki-ykdysady baha berilmelidir. Biotehnologik prosesler, belli bolan prosesler bilen deňeşdirilende, has tehnologik (ýönekeý hem-de tygşytly usul bilen taýýarlanylýan), amatly we ekologik taýdan kabul ederli bolmalydyr ýa-da alternatiwalara düýbünden ýol berilmeli däldir. Wariantlaryň alternatiwliligine diňe önümiň özüne düşýän gymmatyna görä baha bermek ýeterlik bolmaýar. Biotehnologiýanyň netijeliligine baha bermegiň görkezijisi hökmünde alynýan önümiň hili bilen bir hatarda prosesiň material-energetiki balansy boýunça hasaplanan önümiň hakyky we nazary çykymynyň deňeşdirmesini ulanyp bolar. Giň gerimli biotehnologik proseslerde çig malyň çykdajylary we gymmaty, adatça, kesgitleýji orny eýeleýärler, şonuň üçin bu ýagdaýda material-energetiki baha bermeklik örän möhümdir we, tersine, ýokary önümçilikli rekombinant ştam-produsentlere esaslanan prosesler ulanylanda, çykdajylaryň esasy bölegi çig mala däl-de, produsenti döretmäge we ony saklamaga hem-de ony ösdürmegiň ýörite şertlerini işläp düzmäge sarp bolýar, ýagny bu ýagdaýda çig mal we energiýa baýlyklaryny tygşytly ulanmak ikinji de-rejeli bolup galýar.

Islendik biotehnologik prosesde esasy orny biologik agent, onuň tebigaty we fiziologo-tehnologik häsiýetleri eýeleýärler. Islendik bioobjektiň ösmegi üçin ýaşaýşa ukyply başlangyç ekiş materialy, energiýa we uglerodyň çeşmesi, biomassanyň sintezi üçin gerekli iýmitlendiriji maddalar, ösüş ingibitorlarynyň bolmazlygy, fermentlemegiň degişli fiziki-himiki şertleri (pH, temperatura, howalandyрма we başg.) gerek.

Fermentleme şertleriniň adekwatlylygynyň (barabarlygynyň) görkezijileriniň biri bolup, produsentiň **ösüş tizligi** hyzmat edýär. Wagtal-wagtal ösdürmede oňat garyşdyrylýan gurşawda organizmleriň ösüş tizligi (biomassanyň artmagy) mikrob biomassasynyň konsentrasiýasyna proporsionaldyr:

$$dX/dt = \mu X_0,$$

bu ýerde: dX/dt – ösüş tizligi, X – biomassa, μ – proporsionallyk koeffisiýenti (“ösüşüň udel tizligi”); parametr çylşyrymly presentlere meňzeş (mysal üçin, egerde ösüşüň udel tizligi 0,1 sag.⁻¹ deň bolsa, diýmek, biomassanyň artmagy sagatda 10%-e deň). Eger-de μ ösdürmäniň durnuklaşan tertibinde bolşy ýaly, üýtgemeyän ululyk bolsa, onda berlen deňleme integrirlenende şu aňlatma gelip çykýar:

$$\ln X = \ln X_0 + \mu t,$$

aňlatmada X_0 – wagtyň başyndaky t biomassa. $\ln X$ -yň wagta baglylyk grafigi ýapgytlygy μ bolan gönüçyzykdyr.

Ösüşüň udel tizligi produsentiň fiziologik ýagdaýyny häsiýetlendirýän esasy parametrleriniň biridir; beýleki parametrleriň bir toparyny hem şu görkeziji arkaly aňladyp bolar.

Prosesiň önümliligi wagt birliginde bioreaktoryň göwrüm birligindäki alynýan önümiň mukdary bilen häsiýetlendirilýär. Prosesiň önümliligi \dot{O} [g/l sagat] köp faktorlara: produsentiň işjeňligine, ulanylan substratdan önümiň çykym koeffisiýentiniň bahalaryna, fermentleýjidäki işjeň biomassasynyň mukdaryna baglydyr:

$$\dot{O} = q_s Y_{p/s} X [\text{g/l sagat}],$$

bu ýerde: q_s – substratyň sarp edilişiniň tizligi (metabolik koeffisiýent), $Y_{p/s}$ – önümiň çykymy (ykdyşady koeffisiýent), X – biomassanyň konsentrasiýasy, p – önüm, S – substrat.

Önümliligiň ululygyna onuň dürli düzüjilerini üýtgetmek arkaly täsir edip bolar, ýöne her bir anyk ýagdaýda muny aýratynlykda saýgarmaly bolýar. Mysal üçin, X ululygynyň bahasy ýokarlandyrylanda, enjamyň massa çalşylyk häsiýet-

namalary boýunça çäklendirmeler ýüze çykyp bilerler; ösdürmäniň metaboliki koeffisiýentiniň ululygyna diňe produsentiň fiziologo-biohimiki häsiýetlendirmeleri bilen gurşawyň şertleriniň arasyndaky özara baglanyşyklar çuňňur öwrenilen ýagdaýynda täsir edip bolar.

Önümiň çykymy (Y – ykdysady koeffisiýent) substratyň berlen mukdaryndan alnan önümiň möçberi hökmünde kesgitlenilýär:

$$Y = X/S_0 - S,$$

bu ýerde S и S_0 – substratyň ahyrky we başlangyç konsentrasiýasydyr.

Bu koeffisiýent (Y) maksatlaýyn önümi almak üçin substraty ulanmagyň netijeliligini aňladýar we örän wajyp häsiýetnamadyr, çünki ol gönüden-göni önümlilik bilen baglanyşyklydyr we ahyrky önümiň öz-özüne düşýän gymmatyna täsir etmäge mümkinçilik berýär. Ykdysady koeffisiýent substratdaky energiýanyň önüme geçmeginiň derejesini häsiýetlendirýän takyk fiziki mana eýedir. Bu ululyk umumy prosesi hasaplamak we çaklamak üçin zerur bolup, dürli prosesleriň gidişine gözegçilik etmekde we dolandyrmakda hem-de olaryň netijeliligini deňeşdirmekde görkeziji (parametr) hökmünde ulanylýar.

Önümiň ahyrky konsentrasıýasy prosesiň dowamlylygy we önümiň çykymynyň ululygy bilen meýilnamalaşdyrylmalydyr. Haçan-da önümi bölüp almak, konsentrasiýelemek zähmeti köp talap edýän we gymmata düşýän bolsa, onuň ahyrky ýokary çykymyny gazanmak öz-özünü ödeýändir.

Udel energoçykdaýylaryň fermentleme prosesiniň gönükdirilendigine we shemasyna baglylykda fermentlemäniň önüsyndaky hem-de fermentlemeden soňky işleriň gidişi döwründe görnüşini düýpli üýtgedýärler. Galyberse-de, udel energoçykdaýylar fermentleýji enjamlaryň görnüşine hem düýpli baglydyrlar.

Substratyň peýdasyz çykdaýylary (h) – önümiň köpelmeginde ýüze çykmaýan substratyň energiýasynyň çykdaýylarydyr. Umumy görnüşde olar ykdysady koeffisiýent arkaly aňladylýarlar:

$$h = Y_{eks} / Y_{teor} < 1$$

peýdasyz çykdaýylar biotehnologik prosesleriň netijeliligine we ykdysadyýetine düýpli täsir edýärler, şonuň üçin energetiki substratyň bu goşmaça harçlanmagynyň sebäplerini we ýerini äşgär etmek örän wajypdyr. Substratyň peýdasyz çykdaýylary produsentiň tiz ösmeginiň barşyndaky genetiki maglumatlar hasaplanandaky ýalňyşlyklar hem-de okislenmäniň we fosforlanmanyň üzňeligi, baglanyşykly ýerleriň işjeňliginiň peselmegi, alternatiw (barabar), has netijesiz şahalaryň döremegi, energiýanyň pytramagyny (dissipasiýasy) hem-de köpelmegini öz içine alýan ýaşaýşy (öýjüklerde substratlaryň we monomerleriň transporty, molekulalaryň gaýtadan

sintezi (re-sintezi), öýjükleriň goranmak reaksiýalary we dikeldiş prosesleri emele gelýän üznelik sebäpli, goşmaça çykdaýylar bilen baglanyşykly bolmagy mümkindir.

Ýokarda agzalan parametrler boýunça biotehnologik proseslere ilkinji baha berme işläp düzmeleriň we prosesin synaglarynyň barlaghana döwründe geçirilýär we soňra tejribe we tejribe-senagat basgançaklarynda masştablaşdyrylanda takyklandyrylýar.

2.6. Biotehnologik proseslere gözegçilik etmek we olary dolandyrmak, modelirleme we optimizleşdirmе

Biotehnologik prosesleri netijeli geçirmek gözegçilik we dolandyryş usullaryny kämilleşdirmek bilen ysnyşykly baglanyşyklydyr. Biotehnologiýanyň taryhynyň öňündäki döwürde daşky gurşawyň parametrlerini üýtgedip, produsentiň ösüşini sazlamaga käbir synanyşyklar edilipdir. XX asyryň ortalaryna çenli sazlaşdyrmagy, esasan, empirika (tejribä esaslanyp) öwürüpdiler, çünki bolup geçýän zatlaryň düýp manysyna düşünmezden, prosese netijeli gözegçilik edip we ony dolandyryp bolmaýar. Şol döwürde dolandyrmagyň esasy obýekti onuň ähli ýetmezçilikleri bilen (produsentiň we gurşawyň ýagdaýynyň dinamikasy, gözegçilik serişdeleriniň ýoklugy) mikroorganizmleriň döwürleýin ekstensiw ösdürmesi bolupdyr. Dolandyrylýan ösdürmeleriň girizilmegi bilen soňky 25 ýylyň içinde biotehnologlar gurşawyň belli bir parametrlerini saklamak ýaly ýönekeý meselelerden tutuş prosesi dolandyrmaga geçýärler. Dolandyrylýan ösdürip ýetişdirmeleri amala aşyrmak üçin biotehnologik prosesin modellerine esaslanan dolandyrmagyň algoritmelerini gurmak zerurdyr. Häzirki zaman biotehnologik proseslerde köp sanly tiz üýtgeýän faktorlary (substratyň konsentraziýasyny, ösdürmede biomassanyň we önümiň mukdaryny, pH, temperaturany, kislorodyň bölekleyin (parsial) basyşyny we başg.) kesgitleýärler (*2.3-nji tablisa*). Bu ýagdaý elektron tehnikasyny ulanmak zerurlygyny ýüze çykarýar. Biotehnologiýada EHM-leri ulanmak boýunça ilkinji işläp taýýarlamalar XX asyryň 60-njy ýyllarynyň ahyrlaryna degişlidir. EHM-leri ulanmagyň ilkinji döwürlerinde, biotehnologik prosesleriň optimal geçmegini üpjün edýän ýerine ýetiriji mehanizmleriň dolandyryjysyny maslahatçy-operator hökmünde, ilkinji nobatda, datçikleriň (özgerdiji ölçeýji gurallar) görkezişi boýunça maglumatlary ýygnamak we işläp taýýarlamak hem-de ýeňil düşüniş bolýan görnüşe getirmek üçin işe çekipdirler. Aýry-aýry parametrlere (gurşawyň ýa-da aýry-aýry komponentleriň dozalara bölünişi, temperaturanyň we gurşawyň pH-nyň, akymyň tizliginiň durnuklandyrylyşy) ters baglanyşyk ýörelgesi boýunça işleýän awtomatiki sazlaýjy ulgamlary hem işlenip düzüldi. Soňraky döwürlerde EHM-leri tutuş

tehnologik prosesleri dolandyrmak üçin awtomatlaşdyrylan ulgamlary ASU-nyň düzüminde ulanyp başladylar. Iri tonnažly biotehnologik prosesler durmuşa geçirilip başlanda ASU-ny döretmek meselesi has-da aktual problema öwrüldi. Häzirki wagtda ASU ulgamlaryň çemeleşmeleriniň esasynda hem-de ony dolandyrmaklyk köp basgançakly iýerarhiki ulgam boýunça amala aşyrylýar.

ASU-nyň önümçilige ornaşdyrylmagy biosintez prosesini oýlanyşykly dolandyrmaga mümkinçilik berýär. Munuň netijesinde başlangyç çig mal, elektrik energiýasy we suw tygşytlanylýar, prosesiniň önümliligi we işgärleriň zähmet öndürijiligi ýokarlanýar. Biotehnologiyada ASU-ny döretmäge we ornaşdyrmaga edilen çykdajylar tiz wagtda, ýagny 3-4 ýylyň dowamynda özüni ödeýär.

2.3-nji tablisa

Biotehnologik prosesleri dolandyrmak üçin ulanylýan ululyklar we hasaplaşyk parametrleri

Ölçelýän parametrler	Ölçeşleriň esasyndaky hasaplar
Ösdürilýän gurşawda esasy substratlaryň we önümleriň (gantlaryň, spirtleriň, organiki kislotalaryň we başg.) konsentrasiýalary	Önümlilik (kg / m^3). Ösmäniň udel tizligi, μ (sagat^{-1}). Substratyň harçlanmagynyň udel tizligi, qs ($\text{kg/kg}\cdot\text{sag}$).
Öýjük içindäki iň wajyp komponentleriň (uglerod metabolizminiň fermentleri, möhüm metabolitler, ATF, NADF we başg.) konsentrasiýalary	Önümiň emele geliş udel tizligi, qp ($\text{kg/kg}\cdot\text{sag}$).
Biomassalaryň konsentrasiýasy	Ykdysady koeffisiýent, Yp , Yx (kg/kg)
Ösdürmedäki mikrofloranyň düzümi	Massa-geçirmegiň kisloroda görä göwrüm-koeffisiýenti, Kvp (sag^{-1})
Ösdürilýän gurşawda erän kislorodyň O_2 we kömürturşy gazynyň CO_2 konsentrasiýasy	Biosinteziniň energetiki çykymy, η
Köpürjigiň derejesi we ýagdaýy	Ýylylyk önümi
Maksatlaýyn önümiň konsentrasiýasy	Çig malyň jemi udel harç edilişi

Fermentlemä gözegçilik etmegiň we ony dolandyrmagyň adaty shemasy fermentleýjini, datçikleri barlap durmak, prosesiniň parametrlerini ölçemek esasynda hasaplaşyk baglanyşyklary durmuşa geçirýän sazlaýjy ulgamy öz içine alýar. Datçiklerden (özgerdiji ölçeyji gurallar) başlangyç maglumatlar EHM-e gelip gowuşýar, olar onda tiz wagtyň içinde seljerilýärler, netijede, maglumatlar ýerine ýetiriji gurluşlara we mehanizmlere berilýär. Häzirki wagtda ASU-ny biotehnologik prosesler üçin işläp düzmek we önümçilige ornaşdyrmak, ilkinji nobatda, bu pro-

sesleriň tehniki üpjünçiligi bilen kesgitlenilýär we elektron enjamlaryň, gözegçilik edişi we awtomatlaşyşy serişdeleriň derejesine baglydyr. Biotehnologik prosesleriň informasiýa sygymynyň uludugy sebäpli hem problemalar döreýär. ASU-nyň netijeliligi EHM-iň ýadynyň tiz täsir edijiligine hem-de göwrümine baglydyr. Şonuň üçin biotehnologiýadaky öňe gidişlik elektronikadaky ösüşe baglydyr. Hususan-da, mikroprosessor tehnikasynyň geljegi örän uludyr. Ygtybarly we tiz täsir edýän, sterilleşdirmä çydaýan we ölçemeleriň duýgurlygyna we takyklygyna, tiz işleýjiligine, ygtybarlygyna we miniaturlaşdyrylmaga (kiçi ölçeglere geçirmeklige) bolan häzirki zaman talaplaryny kanagatlandyryýan gözegçi-ölçeýji enjamlary döretmekdäki yza galaklyklar ASU-nyň ornaşdyrylmagyny haýalladýarlar.

Modelirleme biotehnologik prosesleri işläp düzmekde iň esasy ugurlaryň biri hasaplanylýar, çünki eksperimental we matematiki modelirlenmäniň kömegi bilen täze prosesler öwrenilýär, önümçiligiň enjamlary we tehnologik shemalary kämilleşdirilýär. Barlaghana we senagat şertlerinde geçirilýän modelirlemede, adaty, masştablary (ölçepleri) bilen tapawutlanýan obýektleriň we prosesleriň modellerini ulanýarlar. Eksperimental modelirleme az öwrenilen prosesleri derňemäge we optimizirlenmäge mümkinçilik berýär. Şeýle çemeleşme, köplenç, biotehnologik prosesleri öwrenmegiň ýeke-täk çeşmesi bolup hyzmat edýär. Eksperimental modelirlenmegiň ilkinji tapgyry barşynda köp bolmadyk çykdajynyň esasynda täze produsentleriň barlaglaryny geçirýän we täze prosesleri işläp düzýän barlaghana derejesi hyzmat edýär. Soňra alnan netijeleri tejribe, ýarym senagat we senagat masştablaryna (ölçeplerine) geçirýärler. Tejribe gurluşlarda geljekki prosesin hemme tehnologik jikme-jiklikleri işlenilýär, işgärlere öwredilýär, enjamlar döredilýär, tehniki-ykdysady görkezijileri takyklanylýar. Soňra iri masştably gymmat bahaly senagat eksperimentleri we synaglary geçirilýär. Eksperimental modelirleme bir topar aýratynlyklara, ýagny köp zähmetlilige, prosesin täze modelini işläp düzmegiň çylşyrymlylygyna eýedir. Bu babatda tehnologiýalary we enjamlary masştablaşdyrmak iň kyn meseledir. Biologik agentleriň ösüşi fermentleýjidäki suwuklygyň we reagentleriň diňe bir özünü alyp barşyna bagly bolman, eýsem olaryň hut özlerniň metabolizmine hem baglydyr.

Şonuň üçin biologiýada masştablaşdyrma ýörite çözümleri talap edýär, emma, muňa garamazdan, bu meseläni çözmekde henize çenli ýeke-täk çemeleşme ýokdur. Biotehnologik prosesleri optimizleşdirmek we dolandyrmak üçin eksperimental modelirlemeden daşgary matematiki modelirlenmäni hem çekmelidir. Bu iki çemeleşme, biri-biriniň üstünü ýetirmek bilen, goýlan meseleleri has netijeli çözmäge mümkinçilik berýär. Eksperimental modelirleme, köplenç, matematiki modelirlemeden öň bolup geçmek bilen, onuň üçin maglumatlar çeşmesi bolup hyzmat edýär. Matematiki modeller eksperimental maglumatlary jemlemegiň

amatly serişdesidir. Matematiki modelleriň bolmagy eksperimentleri meýilnama-laşdyrmaklyga has esasy çemeleşmäge, maglumatlary taýýarlamaga, eksperimental işleriň göwrümini düýpli gysgaltmaga mümkinçilik berýär. Biotehnologik prosesleri modelirmek we hasaplamak üçin, olaryň çylşyrymlydygy sebäpli, ulgamlaryň çemeleşmäni ulanýarlar. Çylşyrymly bioulgamyň matematiki modeli tebigaty boýunça dürli bolan obýektleriň we hadysalaryň ýazgylaryny öz içine almalydyr. Şonuň üçin biologik ulgamlary tutuşlygyna seljerip we başlangyç ulgamy birnäçe kiçi ulgamlara bölüp, massa çalşygynyň, bioobýektiň ösüşiniň we biohimiki prosesleriň kinetikasynyň modellerini gurýarlar. Häzirki wagt massa çalşygynyň köp modelleri, substratyň harçlanyşynyň we dürli önümleriň emele gelşiniň kinetikasy işlenip düzüldi. Iň kyn mesele, aslynda biologik obýektleri modelirlemedir, çünki olar himiki, fiziki we tehniki obýektlerden has çylşyrymlydyrlar. Biotehnologiýanyň obýektleri öz-özünü sazlamaga ukyplydyrlar, olaryň çylşyrymlylygyny kysymdaş dældigi çuňlaşdyrýar. Bioreaktorda geçýän prosesler diňe bir öýjük içindäki çylşyrymly faktorlara däl, eýsem daşky gurşawyň şertlerine hem baglydyrlar, biologiýada daşky prosesler, öz nobatynda, içki prosesler bilen baglanyşyklydyrlar, şonuň üçin olary bölmek bolmaýar. Galyberse-de, matematiki biologiýanyň ösüşiniň häzirki zaman derejesinde biologik prosesleriň düýp esasynda adekwat (barabar) bolan taglymat ýokdur. Biologik öwrülişikleriň tebigatyny olaryň ähli köp dürlüliginde beýan edip bilýän matematiki abzal henize çenli döredilen däl, ýagny matematiki abzalyň özüni ösdürmek we kämilleşdirmek zerurdyr. Biologik obýektleriň matematiki beýany olaryň ýeterlik öwrenilmändigine sebäpli, goşmaça çylşyrymlaşýar. Şonuň üçin bu tapgyrda biologik obýektleriň ýeterlik derejede sadalaşdyrylan we takmynan düzülen matematiki beýany mümkindir, bu ugur düýpli kämilleşdirilmäge mätäçdir.

Biologik prosesleriň optimizleşdirilmegi eksperimental we matematiki modelirlemegiň utgaşdyrylmagynyň hem-de optimizleşdirmegiň häzirki zaman usullarynyň (dinamiki we çyzyksyz – nelineýnoýe, programmirleme, wariasiýaly – üýtgeýän, hasaplamalaryň) ulanylmagy esasynda amala aşyrylýar. Emma, häzirki wagt biotehnologik prosesleriň optimallygyna baha bermek üçin, hatda, ölçegleri saýlap almak hem aňsat däl. Biotehnologik prosesler optimizlenende ykdysady we konstruktiw şertlere, gözegçi-ölçeýji enjamlaryň we dolandyryjy serişdeleriň mümkinçiliklerine, ekologiýanyň talaplaryna bagly bolan çäklendirmeleriň we başgalar hem göz önünde tutulmagy zerurdyr. Biotehnologik prosesleri modelirleme we optimizleme çylşyrymly we köp nukdaýnazardan heniz çözülmelik meseledir. Emma hut dürli biotehnologik prosesleriň adekwat (barabar) modellerini işläp düzmek we olaryň esasynda optimizlemegiň we dolandyrmagyň kämil usullaryny döretmek biotehnologiýanyň iň wajyp ugurlarynyň biri bolup, onsuz bu pudakda öňe gidişlik mümkin däl.

III. SENAGAT MIKROBIOLOGIÝASY: PEÝDALY MADDALARYŇ ÖNÜMÇILIK PROSESLERI

Senagat mikrobiologiýasy – mikroorganizmleriň ýaşaýşa ukyplylygynyň esasynda dürli maksatlaýyn maddalary almak baradaky ylymdyr. Senagat mikrobiologiýasy (ýa-da tehniki mikrobiologiýa) döwrümüzde häzirki zaman senagat mikrobiologiýasynyň özbaşdak we iň iri tonnažly pudagydyr. Özleriniň ösmegi üçin substratlar hökmünde dürli birleşmeleri, şol sanda zyňyndylary hem peýdaly ulanýan iňňän köp dürli mikroorganizmler örän köp sanly biologik işjeň maddalary almaga hem-de adam üçin peýdaly bolan täsirleşmeleri, şol sanda zyňyndylary zyýansyzlandyrmagy amala aşyrmaga, energiýany üýtgetmäge (transformirmäge) we almaga we ş.m. mümkinçilik berýär.

Häzirki wagat senagat mikrobiologiýasynyň dürli proseslerinde söwda nukdaý-nazaryndan gymmatly hasaplanylýan 200-den gowrak birleşmeleri alýarlar. Olardan iň wajyplary alkaloidler, aminokislotalar, antibiotikler, antimetabolitler, antioksidantlar, proteinler, witaminler, gerbisidler, insektisidler, kofermentler, lipidler, nuklein kislotalary, organiki kislotalar, pigmentler, PAW (ÜIM – üsti işjeň maddalar), polisaharidler, polioksialkonoatlar, çiş keseline garşy ulanylýan serişdeler, eredijiler, gantlar, sterinler, fermentler, nukleotidler, nukleozidler, emulgatorlar hasaplanylýar.

3.1. Ýeke öýjükleriniň belogy

Iýmitiň iň ýetmezçilik edýän düzüm bölegi proteindir, esasan-da, biologik nukdaýnazardan has gymmatly hasaplanylýany haýwan belogydyr. Belogyň бүтін dünýäde sarp edilişi geçen asyryň 90-njy ýyllarynda takmynan 40% kanagatlan-dyrylan bolsa, 2000-nji ýylda, adamlaryň sanynyň artmagy sebäpli, belogyň sarp edilişi köpelip, onuň ýetmezçiligi takmynan 150%-e ýetdi. Şonuň üçin belogyň çeşmesiniň gözlegi we ony köpeltmegiň netijeli usullaryny işläp düzmek ylmy-tehniki progresiň iň esasy meseleleriniň biri hasaplanýar.

Belok maddalaryny almagyň adaty bolmadyk we ýörelgede täze usuly olary almagyň mikrobiologik usulydyr. Ösüşiniň tizligi boýunça mikroorganizmler oba hojalyk ekinleriniňkiden ýüzlerçe, haýwanlaryňkydan bolsa münlerçe esse artyk gelyärler. Şonuň üçin mikrobiologik sintez material we energetiki baýlyklary has netijeli ulanýar, ýeriň uly meýdanlaryny talap etmeýär we howa we klimatik şertlere bagly däl, daşky gurşawy awuly himikatlar bilen zäherlemeýär, çünki pestisidler ulanylmaýar. Mikrob proteinleriniň hili haýwan proteinlerine ýakyndyr. Ot-ıým

önümçiliginde mikrob proteinleriniň ulanylmagy ösümlik ot-ýimleriniň hilini we siňdirilmegini gowulandyrýar. Mysal üçin, ot-ýimlik maýalaryň (drožži) 1 tonnasy dänäniň 5 t tygşytlaýar we maldarçylygyň önümliliginiň 15-30%-e ýokarlanmagyna getirýär. Mikrob belogynyň ýylda 50 t öndürýän, meýdany 0,2 ga bolan ortaça zawod 10 mln. adamy protein bilen üpjün edip bilýär. Önümçiligiň şeýle mass-tablaryny oba hojalyk tehnologiýalary bugdaý ekilen ýerleriň 16 müň. ga ýa-da önümliligi günde 400 jojuk bolan maldarçylyk fermasy üpjün edip bilýär. 60-njy ýyllarda abat jansyz guradylan mikrob (suwotularyň, maýalaryň, bakteriýalaryň, kömelekleriň) öýjüklerini aňladýan, protein önümi hökmünde ýymitlik we ýimlik maksatlary üçin niýetlenen “ýeke öýjüklileriň belogy” (single cell protein, “SCP”) diýen adalga peýda boldy. Adalga birneme şertlidir, çünki mikrob biomassalarda proteinlerden başga möhüm paýy beýleki düzüm bölekler bolan gantlar, lipidler, nuklein kislotalary eýeleýärler. Ýeke öýjüklileriň belogy bir topar ýörite talaplary kanagatlandyrmalydyr. Olaryň esasylyry ýokumlylyk, siňňitlilik we ykdysady netijelilikdir. Himiki düzümi boýunça anyklanylýan mikrob belogynyň ýokumlylygy adaty protein önümleriniňkä ýakyndyr (*3.1-nji tablisa*).

Düzüm bölekleri haýwanlaryň we adamyň ýymit siňdiriş ýollarynyň fermentleri tarapyndan siňdirilýän bolsa, mikrob biomassasy ýokumly hasaplanylýar. Bulara böwet bolup, aýry-aýry produsentleriň öňünden bozmaly (döwmeli) bolýan öýjük sütünjagazlary hem-de nuklein kislotalarynyň ýokary derejesi bolup bilerler. Nuklein kislotalary haýwanlaryň bedenlerinde metabolizlenýärler we bedenden peşew bilen çykarylýarlar, şonuň üçin ýokary derejeli haýwanlar üçin gorkuly däldir. Adam üçin nuklein kislotalarynyň şeýle ýokary derejesi ýol berilmesizdir, çünki olar siňdirilende madda çalşygynyň bozulmagy we patologik (şikeslilik) ýagdaýyň döremegi mümkindir. Şonuň üçin ýymitlik maksatlary üçin mikrob massasyny weýran etmegiň we denukleotasiýanyň dürli usullaryny ulanyp, öňünden taýýarlaýarlar.

Belogyň mikrobiologik sinteziniň tehniki-ykdysady görkezijilerinde esasy ähmiýete udel çykadjylar we çig malyň bahasy (ähli çykadjylaryň ýarysyna çenli) hem-de energiýa çykadjylary (15-30%-e çenli) eýedirler. Şonuň üçin ýeke öýjüklileriň belogyny almagyň täze tehnologiýalary işlenip düzüleninde iň wajyp meseleleriň biri çig mal binýadynyň elýeterliligidir. Çig malyň elýeterliligi çig malyň dürli çeşmelerini önümiň hilini düýpli bozman, tiz wagtyň içinde çalyşmaga we ulanmaga mümkinçilik berýän dürli ätiýaç wariantlaryň barlygyny göz önünde tutýar. Häzirki zaman senagat proseslerinde “arassa” hökmünde himiki düzümi üýt-gemeýän çig mal, şeýle hem dürli önümçilikleriň zyňyndylarynyň goşulmagy bilen kompleks birleşmeleri ulanýarlar. Bularyň soňkusy ykdysady nukdaýnazardan has amatly hem-de daşky gurşawy goramakda ägirt uly ähmiýete eýedir.

Mikroorganizmler özünde uglerod saklaýan, birnäçe nesillere bölmeklik kabul edilen dürli substratlary siňdirmäge ukyplydyrlar:

1-nji nesil – uglewodlar (gantlar);

2-nji nesil – suwuk uglewodorodlar;

3-nji nesil – uglewodorodlaryň oksidatlary, gaz halatyndaky uglewodorodlar, wodorod bilen garyndysyny hasap etmek bilen kömürturşy gazy.

Ulanylýan çig malyň görnüşine bagly bolman, belogyň mikrobiologik önümçiliginiň nusgawy shemasy çig maly almagy we taýýarlamagy, ekiş materialyny almagy, fermentlemegi, mikrob massasyny bölüp almagy, inaktiwleşdirmegi, goýaltmagy, taýýar önümi soňundan guratmagy we standartlaşdyrmagy öz içine alýar.

3.1-nji tablisa

Mikrob biomassalarynyň we öňden gelyän protein maddalarynyň himiki düzümi (Waterworthyň maglumaty boýunça, 1982)

Düzümi, %	Suwotular	Sapakpisint kömelekler	Maýalar (drožži)	Bakteriýalar	Soýa	Balyk uny
Protein	47,0-63,0	31,0-50,0	47,0-56,0	72,0-83,0	45,0	64,0
Ýaglar	7,0-20,0	2,0-8,0	2,0-6,0	1,0-3,0	1,0	9,0
Kül	7,0	2,0	6,0	8,0	6,0	18,0
Lizin	2,4	1,5	4,2	4,1	2,8	4,0
Metionin-Sistein	1,7	0,8	1,7	2,3	1,3	2,8
Nuklein kislotalary	3,0-8,0	9,0	6,0-12,0	8,0-16,0	ýok	ýok

Ilkibaşdaky ekiş materialynyň (inokulýatyň) hili uly ähmiýete eýedir. Inokulýaty birnäçe tapgyrda muzeý (mirashana) ösdürmesinden masştablaşdyrma ýörelgesini ulanyp alýarlar. Taýýarlanylýan inokulýat, esasy ösdüriji substrat we ähli ýokumly komponentler howa bilen bilelikde biotehnologik prosesiniň esasy basgançagy bolan fermentlemäniň geçýän guralyna – fermentleýjä berilýär. Fermentleme basgançagy takyk proses üçin işlenip düzülen tehnologik reglamente, substrata we produsentiň görnüşine laýyklykda geçirilýär hem-de ýokumly maddalaryň akymynyň we howanyň (ýa-da gaz garyndysynyň) fermentleýjä dozalara bölünip berilmegine, prosesiniň esasy parametrleriniň berlen derejelerde durnuklaşmagyna, işlenen howanyň, emele gelen önümiň hem-de ýylylygyň enjamdan äkidilmegine syrygýar.

Mikrob öýjükleri proteinli maddalaryň sinteziniň iň ýokary tizliklerini gurşawyň iň amatly şertlerinde, ýagny ösüşiň udel tizligi maksimal tizlige ýakynlaşanda amala aşyýarlar. Şol sebäpli ýeke öýjükleriniň belogyny almak üçin biotehnologik prosesleri fermentleme basgançagynyň ähli parametrlerini öýjükleriň μ_{\max} ýakyn ösüş tizliginde, ýagny beloga gönükdirilen durnuklaşmaga mümkinçilik berýän kadada köpelmegi üçin iň amatly derejelerde akyp ýatan režimde amala aşyýarlar. Ot-ýymlik önümi hökmünde biomassa öndürilende, adaty, fermentlemäniň goralmadyk režimi, ýagny sterillik kadalaryny berjaý etmän amala aşyrylýar. Bu ýagdaý fermentlemäniň şertleri bilen (akymda ösdürme), şeýle hem

ulanylýan substratlaryň we ştam-produsentleriň özboluşly aýratynlyklary hem-de ahyrky önümleriň ulanylýan çygry bilen özüni ödeýär. Fermentleme basgançagynda alynýan mikrob biomassasynyň absolýut gury maddasyna görä (AGM) 1–2,5%-ini, ýagny 10–25 kg/m³ saklaýan suspenziýa, fermentlemeden soňky basgançakda ýylylykda işlenilip, goýaltmagyň (12–16%-e çenli AGM) birnäçe tapgyryna duçar edilýär, netijede, 75–90°C-de 10–40 minutyň dowamynda ştam-produsentiň ähli öýjükleri we baglanyşykly mikroflora doly ölýärler. Ýylylyk bilen işleme basgançagyndan soň wakuum-bugardyjy gurluşlarda suspenziýany AGM-niň konsentrasiyasyny 20–25%-e çenli goýaldýarlar we soňra ahyrky önümiň saklanyp galan çyglylygy 10%-e golaýlaşýança guradýarlar. Ondan soň guradylan öýjükleriň uşak owradylan tozuny külkeleýärler. Tozy ýa-da külkäni 25–30 kg-lyk köp gatly kagyz haltalara gaplaýarlar.

Mikrob biomassasyny almagyň tehnologiýa prosesiniň hökmany şerti fermentleme we fermentlemeden soňky döwürlerde emele gelýän, janly mikrob öýjükleri, protein tozany we mikrob sinteziniň beýleki önümleri bilen hapalanan uly howa göwürümlerinden ybarat gazly-howaly zyňyndylary arassalamakdyr. Öýjük biomassasy aýrylandan soňky emele gelýän ösdürilýän suwuklugyň uly göwürümleri hem arassalanylýar. Arassalanan suwuklyk önümçiligiň tehnologiýa toplumynyň gaýtadan peýdalanylýan suw üpjünçiliginde ulanylýar.

Häzirki wagt mikrob belogy maldarçylykda, gymmat baha derili haýwanlary ösdürip ýetişdirmekde, guşçulykda, balykçylyk hojalygynda hem-de dürli çig mallary we substratlary iýmit maddalary görnüşde ulanmakda wajyp ot-iýmlik serişdeleri almak biotehnologiýanyň in iri tonnažly pudagydyr.

Substratlaryň 1-nji nesli – uglewodlar. Mikroorganizmleriň biomassalaryny azyk önümleriniň proteinli düzüm bölekleri hökmünde ulanmak baradaky pikiri ilkinji bolup 1890-njy ýylda ABŞ-ly alym Maks Delbrýuk öňe sürdi; ol özüniň kärdeşleri bilen piwo maýalaryny *Saccharomyces cerevisiae*de melassada (mala berilýän toşapda) ösdürip ýetişdirmegiň tehnologiýasyny işläp düzdi. Birinji jahan urşy döwründe Germaniýadaky hereket edýän maýa proteinlerini öndürýän gurluşlaryň ýyllyk kuwwaty 10 müň t ýetirildi. Alynýan önümi, esasan, döwlen etlere goşmak üçin ulanypdyrlar. Geçen asyryň 30-njy ýyllarynyň ortalarynda oba hojalygynyň we agaç işläp taýýarlaýan senagatyň zyňyndylarynyň gidrolizatlarynda, sulfitli aşgarda, gidroliz zawodlaryň lötünde dürli ýurtlarda maýalaryň önümçiligi peýda bolup başlady. Russiýada ot-iýmlik maýalary öndürmek boýunça ilkinji zawod 1935-nji ýylda işe girizildi. Ikinji jahan urşy döwründe azyk maýalaryň (*Candida arborea* we *C. utilis*) biomassasy hem Germaniýada iýmit önümleriniň wajyp proteinli düzüm bölegi hökmünde ulanylypdyr. Ikinji jahan urşundan soň, dünýäniň dürli ýurtlarynda uglewod çig malynyň esasynda azyk maýalaryny öndürýän, kuwwaty gije-gündizde 10–12 tonna ýetýän zawodlaryň bir topary gurlup işe girizildi.

Häzirki wagt belogyň mikrobiologik önümçiliklerinde özünde gant saklaýan dürli çig mallar ulanylýar. Olar azyk, süýt, spirt, gant we sellýuloza senagatynyň galyndylarydyr hem-de ösümlik çig malynyň (agajyň, samanyň, torfuň, ösümlükle-riň iýilmeýän bölekleri – baldaklarynyň, gabygynyň, şulhasynyň, özeniniň) gaýtadan işlenen önümleridir. Şu agzalan substratlaryň esasynda taýýarlanylýan ýokumly gurşawlar mono we disaharidleriň toplumlaryny, organiki kislotalary, spirtleri we gaýry organiki birleşmeleri hem-de mineral elementleri özünde saklaýarlar, ýagny olar köp düzümlü bölekli çylşyrymly substratlardyr. Şonuň üçin olar peýdalanylýanda, birinjiden, hem pentozalary, hem-de geksozalary, ikinjiden, spirtlere, furfurola we ösümlik biomassalarynyň gidroliziniň beýleki önümlerini özleşdirip bilýän durnukly ştam-produsentleri ulanylýarlar. Ol maýalardan has giňden ýaýranlary *Candida* maşgalasyndan *C. utilis*, *C. scottii*, *C. tropicalis*dir. Olar geksozalar bilen bir hatarda pentozalary siňdirmäge ukyplydyrlar we daşky gurşawdaky furfurola tolerant-lyrlar (latynça *tolerantia* – sabyr-takat, bedeniň daşky gurşawyň amatsyz şertlerini geçirip bilmek ukyby). Maýalar gidrolizatlaryň, sulfat aşgarynyň uglerod saklaýan düzümlü böleklerini şu yzygiderlilikde glýukoza, uksus kislotsy, mannoza, ksiloza, galaktoza, arabinoza gaýtadan ulanyp bilýärler. Maýalary ösdürmegiň saýlanyp alnan shemasyna baglylykda, şu agzalan uglerod saklaýan komponentleriň doly ulanylmak derejesi dürlüdür, iň ýokary derejesi garyşyk ösdürmeler ulanylanda ýüze çykýar. *C. scottii* we *C. tropicalis* bilelikde ösdürilip ýetişdirilende fermentleýji enjamlary birleşdirmegiň iki sany iň netijeli iki başgançakly-zyygiderli hem-de parallel-zyygiderli shemasy ulanylýar. Birinji görnüşde başlangyç ýokumly gurşaw hökmünde redusirlenen maddalaryň (RM) konsentrasiýasy 30-35 g/litr (massasy boýunça) bolan suwuklandyrylmadyk gidrolizaty (suslo) ulanylýarlar. Birinji fermentleýjide RM-iň 70%-ine golaýy, esasan, ýeňil siňdirilýän geksozlaryň hasabyna, RM-iň, esasan, pentozalaryň saklanyp galan konsentrasiýasy 10-15 g/l çenli uti-lizlenýär (peýdaly ulanylýar). Birinji enjamda alnan maýalary maýaly suspenziýa-lardan bölüp alýarlar we olary taýýar önüm alynýança işläp taýýarlaýarlar, bölünen ösdüriji suwuklyk bolsa, ikinji enjama gelip düşýär, bu ýerde onda galan pentozalar has uýgunlaşan beýleki maýalaryň şamlary arkaly gaýtadan ulanylýarlar. Ikinji görnüş boýunça iki sany yzygiderli birleşdirilen fermentleýji ulanylýar, birinjä RM-iň konsentrasiýasy 15-18 g/litre golaý bolan suwuklandyrylan lödere gelip düşýär, onda maýalary fermentlemäniň netijesinde, esasan, geksozalar gaýtadan ulanylýarlar. Soňra maýa suspenziýasy ikinji enjama gelip gowuşýar, onda substrat goşulman galan gantlaryň gaýtadan doly ulanylmagy amala aşyrylýar. Maýalaryň RM-lere görä umumy çykymy munda 70-80%-e barýar.

Bu substratlarda maýalary ösdürip ýetişdirmeklik göwrümi 300-den 600 m³-e çenli bolan, howany artykmaç 40–60 KPa basyşda enjamyň aşaky zolagyna girizmek arkaly erlift görnüşli enjamlarda amala aşyrylýar. Çäklendiriji gurşawy howa bilen doýgunlaşdyрма prosesinde enjamyň bütün göwrümünde aýlanyp ýören we

gurşawyň netijeli garyşmagyny üpjün edýän gazly-suwuk emulsiýa emele gelýär. Howalandyrylanda emele gelýän köpürjigi aýyrmaklyk köpürjigi mehaniki ýatyrjy bilen amala aşyryrlar. Enjamyň işi göwrümi onuň umumy göwrüminiň 70%-ne deňdir. Aýry-áýry kärhanalarda uly göwrümlü (1300 m³-e çenli) howany birnäçe zolaklar, adaty, 4-5 zolak, boýunça bölüşdirýän barbotaž-erliftli fermentleýjileri ulanýrlar.

Maýalary ösdürüp ýetişdirmе prosesi üznüksiz tertipde gurşawyň akym tizligi 0,20-0,25 sagat⁻¹, pH 4,2-4,6-da amala aşyrylýar; ulanylýan ştamyň görnüşine baglylykda gurşawyň temperaturasy 30-35-den 38-40 °C çenli bolmaly. Maýalary fermentlemegiň barşynda pH-nyň bahasynyň kislotaly tarapa süýşmegine gurşawy awtomatik suratda ammiakly suw bilen goşmaça titrläp, düzediş girizilýär. Fermentleme döwründe çykýan ýylylygy äkitmek üçin enjamlaryň düzüminde içinden sowuk suw aýlanýan egrem-bugram turbajyk görnüşli ýylylyk çalşygy gurluşlary ulanýrlar. Düzüminde maýalaryň mukdary 20-den 40 g/litre çenli we çyglylygy 75% bolan enjamdan dökülýän suspenziýa işläp taýýarlama we goýaldylma döwrüne gelip düşýär, onuň barşynda flotasiýa (frans. flottation, flotter sözünden – suwuň ýüzündäki gaýmagy – maýda gaty bölekleri bölüşdirmе), üç basgançakly separasiýa (latynça *separatio* – bölüp aýyрма), ýylylyk bilen bejerilmäge we guradylmaga duçar edilýär.

Maýa biomassasyny D₂ vitamini bilen baýlaşdyrmak üçin maýalary ultramewşe şöhleleri bilen şöhlelendirýärler, netijede, öýjükleriň ýag (lipid) fraksiýasyndaky ergosterin witamine öwürülýär. Onuň üçin maýalaryň goýaldylan suspenziýasyny kwars turbajyklardan sorduryp geçirýärler. D₂ vitaminiň mukdary 5000 ME/1itr g ASB. Maýalaryň biomassasynyň düzümi bölekleri (%): protein – 43-58, lipidler – 2-3, uglewodlar (gantlar) – 11-23, kül – 11, saklanyp galan çyglylyk – 10 çenli. Agajyň galyndylarynyň gaýtadan işlenen önümlerindäki harytlyk maýalaryň çykymy 46-48%-e çenli bolýar. Bu galyndylaryň 1 tonnasy maýalaryň ASB 240 kg çykymyna laýyk gelýär, munda substratyň ulanylyşynyň ykdysady koeffisiýenti 0,4-0,6, biomassany almaga uglewodlaryň çykdajysy – 2 t golaý, kislorodyň çykdajysy – 0,7-1,0 m/t barabar bolýar. Elektrik energiýasynyň sarp edilişi 600-800 kWt/sagat bolanda enjamlaryň udel önümliligi bir gije-gündizde 15-20 kg/m³-a deň bolýar.

Agaçlaryň gidrolizatlarynda ot-ýmlik maýalaryň önümçiliginiň göwrümini artdyrmak ösümlik çig malynyň himiki gidroliziniň tehnologiýasynyň häzirki ýeten derejesi sebäpli bökdençlik çekýär. Ot-ýmlik maýalary sellýuloza-kagyz senagatynda almak prosesleri käbir artykmaçlyklara eýedir, çünki bu önümçiligiň zyňndylarynyň (sulfit aşgarynyň, öte gidrolizatyň) özüne düşýän gymmaty ep-esli pesdir. Maýalar we spirtler kompleksleýin alnanda 1 t sellýulozadan öndürilýän maýalaryň çykymy 37 kg, diňe maýalar alnanda bolsa 96 kg ýetýär; prosesiniň önümliligi 2,4 kg/m³, biomassadaky çig proteiniň mukdary bolsa 48%-e barýar.

Ot-íymlik maýalary almak üçin ösümlik çig malynyň we arassalaýjy gurluşlaryň gyrmançasynyň bilelikdäki gidroliziniň önümlerini çekmekligiň geljegi uludyr. Munda ýमितléýji gurşaw ösümlik we haýwan organizmleriniň amino-kislotalary bilen goşmaça baýlaşdyrylýar. Bu maýalaryň çykymyny we olardaky proteinleriň mukdaryny köpeldýär. Mikrob ot-íymlik maýalarynyň çig mal binýady köp mukdarda ýeňil özleşdirilýän monosaharidleri hem-de organiki kislotalary saklaýan torfuň gidrolizatyny ulanmagyň hasabyna hem giňelýär. Maýalaryň çykymy gidrolizatlaryň RW-siniň 65-68%-ne ýetýär, munda maýa biomassasynyň hili ösümlik çig malynyň zyňndylarynyň gidrolizatlarynda ösdürilip ýetişirilen maýalaryň hilinden gowudyr.

Çig mallaryň täze çeşmeleriniň arasynda lignin-sellýuloza materiallaryndan alynýan uglewodlaryň täzelenýän baýlyklary diýilýänleri uly gyzyklanma döredýär. Bu materiallary gantlamak üçin adata öwrülen fiziki we himiki hem-de biotehnologik usullary ulanyp, mysal üçin, sellýulolitik fermentleriň ýa-da mikrob öýjükleriniň esasynda işläp taýýarlamaga duçar edilýän mikrob öýjükleri (maýalar, bakteriýalar, ak çüýremäniň kömelekleri), ösüş prosesinde sellýulozany dargadýarlar we alynýan protein önümini aminokislotalar bilen baýlaşdyrýarlar. Şeýle produsentleriň sany tiz ýetişýän, diňe bir maýalaryň wekilleriniň hasabyna däl-de, eýsem olara garanyňda, has tiz ösýän we aminokislotalar düzümi has howy bolan kömelekleriň we bakteriýalaryň, mysal üçin, *Trichoderma*, *Cellulomonas*, *Aspergillus* we *Alcaligenes* maşgalalarynyň hasabyna çalt köpeliýär.

Substratlaryň 2-nji nesli – suwuk uglewodorodlar. Mikroorganizmleriň esasy ösüş substraty hökmünde uglewodorodlary ulanyp bilmek ukyby 1935-nji ýylda rus sowet mikrobiology Wladimir Ottonowich Tauson (1894–1946) tarapyndan subut edildi. Uglewodorodlary ýeke öýjüklileriň belogyny almagyň potensial substraty hökmünde ulanmak boýunça ylmy işler güýçli depginler bilen XX asyryň 50-60-njy ýyllarynda giňden geçirilip başlandy. Umuman, mikroorganizmler tarapyndan uglewodorodlaryň ähli toparlary gönüden-göni peregonka edilýän dizel ýangyjynyň fraksiýalary, arassalanan suwuk parafinler, ýag distillýatlary (önümleri) we düzüminde *n*-parafinleri saklaýan beýleki nebit önümleri siňdirilýärler, emma olaryň içinde has tiz siňdirilýänleri kadaly uzyn C_{11} - C_{18} zynjyrlý, 200-320°C-de gaýnaýan uglewodorodlardyr.

Ýeke öýjüklileriň belogynyň uglewodoroddaky ştam-produsentleri hökmünde has giňden ýaýrany maýalaryň *Candida* maşgalasyna degişli *C. guilliermondii*, *C. maltosa*, *C. scottii* görnüşleridir. Seleksiýa-genetiki işleriň netijesinde alnan tiz ösýän ştamlar beýleki mikroorganizmler tarapyndan steril bolmadyk senagat ösdürmesi tarapyndan gysylýp çykarylmağa durnuklydyr.

Uglewodorodlar mikrob öýjüklerine öýjük diwarjagazlarynyň gidrofob gurluşa eýe bolan lipid (ýag) fraksiýasy arkaly sitoplazmatik membrana çenli konsentrasıýanyň gradiýenti boýunça syzyp girýärler. *n*-Parafinleriň mikrobiologik okislen-

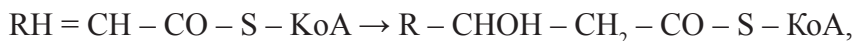
mesi birnäçe basgançaklary öz içine alýar. Uglewodorodlaryň ilkilenji okislenmegi netijesinde spirtler emele gelýärler:



Spirtler soňra alkoholdehidrogenazanyň gatnaşmagynda aldegidlere çenli okislenýärler, olar bolsa, öz gezeginde, aldegiddehidrogenazalaryň gatnaşmagynda aldegidlere çenli okislenýärler. Soňra asetil-KoA gatnaşmagynda β -okislenme reaksiýalarynda asetilgidrogenazanyň gatnaşmagynda okislenip, karbon kislotalarynyň degişli önümlerini emele getirýärler, olar asetilgidrogenazanyň gatnaşmagynda goşa uglerod baglanyşykly birleşmeleri emele getirýärler:



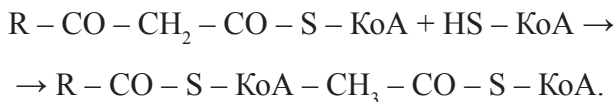
Soňra doýmadyk birleşme gidratlaşyp, β -kislota öwrülýär:



ol bolsa gaýtarylyp, ketokislota öwrülýär:



β -Okislenme ketoasetiltiolazanyň gatnaşmagynda asetil-KoA-nyň we zynjyryň ilki başdaky kislotadan 2 uglerod atomyna gysgalan ýag kislotasynyň emele gelmegi bilen tamamlanýar:



Ýag kislotasynyň asetil-KoA-efiri täzedan ýene-de β -okislenme reaksiýasyna girýär.

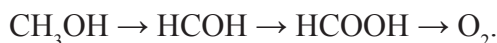
Uglewodorodlarda protein biomassalary alnanda, olarda düýpli çäklendirme bardyr, çünki ilki başdaky parafinlerde halka gurluşly uglewodorodlaryň bar bolmagy mümkindir. Şonuň üçin çig mal hökmünde diňe özünde hoşboý ysly (aromatik) uglewodorodlaryň 0,01%-den köp bolmadyk mukdaryny saklaýan ýokary derejede arassalanan parafinler ulanylyp bilner. Parafinler suwda eremeýärler, şonuň üçin bu substratda ösdürüp ýetişdirme uglewodorodyň maýda pytradylan, diametri 5 mkm-den uly bolmadyk damjalarynyň gurşawynda amala aşyrylýar. Bu ýagdaýda ösdürme dört fazaly (“gaz – suwuklyk – suwuk uglewodorodlar – mikrob öýjükleri”) ulgamdyr. Uglewodorodlaryň dispergirlenmegine (maýda böleklere bölünmegine)

garyşdyrmadan daşgary üstki dartyлма hem täsir edýändir, şonuň üçin ýokumly gurşawyň düzümi we onuň şepbeşikligi, maýyşgaklygy örän wajypdyr. Parafinler mikroorganizmler üçin diňe energiýanyň we uglerodyň çeşmesi bolup hyzmat edýärler, şonuň üçin maýalaryň ösmegi üçin zerur bolan makro- we mikroelementleri ýokumly gurşawa dozalap (bölekläp) goşýarlar. Ýokumly gurşawa ammoniý sulfatyny, superfosfat, kaliý hloridi we mikroelementleriň erginini goşýarlar hem-de üst dartyлmagyny peseltmek we maýalaryň ösüşini çaltlaşdyrmak üçin ÜIM (üsti işjeň maddalary) goşýarlar. Gurşawyň pH-ny düzetmek üçin ulanylýan ammiakly suw hem azodyň goşmaça çeşmesi bolup hyzmat edýär. Fermentleme döwründe ilki başdaky ýokumly gurşawda parafinleriň mukdary 3-5% bolýar. Uglerodyň konsentrasiýasynyň artmagy bilen ösdürmäniň kisloroda bolan talaby ýokarlanýar, çünki öýjükleriň uglewodorodlary siňdirişi güýçli howalandyrmada amala aşyrylýar. Uglewodorod-siňdiriji maýalaryň kisloroda bolan talaby uglewodlarda geçýän prosesleriňkä garanynda 2,6-2,8 esse ýokarydyr. Howanyň sarp edilişi maýalaryň ASB-synyň 1 kg-na 20-den 50 m³-a çenli ýetýär.

Ýeke öýjüklileriň belogyny suwuk uglewodorodlarda almagyň netijeli prosesi 12 bölekden ybarat bolan bublik (halka görnüşli köke) şekilli, işçi göwrümi 320 m³ bolanda umumy göwrümi 800 m³ ýetýän B-50 fermentleýjilerde amala aşyrylýar. Enjamyň her bir bölümi turbina görnüşli özi sorujy-garyşdyryjy gurluş we ežeksiýaly (gidroturbinanyň kadaly işlemegi üçin suw joşgunynda suwuň güýjünü emeli usul bilen ýola goýma) gurluş bilen üpjün edilendir. Fermentlemäniň barşynda suspenziýa hemme bölümlere yzygiderli geçýär. Munda 1-9-njy böleklerde uglerod substratynyň üznüksiz gelip durmagynda öýjükleriň işjeň ösüşi amala aşyrylýar, soňky üçüsünde bişip ýetişme diýilýän basgançagy, onuň barşynda substratyň eltilip berilmesi togtadylýar we okislenme we galyndy uglewodorodlaryň maýalar bilen doly siňdirilmesi bolup geçýär. Şeýle düzgün hakykatdan substraty doly peýdaly ulanmaga mümkinçilik berýär we önümi saklanyp galan uglewodorodlaryň ygtyýar edilýän (0,01%-den köp bolmadyk) derejesinde almaga mümkinçilik berýär. Uglewodorodlary kislorodyň köp mukdaryny sarp etmek arkaly okislemek ýylylygyň köp bölünip çykmagy bilen bolup geçýär (2,5-3,5 kkal/kg). Şonuň üçin her bölümde ýylylygy äkidiji ulgam üstüniň meýdany 3000 m³-a çenli bolan oturdyлан ýylylyk çalşyjydyr. Ösdürmäniň enjamda bolýan wagty 8 sagada golaý bolup, gurşawyň akymynyň tizligi 32-34°C-da we pH-nyň durnugan bahasy 4,0-4,5 – 0,22 sagat⁻¹ barabardyr. Prosesiň 1 gije-gündizdäki önümliligi 27 t ýetýär, uglewodorodlar boýunça ykdysady koeffisiýenti 1,0-1,2, uglewodorodlaryň harçlanylyşy 0,9-1,0 t, kislorodyň harçlanylyşy 2,4-2,8 mün/t ASB. Uglewodorodlardan alnan taýýar önüm, BWT-de (%): çig protein– 60-a çenli, ýaglar – 5, uglewodlar (gantlar) – 10-20, kül, çyg – 10-a çenli, D₂ witamin – 4000 m.b. we B toparynyň witaminlerini saklaýar.

Geçen asyryň 70-nji ýyllaryna çenli uglewodorodlaryň esasynda ýeke öwjüklileriň belogynyň alnyş tehnologiýasy ösen döwletleriň hemmesi tarapyndan işlenip düzüldi. Protein-Witamin-Toplumlarynyň (BWT) iri tonnažly önümçilikleri SSSR-de, Italiýada, Rumyniýada, Fransiýada döredildi. 1980-nji ýylda önümçiligiň göwrümleri şunuň ýalydy: SSSR-de 1,0 mln t golaý; Italiýada 300 000 t; Fransiýada 20 000 t; Rumyniýada 1500 t; Beýik Britaniýada 5000 t. Emma ýeke öýjüklileriň belogynyň önümçiliginiň bu pudagy Russiýadan başga ýurtlarda ösdürilmedi, çünki olar BWT-nyň bahasyny könedan gelýän azyk önümleriniň (soýa we balyk uny) bahasynyň derejesine çenli arzanladyp bilmediler.

Substratlaryň 3-nji nesli – uglewodorodlaryň oksidatlary, gaz halyndaky uglewodorodlar, kömürturşy gazy, wodorod. Mikrob belogyny iri göwrümlerde öndürmek üçin geljegi uly bolan çig mal hökmünde spirtler, tebigy gaz we wodorod hasaplanylýar. Önümçiligiň gerimleri, kiçi molekulaly spirtleriň tehnologikligi we olardan alynýan mikrob belogynyň hili metanoly we etanoly geljegi uly bolan substratlaryň hataryna goşdular. Spirtleriň esasynda mikrob sintezi prosesi boýunça ylmy barlaglar geçen asyryň 70-nji ýyllarynda ösen döwletleriň hemmesinde giňden ýaýbaňlandyryldy. Metanoly siňdirmek (özleşdirilme) ukyby diňe bir maýalara (*Hansenula*, *Candida* maşgalalary) däl, eýsem bakteriýalara (*Pseudomonas*, *Methylobacter* maşgalalary) hem mahsusdygy subut edildi. Metanolyň mikroorganizmler tarapyndan siňdirilmegi (özleşdirilmegi) garynja aldegidiniň we formiatlaryň üsti bilen kömür kislotasyna çenli 3 sany yzygiderli basgançaklar boýunça amala aşyrylýar:



Suwuk uglewodorodlar bilen deňeşdirilende, metanolyň artykmaçlygy onuň suwda örän oňat ereýjiligi, ýokary derejedäki arassalygy we çiş keseli bilen kesellemek gorkusyny döredýän garyndylaryň ýokdugy, ýokary uçujylygy bilen kesgitlenilýär. Bu onuň galyndysyny taýýar önümlerden ýylylyk bilen işleme we guratma döwründe aňsatlyk bilen aýyrmaga mümkinçilik berýär. Fermentlemäniň barşynda metanolda hem ýylylygyň bölünip çykmagy spirtleriň özboluşly gurluşy we olaryň düzüminde kislorodyň bardygyny sebäpli ep-esli pesdir. Spirtleriň del mikroflora görä ýüze çykarýan biologik işjeňligi önümçilik ştam-produsentleriň ösdürmede dominirlemegini (artykmaçlyk etmegini) üpjün edýän goşmaça faktordyr. Ýöne, spirtleriň ýangyn döretmek howplulygy we howa bilen partlaýjy garyndylary emele getirmek ähtimallygy (konsentrasiýalaryň aralygy 6-35 göwrüm%) hem-de zäherliligi işiň howpsuz tertibini üpjün edýän ýörite çäreleri talap edýär.

Iýmitlendiriji gurşaw spirtiden başga-da (8-10 g/litr) öýjükleriň çäklendirilmedik ösüşi üçin zerur bolan ähli iýmit elementlerini saklaýar. Gurşawa adaty bolan

makro we mikroelementlerden başga-da, azodyň we witaminleriň goşmaça çeşmesi hökmünde maýaly ekstrakty (50 mg/litr) goşýarlar.

Ulanylýan fermentleme düzgünleriniň we enjamlarynyň görnüşleri ştamprodusentiň fiziologik özboluşlylygy bilen kesgitlenilýär. Maýalar (*C. boidinii*, *H. polymorpha*) aseptik ýa-da az-kem aseptik däl şertlerde fermentlemede energiýany ežeksiýaly (zyňyly) gurluşly suwuk faza bilen girizilýän enjamlar ulanylýar. Ösdürme temperaturasy 34–37°C, pH – 4,2–4,6, gurşawyň akym tizligi – 0,1248·0,16 sagat⁻¹, metanola görä ykdysady koeffisiýenti – 0,4. Enjamlaryň önümliligi suspenziýadaky öýjükleriň konsentrasiýasy 30 g/litr bolanda, 1 gije-gündizde 75 t ACB ýetýär. Biomassany sintez etmäge metanolyň sarp edilişi 2,5 müň/t. Metanolda alynýan maýalar şu düzüme (%) eýedirler: çig protein – 56–62, lipidler (ýaglar) – 5–6, nuklein kislotalary – 5–6, kül – 7–11, çyglylyk – 10-dan ýokary däl.

Belogyň produsenti hökmünde ýeke öýjükli bakteriýa görnüşleri (*Methylo-monas clara*, *Ps. rosea*) ulanylanda, fermentleme üçin önümliligi gije-gündizde 100–300 t ACB ýetýän çüwdürimli enjamlary ulanýarlar. Prosesi 32–34°C-da, pH 6,0–6,4, gurşawlaryň akym tizligi 0,5 sagat⁻¹ bolanda geçirýärler. Prosesiň metanol boýunça ykdysady koeffisiýenti 0,45 ýetýär, ýagny onuň harçlanylyşy ahyrky önümi almaklyga 2,2 m/t çenli aşaklaýar. Bakterial massa maýalaryň massasyna garanynda, azotly düzümleriň bölekleri köp (%): çig proteini – 74, nuklein kislotalaryny – 10–13 saklaýarlar.

Iýmitlik mikrob belogyny almak üçin ýokary derejede arassalanan substrat bolup etanol hyzmat edýär. Maýalaryň (*C. utilis*, *Hancenula anomala*) iň önümlü önümçilik şamlary iýmit üçin niýetlenilen, özünde 60%-e çenli protein saklaýan protein önüminiň gurşawyň akym tizligi 0,14 sagat⁻¹, etanol boýunça ykdysady koeffisiýentiniň bolsa 0,40–0,45 deň bolmagynda alynmagyny üpjün edýär. Ýaňy-ýakynlara çenli senagat möçberinde mikrob belogyny spirtleriň esasynda almaklygy amala aşyrmak meselesi spirtiň bahasynyň ýokarydygy sebäpli şeýle bir möhüm hasaplanylmaýardy. Emma, soňky döwürlerde spirti almagyň täze we arzan tehnologiýalarynyň işlenip düzülmegi we protein maddalaryna islegiň ýokarlanmagy sebäpli, bu tehnologiýanyň geljegi has ulaldy.

1970-nji ýyllarda çig malyň täze arzan çeşmeleriniň gözlegi bilen mikrob belogyny almaklyga gaz halyndaky uglewodorodlary, esasan-da, giňden ýaýran tebigy gaz çeşmesi bolup hyzmat edýän metana üns berip başladylar. Tebigy gaz bahasynyň elýeterlilikinden we arzanlygyndan başga-da, mikroorganizmleriň ösüşini ingibirleýän (latynça *inhibeo* – saklaýaryn), himiki, şol sanda fermentli reaksiýalaryň tizligini peseldýän ýa-da ýatyrýan maddalaryň garyndylarynyň ýokdugy bilen tapawutlanýar we biomassany ýokary çykymlar bilen almaga mümkinçilik berýär hem-de ilki başdaky çig maly-da, alynýan biomassany-da ýörite arassalamagy talap etmeýär.

Mikrob belogynyň metandaky produsentleri metany uglerodyň we energiýanyň çeşmesi hökmünde yzygiderli hatarlar arkaly spirtiň we aldegidiniň üsti bilen *Methylococcus*, *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Methanomonas* maşgalasyna degişli bakteriýalary kömür kislotasyna çenli peýdaly ulanýarlar:



Metan ulanylanda ösüş substraty hökmünde özboluşly aýratynlyklary sebäpli, onuň bir topar düýpli tehnologik meseleleri ýüze çykýar. Metan gaz fazasyndan gelip düşýär, onuň suwda ereýjiligi pesdir (adaty basyşda 0,02 g/l-e çenli), şonuň üçin onuň ösdürmedäki ereýiş tizligi produsentiň ösüş tizligini çäklendiriji faktor bolup hyzmat edýär. Biomassanyň sintezi öýjük ýanyndaky gurşawa metanyň okislenmesi netijesinde emele gelen esasy önümçilik ştamynyň ösüşini ingibirleýji aralyk önümleriň (sintezlenen biomassanyň 1 gramyna 0,2-0,6 g ugleroda çenli) bölünip çykmagy bilen bolup geçýär. Şonuň üçin düzüminde metanotroflardan başga metanyň doly bolmadyk okislenişini peýdaly ulanýan 5-6 geterotrof görnüşli mikrob assosiasiýasýasyndan peýdalanýarlar. Metanyň gaýtarylanlyk derejesiniň ýokarydygy sebäpli, onuň okislenmegi üçin kislorodyň köp mukdary talap edilýär (uglewodlaryňka garanyňda 5 esse köp, suwuk uglewodorodlaryňka garanyňda 2-3 esse köp). Şonuň üçin proses fermentleme döwrüniň has çylşyrymly enjamlar bilen abzallaşdyrylmagyny talap edýär. Metanotrof bakteriýalaryň ösdürilip ýetişdirilmegi akýan ösdürimde, 34-38°C-da we gurşawyň pH-nyň neýtral bahalarynda amala aşyrylýar. Ýokumly gurşaw mineral elementleriň adaty toplumyny saklaýar, azodyň çeşmesi hökmünde bolsa hem gaýtarylan, hem-de okislenen görnüşleri hyzmat edýärler. Oligonitrofil mikroorganizmler ulanylanda, azodyň konsentrasiýasy gurşawda pes (20-30 mg/litr) bolýar. Mikrob öýjükleriniň kisloroda bolan islegi olaryň metana bolan isleginden 2-3 esse ýokarydyr. Emma substratyň partlama howplulygy sebäpli, bu gazlaryň stehiometrik gatnaşyklary bakteriýalaryň ösmegi üçin optimal diýlip hasap edilmeyärler we prosesi kislorod boýunça çäklendirilmelere we metanyň artykmaç mukdaryna görä amala aşyrýarlar.

Metanotrof bakteriýalary ösdürip ýetişdirmek üçin ýokary massa çalşyrylyk häsiýete eýe bolan gaz gurşawyny çüwdürip, pytradyjylary ulanýarlar. Metany has doly özleşdirmek üçin gaz garyndysyny gaýtadan aýlaýarlar, işçi basyşy ýokarlandyrýarlar hem-de howanyň deregine kislorody ulanýarlar. Bu çäre gaz substratynyň ulanylyşyny 95%-e çenli ýokarlandyrmaga mümkinçilik berýär. Fermentlemäniň barşynda gurşawyň akymynyň tizligi 0,25-0,30 sagat⁻¹ ýetýär; öýjükleriň ösdürmelerdäki fermentleýjiden çykanyndaky konsentrasiýasy 10 g/litr-den ýokary galmaýar. Substratyň 1 t biomassa üçin çykdajysy metan we kislorod üçin deňişlilikde 1,8-2,2 we 4,5-5,0 t. Biomassanyň düzüminde (%): çig protein – 75, nuklein kisló-

talary – 10, lipidler – 5, kül – 10-a çenli, çyglylygy – 10-dan ýokary däl. Alynýan protein aminokislotalarynyň mukdary we düzümi boýunça balyk ununa we soýa şulhasyna ýakyndyr.

Ýeke öýjüklileriň belogynyň köp tonnaly önümçiligi tebigy gazda ilkinji gezek Russiýada amala aşyryldy. Bu tehnologiýany we substraty geljegi uly hasap edýärler. Emma bu ugruň düşewüntiligi we ösdürilmegi, köplenç, ýagdaýlarda onuň enjamlar bilen üpjünçiliginiň kämilleşdirilişi we önümçilik prosesiniň netijeliliginiň ýokarlandyrylyşyna bagly bolar.

Belogyň produsentleriniň gözleginde düýbünden täze ugur – protein maddalarynyň ygtybarly çeşmesi hökmünde fotoawtotrof organizmleri, uglerodyň çeşmesi hökmünde kömür kislotasyny, energiýa çeşmesi hökmünde bolsa ýagtylygy ulanyp bilýän ulgamlaryň gözlegleri düýbünden täze ugurdyr. Suwotulary belogyň ähtimal produsentleri hökmünde öwrenmeklik indi birnäçe ýyldan bäri alnyp barylýar. Suwotulara bolan üns olaryň iýmitlenip biliş ukyby bilen, biomassanyň himiki düzümi we tehnologikligi bilen kesgitlenilýär. Suwotularyň biomassasynyň fotosinteziniň hasabyna köpelmegi fotosinteziniň netijeliligini kesgitleýän faktorlaryň in esasyalarynyň biriniň ýagtylma derejesidigini görkezýär. 1960-njy ýyllaryň ortalaryndan belogyň geljegi uly bolan biosintetikleriniň biri hökmünde suwotulary (*Chlorella*, *Scenedesmus*) hasaplaýardylar. Emma suwotularyň biomassasynyň juda azlygy (öýjük sütünjagazlarynyň siňdirilmezligi, öýjükleri dezintegrirlemek – bütewi zady düzüm böleklerine bölme we proteinleri zäherli hlorofilden arassalama we başg.) hem-de fotosinteziniň energetiki netijeliliginiň örän pesdigi sebäpli, bu tamalar özüni ödemedi.

Netijeli protein önümi hökmünde tebigy şertlerde ösýän hem-de atmosfera azodyny berkidiji hökmünde *Spirulina* maşgalasyna degişli sianobakteriýalary görkezdiler. Spiruliniň biomassasynyň düzümi (%): doly gymmatly aminokislotaly 70-e çenli proteinden, 19 – uglewoddan, 4 – nuklein kislotasyndan we 4 – lipidden, 6 – pigmentden we 3 – külden we süýümden ybaratdyr. Öýjük sütünjagazy mikro-suwotylaryňkydan tapawutlanýar we ol iýmiti ýeňillik bilen siňdirýär. Biomassada nuklein kislotalaryň derejesiniň pesdigi, fiko-sianin pigmentleriniň zähersizligi, siňdirilýän belogyň ýokary derejede bolmagy – bularyň hemmesi bu biomassany doly gymmatly iýmit önümüne öwürmegine mümkinçilik berdi. Spiruliniň proteinleriniň adam organizmindäki metabolizminde holesterin emele gelmeýär, şonuň üçin bu belogy berhizlileriň iýmitiniň zerur düzüm bölegi hökmünde garap başladylar.

Spirulin hakyndaky ilkinji ýatlamalar XVI asyryň başlaryna tebigy şertlerde aşgarly Tekskoko kölünde ösýän galet görnüşinde guradylyp, Mehiko şäheriniň eteklerindäki bazarlarda satylyp başlan *Spirulina maxima* bilen baglydyr. XIX asy-

ryň ortalaryna Belgiýada düzülen ekspedisiýa Sahara çölünden geçip, Çad kölüniň golaýlaryndaky obalaryň bazarlarynda hem beýleki populýasiýanyň – *Spirulina platensis*niň gök-ýaşyl biomassasynyň guradylan galetleriniň bardygyny anyklapdyr. *Spirulina* hut monokultura ýaly ösýär, çünki kölün suwunyň pH-ny onuň ösýän ýerinde 10,5-11,0 ýetýär. Öýjüklerde içi gaz bilen doldurylan wakuollaryň we spiral (burum-burum) görnüşli filamentleriň bolandygy üçin, suwotularyň klubenleri suwuň ýüzüne çykýarlar we şemal olary kenara çykarýar. *Spirulina*niň biomassasynyň 2 esse köpelmegi üçin 3-4 gün gerek, şonuň üçin hasyly gije-gündiziň dowamynda ýygnamak mümkindir. Optimal şertlerde biomassanyň çykymy gije-gündizde 20 g AGM/m², ýagny bu bugdaýyň hasylyndan 10 esse köpdür, ýöne munda alnan belogyň hili ösümlik belogynyňkydan has ýokarydyr (3.2-nji tablisa).

3.2-nji tablisa

**Ýokary derejeli ösümlikleriň we spiruliniň önümliligini deňeşdirme
(Sassonyň maglumaty boýunça, 1987)**

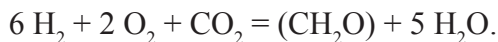
Produsent	Çykymy, t/ga/ýyl	
	agramy (AGM)	arassalanmadyk protein
Bugdaý	4	0,5
Mekgejöwen	7	1,0
Soýa kösügi	6	2,4
<i>Spirulina</i>	50	35

*Spirulina*niň biologik gymmatyny bilmek üçin fransuzlaryň nebit institutynyň “Coca Текскоко” kompaniýasy bilen geçiren barlaglary 1973-nji ýylda ilkinji tejribe fabrikasynyň döredilmegi bilen tamamlandy. 1982-nji ýylda onuň önümçiligi 1000 m/t ýetdi. Önümiň (mguka, tabletkalar) esasy importýorlary Ýaponiýa, ABŞ we Ýewropa ýurtlarydyr.

*Spirulina*ni emeli usullarda ösdürip ýetişdirmegi Fransiýa we Italiýa meýilleşdirýär. Ysraýylda Haýfa şäheriniň golaýynda batgalyklaryň 12 000 m² meýdanynda iýmlik we ot-iýmitlik maksady bilen *Spirulina platensis* suwotusyny ösdürip ýetişdirýärler. *Spirulina*niň bar bolan şamlarynyň genetikasyny kämilleşdirmek onuň hasyllylygyny düýpli ýokarlandyryp biler. Mutantlary alnyp, olaryň ösüş tizligi saklananda aminokislotalarynyň toplumy ilkibaşdakysyndan düýpli ýokary bolmagy mümkindir. *Spirulina*ni emeli aşgarly howdanlarda hem-de ýylylyk stansiýalardan gaýdýan ýyly suwlarda ösdürip ýetişdirmek mümkinçiligi subut edildi.

1970-nji ýyllaryň ortalarynda mikrob belogyny almagyň *hemolitoawtotrof mikroorganizmleri* ulanyp almak tehnologiýalaryny işläp düzmeklige gönükdirilen ylmy-barlaglar işjeňlendirildi. Uglerodyň çeşmesi hökmünde kömür kislotasynyň uglerodyny, energiýa çeşmesi hökmünde bolsa, wodorodyň okislenme re-

aksiýasyny ulanýan hemolitotrof wodorodokisleýji bakteriýalar 1970-nji ýyllaryň ortalaryndan başlap, biotehnologlaryň ünsüni çekip başlady. Biomassanyň (CH_2O) emele gelmegi bilen wodorodyň okislenmesi şu shema boýunça amala aşyrylýar:



Biomassanyň

simwoly

Wodorody okisleýji bakteriýalary ulanmaklygynyň geljeginiň uludygynyň olaryň awtotrofiýasy we organiki çig malyň çeşmesiniň gytlygyna bagly däldigi, tiz ösüşi, aminokislota düzümi boýunça doly bahaly belogynyň mukdary, öýjükden daşary aralyk organiki tebigatly maddalaryň ýokdugy (wodorodyň okislenmesiniň ýeke-täk aralyk maddasy – suw), önümçilik prosesiniň we alynýan önümiň ekologik nukdaýnazardan ýokary derejede arassalygy bilen kesgitlenilýär. Wodorodyň çeşmesi hökmünde elektroliz usuly bilen alnan wodoroddan başga-da, özünde wodorod saklaýan dürli gazlar, şol sanda sintez-gaz we bir topar himiki we neftehimiki önümçilikleriň zyňyndylaryny, kömür kislotasynyň çeşmesi hökmünde bolsa, ýyladyjy gazlary we biohimiki önümçilikleriň ekspanzerli kömür kislotasyny ulanýarlar. Şeýlelikde, ýeke öýjükli belogyny wodorody okisleýji bakteriýalaryň esasyndaky önümçiligi arassalaýjy desganyň wezipesini ýerine ýetirip bilýär. Şonuň bilen birlikde-de, bu tehnologiýa birnäçe görkezijileri boýunça (kyn ereýji we partlama howply gaz substraty) ýeke öýjükli belogynyň metanda alnyşyndaky ýaly çäklendirmelere eýedir. Tejribe önümçilikleriň derejesinde amala aşyrylan mikrob belogyny wodorod bakteriýalaryndan almagyň tehnologiýasy goralmaýan akymdaky fermentlemede energiýasy suwuk fazada eltilýän, ežektorly (zyňyjy enjam) ýa-da özi sorujy turbinaly garyjylar bilen (1500 aýlaw/min): gurşawyň akym tizligi $0,4 \text{ sagat}^{-1}$, öýjükleriň ösdürmedäki konsentrasiýasy – $10\text{--}20 \text{ g/litr}$; AGM-yň biomassasynyň 1 tonnasynda wodorodyň harçlanyşy – $0,7$, kömür kislotasynyň sarp bolşy – $2,0$, kislorodyň harçlanyşy – $3,0 \text{ g/litr}$. Häzirki wagt giňden ýaýran we arzan tebigy gaz bilen deňeşdirilende, wodoroda esaslanan biotehnologiýa ýeke öýjükli belogynyň köp tonnaly önümçiligi gymmata düşýär. Emma wodorod energetikasynyň çaklanylýan ösüşini hem-de ýokary ekologik arassalygyny göz önünde tutup, bu ugry geljegi uly ugur hasaplaýarlar.

Şeýlelik bilen, dünýäde belogynyň görnüp duran gytçylygyny göz önünde tutup, onuň öwezini netijeli dolmak üçin dürli substratlary we ştam-produsentleri çekmek arkaly adaty bolmadyk biotehnologiýalary amala aşyryp bolar. Mikrob belogyny öndürmegiň taryhy indi başlanýar, şonuň üçin, eger-de ýeke öýjükli belogynyň proteinleri dünýädäki protein gytçylygynyň problemasyny düýpli çözüp bilmeýän bolsa, onda geljekde adamzadyň durmuşynda mikrob belogyny öndürmegiň ähmiýeti barha artar.

3.1.1. Aminokislotalar

Aminokislotalar ýyl geldigiçe azyk önümlerine we ot-ýımlere goşmaça goşundylar, naharlara atylýan jazlar, farmasewtika we parfýumeriýa senagatlary üçin gymmatly çig mal hökmünde barha giňden ulanylýarlar. Proteinleri emele getirýän *α-aminokislotalaryň* ählisi (20-den gowrak) gurluşy boýunça *L-görnüşli α-aminokislotalardyr*. Olaryň 8-si (izoleýsin, leýsin, lizin, metionin, treonin, triptofan, walın, fenilalanin) adam üçin çalşyp bolmaýan aminokislotalardyr. Oba hojalyk haýwanlary üçin bu sanawyň üstüni gistidin we arginin, jüýjeler üçin bolsa, ýene prolin hem goşulýar. Şonuň üçin aminokislotalary köp mukdarda ot-ýımleri balansirlemekde ulanylýarlar. Kombinirlenen iýmleriň düzümine aminokislotalary girizmek haýwan proteinleriniň sarp edilişini azaldýar. Soňky 10 ýylyň içinde ot-ýım önümçiliginde ulanylýan aminokislotalaryň mukdary 15 esse artdy. Bu olaryň öndürilýän göwrüminiň 70%-ne golaýyny tutýar. Aminokislotalaryň öndürilýän möçberiniň 30%-ine golaýy azyk senagatynda peýdalanylýar. Mysal üçin, sistein aminokislotasy nahar taýýarlananda, onuň ýanmagynyň önüni alýar, bişirilende çöregiň hilini gowulaýar, naharyň ysyny güýçlendirýär. Täzelendiriji, süýjümtik tagama eýe bolan glisin içgiler taýýarlananda, glutamin kislotasy naharyň tagamyny güýçlendirmek we konserwirmek üçin ulanylýar. Aminokislotalaryň birnäçesi (arginin, aspartat, sistein, fenilalanin, we başg.) lukmançylykda ulanylýar. Aminokislotalar detergentleri (sintetik ýuwujy serişdeleri), poliaminokislotalary, poliuretany we oba hojalygynda ulanylýan serişdeleri öndürmekde çig mal hökmünde himiýa we farmasewtika senagatynda giňden ulanylýarlar.

Aminokislotalary almaklyk birnäçe ýollar bilen, ýagny himiki sintez, tebigy protein çig malynyň gidrolizi we biotehnologik prosesler arkaly amala aşyrylýar. Himiki sinteziň netijesinde rasemat diýilýän garyndy *α-aminokislotalaryň* hem *L-gurluşly*, hem-de *D-gurluşly* görnüşinden ybarat bolan garyndylar emele gelýärler. Optiki işjeň izomerleri bolmadyk glisinden we iki görnüşde-de organizm tarapyndan özleşdirilýän *D-izomerler* zäherlilik häsiýetlere eýedirler.

α-Aminokislotalaryň L-izomerlerini ösümlik we haýwan materiallarynyň gidrolizatlaryndan almak köp basgançakly we gymmata düşýän arassalamak işleri bilen baglanyşyklydyr. Aminokislotalaryň biotehnologik alnyşy gönüden-göni mikroob fermentlemesini hem-de çig mallardan mikrobiologik ýa-da fermentli sintezini öz içine alýar.

Mikrobiologik usul aminokislotalary almagyň häzirki döwürde iň giňden ýaýran usulydyr, ol mikroorganizmleriň ähli *α-L-aminokislotalary* sintezirlemek ukubyna esaslanan, käbir ýagdaýlarda bolsa, olaryň artykmaç sintezini üpjün etmekdir. Mikrob öýjüklerinde aminokislotalaryň biosintezi erkin aminokislotalar ýa-da “aminokislotalaryň puly” diýilýänleri görnüşinde bolup geçýär, olardan konstruktiv metabolizmi proseslerinde öýjük makromolekulalary sintezlenýärler. Ähli protein-

leriň sintezi üçin 20 sany α -L-aminokislotalary gerek. Aminokislotalaryň aglabasynyň sintezleniş ýoly biri-birine baglanyşyklydyr. Munda käbir aminokislotalar beýlekileri üçin çig malyň hyzmatyny ýerine ýetirýärler. Piruwat alaniniň, waliniň, leýsiniň; 3-fosfogliserat – seriniň, glisiniň, sisteiniň; şşawel-sirke kislotasy – aspartatyň, asparaginiň, metioniniň, liziniň, treoniniň, izoleýsiniň; α -ketoglutar kislotasy – glutamatyň, glutaminiň, argininiň, proliniň; fosfoenolpiruwat+eritrozo-4-fosfat – fenilalaniniň, tiroziniň, triptofanyň; 5-fosforibozil-1-pirofosfat + ATF – gistidiniň çig maly bolup hyzmat edýärler. Mikrob öýjüklerinde her bir aminokislotalaryň sintezi belli we berk, soňky aminokislotalaryň emele gelşini üpjün edýän mukdarlarda amala aşyrylýar we pugta genetiki gözegçilikde saklanylýar. Gözegçilik yzyna baglanyşyk ýörelgesi boýunça degişli fermentleriň (repressiýa) sintezine jogapkär genleriň hem-de emele gelýän aminokislotalaryň artykmaçlygy netijesinde özlerniň işjeňligini (retroingibirlenmegini) üýtgedip bilýän fermentleriň öz derejesinde amala aşyrylýar. Gözegçiligiň bu mehanizmi aminokislotalaryň artykmaç öndürilmek ähtimallygyny aradan aýyrýar hem-de olaryň öýjüklerden daşky gurşawa çykarylmagyna päsgelçilik döredýär. Aýry-aýry aminokislotalaryň artykmaç mukdar-da sintezlenmegini gazanmak üçin bu mehanizmden sowlup geçmeli ýa-da ony üýtgetmeli bolýar. Birinji ýol üçin tebigy “ýabany” şamlary ulanmak mümkindir; munda örän wajyp zat, fermentlemäniň şertleridir, çünki aminokislotalary sintezleme ulgamynda disbalansy gurşawyň birnäçe baş faktorlaryny (esasy substratyň konsentrasiýasyny, pH-yny, gurşawyň makro we mikroelementleriniň gatnaşygyny üýtgetmek arkaly we başg.) üýtgetmek arkaly gazanmak mümkindir. Aminokislotalaryň sinteziniň gözegçilik mehanizmini üýtgetmek genetiki usullar arkaly amala aşyrylýar. Bu ýagdaýda mutant organizmler bolan auksotrof we regulýator mutantlary alýarlar. Auksotrof mutantlar – bular bir ýa-da birnäçe aminokislotalary sintezlemäge bolan ukybyny ýitiren organizmlerdir.

Aminokislotalaryň produsentleriniň arasynda dürli mikroorganizmleriň, *Corynebacterium*, *Brevibacterium*, *Bacillus*, *Aerobacter*, *Microbacterium*, *Escherichia* maşgalalaryň wekilleri bardyr. Senagatda ulanylýan mikroorganizmleri birnäçe toparlara: ýabany şamlara, auksotrof mutantlara, sazlaýjy (regulýator) mutantlara we auksotrof sazlaýjy mutantlara bölmek mümkindir. Senagat şamlary, adatyça, maksatlaýyn aminokislotalara we onuň önünden gelýän aminokislotalara degýän birnäçe mutasiýalary göterýärler.

L-glutamat, *L-walin*, *L-alanin*, *L-glutamin* we *L-prolin* ýaly aminokislotalary almak üçin tebigy şamlary ulanmak we fermentlemäniň şertlerini üýtgedip, olarda aminokislotalaryň önümliligini güýçlendirmek mümkindir. Mysal üçin, glutamatyň ýokary (30 g/litre çenli) çykymyny α -ketoglutamatdegidrogenazanyň işjeňligini doly ýa-da bölekleyin ýatyryp, ýa-da gurşawa öýjük membranalarynyň glutamat üçin syzdyryjylygyny artdyrmak üçin ÜIM (üsti işjeň maddalary) we antibiotikleri (penisillini, sefalosporini) goşup, gazanýarlar. Fermentlemäniň şertlerini üýtgedip, *L-glutamatyň* sintezini *L-glutaminiň* ýa-da *L-proliniň* sintezine gönükdirmek bol-

ýar. Gurşawda ammoniý ionynyň we biotiniň konsentrasiýalaryny köpeldip, L-proliniň emele gelmegini stimuilirleýärler; gowşak kislotaly gurşaw we sinkiň ionlary ammoniý ionlarynyň artykmaçlyk etmeginde L-glutaminiň sintezini güýçlendirýär.

Auksotrof mutantlary metabolik reaksiýalaryň şahalanan zynjyrlarynyň ahyrky önümleri bolan aminokislotalary sintezlemeli bolanda ulanýarlar. Mysal üçin, umumy çig maly hökmünde *L-aspartat* bolup hyzmat edýän *L-lizini*, *L-treonini*, *L-metionini* ýa-da *L-izoleýsini* almak üçin gomoserin ýa-da treonin we gomoserin boýunça auksotrof bolan mutantlary ulanýarlar. Auksotrof mutantlar belli bir göz-baş ferment reaksiýasynyň ýokdugy sebäpli, otrisatel yzyna baglylyk ýörelgesinde işleýän degişli metabolik ýoluň ingibitorlaryny emele getirmäge ukyply dälirler. Şonuň üçin şeýle ştam zerur ingrediýentiň (aminokislotanyň) minimal konsentrasiýasyny saklaýan gurşawda ösdürilip ýetişdirilende, olar özünden öňki aminokislotany artykmaç köp öndürmäge ukyplydyrlar. Biosinteziň şahalanmadyk zynjyrlarynyň ahyrky önümlerini, mysal üçin, *L-arginini*, toplam bilýän auksotrof mutantlar mümkin dälir. Bu ýagdaýda biosinteziniň sazlanýşy az-kem bozulan mutantlary almaly bolýar, çünki ol maksatlaýyn önümiň çykymyny köpeltmäge mümkinçilik berýär. Şeýle organizmler sazlaýjy mutantlar bolýarlar.

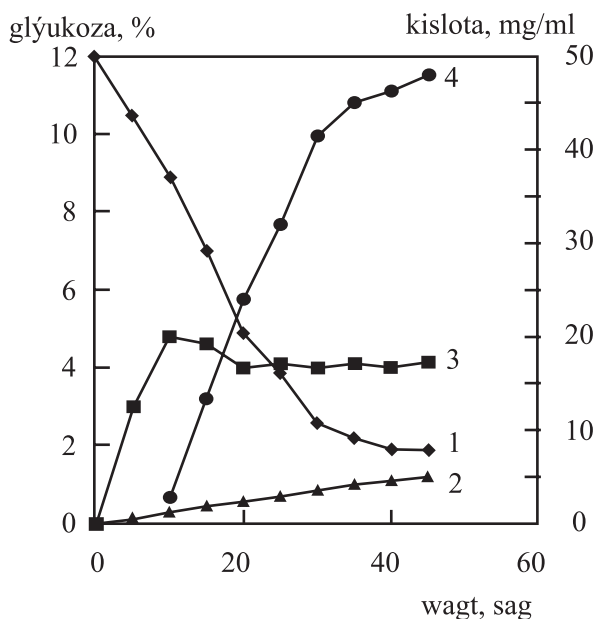
Sazlaýjy mutantlary aminokislotalaryň analoglaryna durnuklylygyna görä ýa-da rewertant auksotroflaryň arasyndan saýlap alýarlar. Aminokislotalaryň analoglary yzyna baglylyk ýörelgesinde işleýän fermentleriň emeli ingibitorlarynyň ornunda çykyş edýärler, şol bir wagtyň özünde gerek aminokislotalaryň biosintezini we olaryň proteinleriň molekulalaryna girmek prosesleriniň haýallamagyny üpjün edýärler. Mysal üçin, liziniň kükürt saklaýan analogy S-(2-aminoetil)-*L-sistein* *Brevibacterium flavum* mikroorganizminde galp çykyş edýär we yzyna baglylyk prinsipinde aspartatkinazanyň ingibitory hökmünde hereket edýär. Şonuň üçin liziniň çykymy 33 g/litre ýetýän onuň täsirine durnukly mutantlar ilkibaşdaky ştama garanyňda yzyna baglylyk ýörelgesinde ingibirlemäge duýgurlygy 100 esse pes bolan fermenti sintezleýärler. Sazlaýjy mutantlary transduksiýa (latynça *transductio* – geçirme, bakteriofag tarapyndan genetiki materialyň, DNK-nyň böleginiň, bir bakterial öýjükden beýlekä geçirilmegi, netijede, öýjügiň nesil geçirijilik häsiýetleriniň üýtgemegi), munda ilki bilen sazlaşdyrma mehanizmlerini doly çapraz ýagdaýa getirýän aýratyn mutasiýalary seçip alýarlar, soňra bu alamatlary kotransduksiýa arkaly birleşdirýärler. Munuň netijesinde bir ştamda birnäçe analoglara bolan durnuklylygy yzygiderli berkidip bolýar.

Soňky ýyllarda aminokislotalaryň täze netijeli ştam-produsentlerini almak üçin biotehnologiýanyň iň täze usullaryny ulanyp başladylar. Gen inženeriýasynyň usullary biosinteziň genleriniň mukdaryny olary plazmidlerde klonirmek arkaly mukdaryny artdyrmaga mümkinçilik berýärler. Bu aminokislotalaryň sintezine jogap berýän fermentleriň mukdarynyň köpelmegine, netijede, maksatlaýyn önümiň çykymynyň artmagyna getirýär. Aminokislotalaryň sinteziniň ulgamynyň genle-

rini mikroorganizmleriň donor organizminden iýmitlenişiniň görnüşi boýunça tapawutlanýan öýjüklerine klonirleme çig mal binýadyny giňeltmäge we özünde gant saklaýan, bahasy gymmat substratlary has arzanlary bilen çalyşmaga mümkinçilik berýär.

Aminokislotalary almagyň önümçilik biotehnologik prosesleri çuňlukda howanyň barlygynda (aerob şertlerde) geçirilýän döwürleýin fermentleme proseslerde amala aşyrylýar. Aminokislotalaryň sinteziniň tizligi wagty boýunça önümçilik ösdüriminiň ösüş tizligine gabat gelmeýär (3.1-nji surat).

Aminokislotalaryň iň ýokary önümliligine, adat boýunça, biomassanyň artmasy togtanynda ýetilýär. Şonuň üçin iýmitlendiriji gurşaw fermentlemäniň birinji döwründe öýjükleriň balansirlenen ösüşini, ikinji döwründe bolsa, maksatlaýyn aminokislotalaryň artykmaç sintezini üpjün etmeli. Uglerodyň we energiýanyň çeşmesi hökmünde ganda baý substratlary, esasan, melassany ulanýarlar. Has arzan substratlary (asetat, sulfat aşgary, uglewodorodlar) çekmek hem mümkindir. Mikroorganizmleriň taksonomik ýagdaýyna we fiziologik talaplaryna baglylykda, azodyň çeşmesi hökmünde ammoniýniň duzlaryny, nitratlary hem-de aminokislotalary we molekula görnüşindäki azody ulanýarlar. Gurşawyň düzümine uglerodyň we azodyň, fosfatlaryň we beýleki duzlaryň zerur mukdarlaryny hem-de ösüşini sazlaýjy maddalary, witaminleri, maýa ekstraktyny, ÜIM, antibiotikleri goşýarlar.



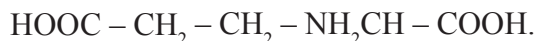
3.1-nji surat. *Corynebacterium glutamicum* ösdürmäniň glutamin kislotasynyň sintezinde esasy görkezijileri (A.M. Bezborodowyň maglumaty boýunça, 1989):

1 – glýukoza, 2 – ketoglutar kislotasy, 3 – biomassa, 4 – glutamin kislotasy

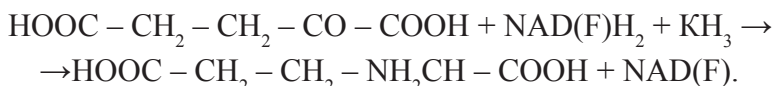
Fermentlemäniň döwürleýin tertibi we düzümi boýunça baý gurşaw inokulýatyň alnysynyň barşynda we fermentleme döwründe berk sterilliligi talap edýär. Sterilleşdirilmä ýymitleýji gurşaw, howa we tehnologik enjamlaryň hemmesi duçar edilýär. Fermentleme döwründen soň ösdüriji suwuklugy taýýarlama prosesinde öýjükleri erginden aýyrýarlar, soň ony, sorbsiýa usullaryny ulanyp, reňkli garyndylardan we gaýyp ýören bölejiklerden arassalaýarlar. Ondan soňra ahyrky önümiň ulanylýan çygryna degişlilikde proses maddalary bölüp almagyň we arassalamagyň dürli usullaryny ulanyp geçirilýär. Farmakologiýa we azyk senagaty üçin aminokislotalary guradylan arassa kristallik serişdeler görnüşinde goýberýärler; ot-ýmlik we tehniki maksatlar üçin durnuklaşdyrylan we konsentirlenen ösdüriji suwuklygy ulanýarlar.

3.1.1.1. Glutamin kislotasyny almagyň tehnologiýasy

L-glutamin kislotasy (α-aminoglutar kislotasy) senagat mikrobiologik sinteziň esasynda alnan ilkinji aminokislotadyr:



Glutamin kislotasy ösümlik we haýwan proteinleriniň in wajyp aminokislotalarynyň biridir, ol çalşyp bolmaýan aminokislotalaryň hataryna girmeyär. Glutamin kislotasynyň sintezi üç karbon kislotalarynyň toplumynda 2-ketoglutar kislotasynyň NADFA bagly glutamatdehidrogenazanyň gatnaşmagynda fermentatiw gaýtarylmagy arkaly aminirlenmegi netijesinde (3.2-nji surat) amala aşyrylýar:

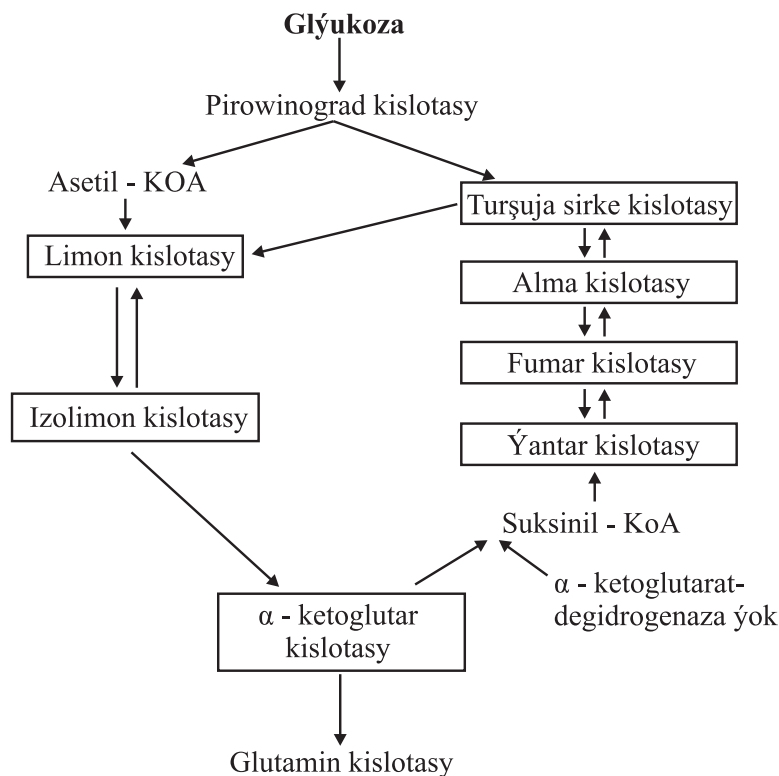


2-ketoglutar kislotasy öz nobatynda izolimon kislotasyndan izositratdehidrogenazanyň täsirinde emele gelýär. Glutamin kislotasynyň sintezi üçin zerur bolan NAD(F)H izolimon kislotasynyň okislenip, 2-ketoglutar kislotasyňa öwürlmek prosesinde hemişe gaýtadan dikelýär (regenerirlenýär).

Glutamin kislotasyny mikroorganizmleriň esasynda uglewodlardan almak mümkinçiligini ilkinji gezek 1957-nji ýylda ýapon alymlary Kinoshita, Asai we başg. görkezdiler. Glutamin kislotasyny produsirlemäge maýalar, mikroskopik kömelekler, bakteriýalar ukyplydyrlar. Bakteriýalar ulanylan uglerod substratyna görä onuň in ýokary (40-50%-den az bolmadyk) çykymyny üpjün edýärler.

Bakterial ösdürmeler (*Micrococcus*, *Brevibacterium*, *Microbacterium*, *Corynebacterium*) senagat ähmiýetine eýedirler. Kislotanyň ýabany şamlardaky artykmaç sintezi ýörite fiziologik şertlerde ösüş tizligi haýallanda we öýjük membranasynyň syzdyryjylygy glutamin kislotasy üçin ýokarlananda mümkindir. Şeýle şertleri biotiniň gurşawdaky kesgitli konsentrasiýasy (1-5 mkg/l) hem-de käbir antibiotikle-

riň bolmagy üpjün edýärler. Glutamin kislotasynyň öýjük içindäki konsentrasiýasy önümiň öýjüğe ýakyn gurşawa bölünip aýrylýanlygy sebäpli peselýär, şonuň üçin sinteziň ahyrky önüm tarapyndan sazlanylmagy gowşaýar. Glutamin kislotasynyň artykmaç önümliligi ammoniý ionynyň gurşawdaky ýokary konsentrasiýasy, NAD(F) H-bagly α -ketoglutaratyň ýantar kislotasyna öwrülme reaksiýasyny katalizleýän glutamatdehidrogenazanyň ýokary işjeňligi we *C.glutamicum* α -ketoglutaratdehidrogenazanyň ýokdugy ýa-da nogsanlygyň (defektiň) bardygyny bilen baglanyşyklydyr.



3.2-nji surat. Glutamin kislotasynyň sinteziniň shemasy

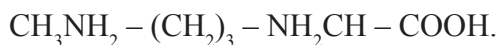
Glutamin kislotasy, esasan, farmakologiýada we azyk senagatynda ulanylýar, şonuň üçin fermentlemäniň soňky döwürdäki meselesi ýokary derejede arassalanan önümleri almakdyr. Onuň üçin ösdüriji suwuklygy taýýarlamagyň ilkinji döwründe oňa sönmedik heki ýa-da hek süýdünü goşýarlar. Ondan soň artykmaç ionlary kislota bilen çökdürýärler, çökündini sentrifugirläp aýyrýarlar. İşjeňlendirilen kömür bilen gaýnadyp durlanandan we ion çalşygy smolalarda siňdirilenden soň, filtraty wakuum-bugardyjylarda 40-60°C-de goýaldýarlar. Glutamin kislotasynyň kristallaryny çökdürmegi onuň izoelektrik nokadynda (pH 3,2, 4-15°C-da) amala aşyrýarlar. Gaýtadan kristallaşdyrmak arkaly önümiň arassalyk derejesini 99.6%-e ýetirýärler. Kislotaň kristallaryny ene erginden (matoçnikden) sentrifugirläp, aýyrýarlar, ýuwyýarlar we guradýarlar. Eger-de natriý glutamaty gerek bolsa, glutamin kislota-

synyň kristallaryny natriý gidroksidi bilen işleýärler. Onuň üçin kislotanyň çygly kristallaryny suwda eredýärler, natriý gidroksidiniň 50%-li ergini bilen neýtrallaşdyrýarlar. Alnan ergini süzýärler, wakuumyň astynda gury maddalaryň paýy 60%-e barýança bugardýarlar we gaýtadan kristallaşdyrmaga ugradýarlar. Natriý glutamatynyň emele gelen kristallaryny enelik erginden (matoçnikden) sentrifugirläp aýyrýarlar we gyzgyn howanyň akymy bilen guradýarlar.

Natriý glutamaty azyk önümleriniň köpüsiniň tagamyny güýçlendirýär, konserwirlenen önümleriň (gök önümler, balyklar, et önümleri) tagamynyň köp wagtyň dowamynda saklanylmagyna ýardam edýär. Daşary ýurtlarda natriý glutamatyny diňe bir konserwirlenen önümlere däl-de, eýsem ähli azyk önümlerine, doňdurylan hem-de ýöne saklanýan önümlerde goşýarlar. Ýaponiýada, ABŞ-da we beýleki ýurtlarda natriý glutamaty islendik nahar stolunda goýulýan duz, burç, gorçisa ýaly komponentleriň biridir. Glutamin kislotasy azyk önümleriniň diňe bir tagam gymmatyny artdyрман, eýsem iýlen nahary siňdirmäge hem ýardam edýär. Glutamin kislotasynyň wajyp häsiýetleriniň biri içki organlar (bagyr, böwrek) zäherlenende, gorag faktorynyň ýerini tutýar, zäherleriň täsirini gowşadýar we birnäçe derman maddalarynyň täsirini güýçlendirýär. Häzirki wagt glutamin kislotasynyň önümçiligi (her ýylda 400 000 t) iri tonnažly biotehnologik önümçilikdir, onuň öndürilýän göwrümi ýylyň ýylyna artýar. Glutamin kislotasyny we natriý glutamatyny öndürýän esasy döwletler Ýaponiýa we ABŞ-dyr.

3.1.1.2. Liziniň alnyşynyň tehnologiýasy

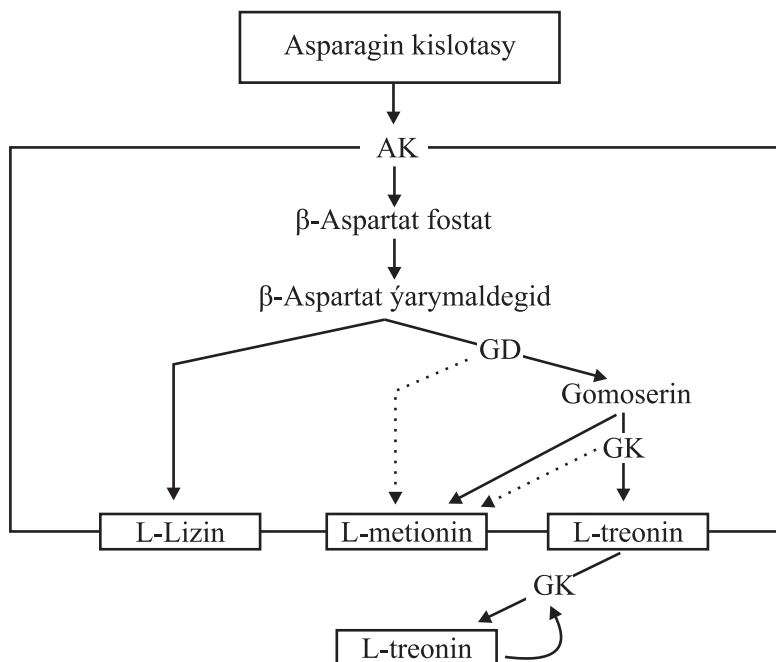
L-Lizin (8-amino- α-kapron kislotasy):



Ýokary derejeli haýwanlaryň we adamlaryň organizminde siňdirilýän belogyň biologik gymmatyny kesgitleýär. Bu aminokislota başga-da bir topar wajyp biokimiki funksiýalary ýerine ýetirýär, ýagny aşgazan fermentleriniň sekresiýasyna we kalsiniň öýjükler transportyna ýardam edýär, organizmde azodyň umumy balansyny gowulandyrýar. Liziniň kombinirlenen iýme goşulmagy ondaky belogyň haýwanlar tarapyndan özleşdirilmegini gowulandyrýar we iýmleriň maldarçylyk önümlerine sarp edilişini azaldýar.

Mikroorganizmlerde *L*-liziniň sintezi dürli ýollar bilen amala aşyrylýar. Maýalar, kömelekler we mikro-suwotular lizini α-aminoadipin kislotasynyň üsti bilen α-ketoglutar kislotasyndan sintezleýärler. Bu biosintetik ýoluň az öwrenilendigi sebäpli liziniň superprodusentleri bolan mutantlary aminoadipiniň üsti bilen almak kyn meseledir. Ýokary derejeli ösümlükler we bakteriýalar lizini başga shema boýunça, ýagny α-diaminopimelin kislotasynyň üsti bilen sintezleýärler. *L*-liziniň

biosinteziniň bu şahаланan shemasy boýunça (diaminopimelinli ýoly) sintez asparagin kislotasyndan başlaýar we diaminopimelin kislotasynyň üstünden geçýär. *L-lizinden* başga-da, asparagin kislotasy *L-metionin*, *L-treonin* we *L-izoleýsin* üçin (3.3-nji surat) çig mal bolup hyzmat edýär. Liziniň sinteziniň möhüm ýeri aspartatkinazadyr, ol treonin bilen ingibirlenýär. Lizin bu täsiri güýçlendirýär. Treonin asparagin kislotasynyň ýarym aldegidiniň degidrogenazasyny hem-de gomoserindegidrogezany ingibirleýär. Metionin gomoserindegidrogenaza jähtden çäklendiriji bolup çykyş edýär, izoleýsin bolsa treonin-degidrogenazany ingibirleýär. Madda çalşygynyň dürli fermentlere täsir edýän we liziniň sintezine gatnaşýan önümlerini reaksiýadan çykarmak zerurdyr. Hut şonuň üçin *L-lizini* öndürmek üçin dürli auktotrof mutantlary ulanýarlar.



3.3-nji surat. Lizini sintezlemäniň diaminopimelinli ýoly

Liziniň önümçilik ştam-produsentleri – glutamatprodusirleýji korinebakteriýalaryň (*Corynebacterium glutamicum*, *Brevibacterium flavum*) auktotrof şamlarydyr. Auktotrof mutantlaryň üç görnüşi: sussubasyk gomoserinkinazaly gomoserin ýa-da treonine görä auktotroflar; gomoserindegidrogenaza işjeňligi düýpli peselen metionin we treonine duýgur şamlar; liziniň analogorezistent prototrof produsentleri, treonine we aminoetilsisteine durnukly, aspartatkinazaly, lizin we treonin bilen ylalaşykly ingibirlemäge duýgur bolmadyk şamlar bellidirler. Uglerod substratynyň 40% aminokislota konwersiýasyny we liziniň gantda 40%-e çenli, uksus kislotasynda bolsa 70 g/litr üpjün edýän şamlary alyndy.

Lizini ösdürmegiň mikrobiologik prosesi glutamin kislotasyny almagyň she-masyňa meňzeş, emma auksotrof mikroorganizmleri ulanmak her bir ştam üçin say-lanyp alynýan ýymitlendiriji gurşawyň ýörite düzümini talap edýär. Fermentleme döwründe ösdürmäniň esasy parametrlerini her bir önümçiligiň tehniki talaplaryna laýyklykda durnuklaşdyrmak hem örän wajypdyr, çünki liziniň çykymy gurşawyň temperaturasyna, kislorodyň konsentrasiýasyna, fermentlemäniň dowamlylygyna, ekilýän materialyň dozasyňa we taýýarlanan wagtyňa baglydyr. Gantlar (göwrümi boýunça 7-12%), ammoniý sulfaty we kaliý sulfatlary bilen bir hatarda gurşawa biologiki işjeň maddalaryň çeşmesi hökmünde mekgejöwen ekstraktyny (1,2-1,5% gury maddalaryň mukdary boýunça) hem-de hek we sintetik köpürjigi ýatyryjyny goşýarlar. 1 litr gurşawyň düzüminde şu maddalar bolmaly: 200 mg metionin, 800 mg treonin, 15-20 mkg biotin (biotiniň az konsentrasiýalarynda glutamin kiso-tasy, onuň 2,5 mg-ynda yza täsir mehanizmi sebäpli süýt kislotasy emele gelýär). Gurşawda uglerodyň we azodyň gatnaşygy 11:1 bolmaly (bu gatnaşyk köpelende liziniň çykymy peselýär, azalanda bolsa, alaniniň çykymy köpelýär).

Ösdürip ýetişdirme berk steril çuňňur howaly döwürleýin ösdürimde göwrümi 50 we 100 m³ bolan enjamlarda doldurylma koeffisiýenti 0,75-de geçirilýär. Proses 48-72 sagatlap, 29-30°C-da, gözegçilik edilýän pH 7,0-7,5-de, üznüksiz garyşdyr-mak bilen ýokarlandyrylan 20-30 kPa basyşda amala aşyrylýar. Howalandyрма de-rejesi minutda 1m³ howa/m³ gurşaw. Howalandyрма şertleri ýaramazlaşanda, süýt kislotasynyň emele gelmesi bolup geçýär. Köpürjigi ýatyrmak üçin kaşalotyň (kitler maşgalasyna degişli bolan uly süýt emdiriji deňiz haýwany) ýagyny ýa-da sintetik ýaglary (gurşawyň göwrüminiň 50%) ulanýarlar. Ilkinji gije-gündizler gantlaryň 25%-i we aminokislotalaryň ählisi diýen ýaly sarp edilýär, munda biomassanyň hemmesi diýen ýaly emele gelýär. Soňra öýjükleriň ösüşiniň birden peselmeginiň fonunda liziniň iň ýokary tizlikdäki sintezi (1,0 g/l çenli) bolup geçýär. Gurşawyň pH-ny bir derejede saklamak üçin ösdürmäni ammiagyň 25%-li ergini bilen goş-maça titrleýärler. Uglewodlary we azody enjama ýygy-ýygydan girizmek arkaly liziniň çykymyny artdyrmak mümkindir. Gantlaryň saklanyp galan konsentrasiýasy 0,5-1,0 g/l-e golaýlanda, kislotanyň ahyrky konsentrasiýasy 40 g/l-e ýetýär.

Lizini almagyň netijeli prosesi has arzan substrat bolan uksus kislotasynda amala aşyryldy. Bu substratyň zäherliligi asetaty ýygy-ýygydan berip durmak zerurlygyny ýüze çykarýar; asetatyň konsentrasiýasy gurşawda 2%-den geçmeli däl-dir. Gurşawa gandyň köp bolmadyk mukdarynyň (1%-e golaý) goşulmagy li-ziniň çykymyny 30-50%-e ýokarlandyrýar. Harçlanýan asetata görä ykdysady ko-effisiýent bu ýagdaýda 27% düzýär. Soňky ýyllarda asetat gurşawda liziniň 73 g/l çykymyny üpjün edýän B. flavumyň mutant şamlary alyndy. Liziniň gurşawdaky ahyrky konsentrasiýasy 40-50 g/l ýetýär.

Hakykatda mikrobiologik usul bilen öndürilýän L-liziniň ählisi ot-iým önümçiliginde iýmleriň siňdirijiligini we ýokumlylygyny artdyrmak üçin ulanylýar. Şonuň üçin lizin, esasan, ot-iýmlik serişdeler görnüşinde liziniň suwuk konsentraty (LSK) we liziniň iýmlik konsentraty (LIK) görnüşinde çykarylýar.

LSK öndürilende natriý gidrosulfitiniň 25%-li ergini bilen öňünden durnuklaşdyrylan ösdürme suwuklygyny duz kislotasy bilen pH 4,5-5,0-e çenli birneme turşadýarlar. Munda emele gelýän gyzgynlyga çydamly liziniň monohloridini wakuum-bugardyjy enjamlarda 40% gury maddalara çenli bugardýarlar. Taýýar serişde LSK –18°C-e çenli doňmaýar we öz häsiýetlerini 3 aýyň dowamynda saklaýar.

Liziniň kristalliki konsentratyny (LKK) LSK-nyň esasynda ony pürküji guradyjylarda 90°C-den ýokary bolmadyk temperaturada saklanyp galan çyglylygy 4-8% çenli guradyp alýarlar. Liziniň gury serişdesi çyg çekiji bolýar we duranda zaýalanýar. Bu ýaramsyz hadysany aýyrmak üçin guratmazdan öň, konsentrata süňk uny, bentonit, sönmedik hek, kepek ýaly dolduryjylary goşýarlar. Alnan pastany konwektiw (energiýany ýylylyk görnüşinde geçirmek) usuly bilen walsly- (arasyndan goýberilende dürli materiallary süýndürmek, ýasylamak, ýazmak, owratmak üçin bir-birine degip duran silindrik wallar, waljagazlar)-lentalý guradyjylarda amala aşyrýarlar. Serişde düzümi boýunça liziniň suwuk konsentratyna ýakyn bolup, özünde (%): 7-10 lizin, 15-17 protein, 14-e çenli beýleki aminokislotalary, 10-13 betain we 20-25 kül elementlerini saklaýar. Serişde ürgün görnüşdedir we çyg sorujy däl. Onuň saklanmak möhleti 1 ýyla çenli uzalýar.

3.1.1.3. Triptofanyň almagyň tehnologiýasy

L-Triptofan (*α-amino-β-indolilpropion kislotasy*) çalşyp bolmaýan aminokislotalara degişli:



Triptofan, beýleki hoşboşy ysly aminokislotalar – fenilalanin we tirozin bilen bir hatarda, soňky ýyllarda barha giňden peýdalanylýar. Triptofanyň organizmde bolmazlygy ýa-da ýetmezçiligi agyr kesellere (süýjükesel, inçekesel, kellagra) alyp gelýär. Triptofan biohimiki ylmy barlaglarda we birazrak mukdarda maldarçylykda ulanylýar.

Umumy görnüşde triptofanyň emele geliş biosintetik reaksiýalarynyň yzygiderliligi şeýle:

Eritrozo-4-fosfat + fosfoenilprotein kislotasy → 7-fosfo-3-dezoksi-β-abinogeptuloza kislotasy → 5-degidroşikim kislotasy → şikim kislotasy → horizm kislotasy → antranil kislotasy → triptofan.

Şikim kislotasy esasy aralyk madda bolup, ondan 5-fosfo-3-enolpiruwilşikim kislotasynyň üsti bilen horizm kislotasy emele gelýär. Reaksiýanyň bu basgançagy hoşboýy ysly aminokislotalaryň sintezi üçin iňňän möhüm basgançak hasaplanýar.

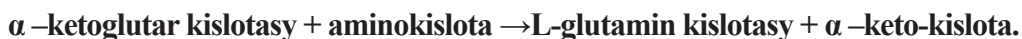
L-triptofanyň mikrobiologik sintezi maýalaryň (*Candida*) we bakteriýalaryň (*E. coli*, *Bacillus subtilis*) tirozin we fenilalanin boýunça ýetmezçilik edýän mutant ştamlarynyň esasynda amala aşyrylýar. *L-triptofanyň* senagat sintezi gantlaryň esasynda amala aşyrylýar. Maýalary steril döwürleýin ösdürip ýetişdirmeginiň ilki-başdaky iýmitlendiriji gurşawynyň düzümi (%): saharoza (10,0), moçewina (0,5), mekgejöwen ekstrakty (2,0) hem-de kalsiý hloridi, kaliý fosfaty we magniý sulfaty. Wagtal-wagtal geçirilýän fermentlemäniň dowamlylygy 37°C-de 48 sagatdan geçmeýär. Fermentleme döwründen soň triptofany ösdürmeden adaty ýollar bilen bölüp alýarlar. Kristal görnüşinde arassalanan serişdäni almak üçin ösdüriji suwuklyk bilen işleýärler. Ot-íýmlik konsentraty almak üçin öýjükleriň biomassasyny hem ulanýarlar.

Aminokislotalaryň biosintetik çig mallardan iki basgançakda alnyşyny çig mal gymmat bolmasa, gönüden-göni geçirilýän fermentleme bolsa ýeterlik tygşytly ýa-da doly işlenen bolmadyk ýagdaýlarda saýlaýarlar. Aminokislotalar çig mallardan sintezlenende repressiýany ýa-da retroingibirlemäni düýpli peseldip bolýar, çünki taýýar aralyk maddanyň gurşawa girizilmegi netijesinde aminokislotalaryň sinteziniň ulgamyndan genetiki gözegçiligi bilen bagly bolan meseleler aýrylýarlar.

Glutamin kislotasyny çig malyň ornuny tutýan α -ketoglutar kislotasyndan almagyň iki basgançakly usulynda bu çig malyň çeşmesi we ketoglutar kislotasyny maksatlaýyn aminokislota öwürýän ferment ulgamy gerek bolýar. Ketoglutaraty bakteriýalaryň (*Pseudomonas*, *Escherichia*) ýa-da maýalaryň (*Candida*) esasynda (I basgançak) alýarlar. II basgançagynda *L-glutamin* kislotasyny güýçli glutamatdehidrogenazaly *Pseudomonas* ösdürmäniň kömegi bilen gaýtarylmak arkaly geçýän aminirleme reaksiýasy arkaly alýarlar:



Şeýle hem *L-glutamin* kislotasyny α -ketoglutar kislotasyndan transamidazanyň gatnaşmagynda ony täzedan aminirlemek arkaly alyp bolar:



Bu shemanyň II basgançagyny *E. coli*niň ösdürmesi amala aşyryp biler, aminotoparynyň donory bolup alanin ýa-da asparagin kislotasy çykyş edip bilerler.

L-lizini almagyň düýbünden täze utgaşdyrylan usuly 1973-nji ýylda “Toýo Reýon” (“Toreý”) atly ýapon firmasy tarapyndan hödürlenildi. Bu tehnologiýa boýunça alynýan ahyrky önüm ýokary konsentrasiýasy we arassalygy bilen ta-

pawutlanýar. Prosesiň birinji basgançagynda siklogeksan himiki täsirleşmeleriň netijesinde liziniň halkaly angidridine öwrülýär (*D, L-α-amino-8-kaprolaktam*). Prosesiň ikinji basgançagynda fermentleriň kömegi bilen optiki izomerleri bölýärler; munda aminokaprolaktamyň gidrolazasynyň gatnaşmagynda bolup geçýän asimmetriki gidroliz *L-liziniň* emele gelmegine alyp gelýär. *L-α-amino-8-kaprolaktamyň* gidrolazasyny maýalar (*Candida, Trichospora, Cryptococcus*) sintezleýärler, ferment marganesiň, magniýniň we sinkiň ionlary bilen stimulirlenýärler. Aminokaprolaktamyň rasemazasynyň çeşmesi bolup bakteriýalar (*Flavobacterium, Achromobacter*) hyzmat edýärler. Rasemaza we gidrolaza işjeňligine eýe bolan bu fermentleriň ikisini-de, biomassanyň belli bir mukdary görnüşinde II basgançakda çig malyň *DL-aminokaprolaktamyň* suwly erginine girizýärler. Fermentleme reaksiýalaryň netijesinde çig maldan *L-lizin* emele gelýär; onuň arassalygy 99%-den-de ýokarydyr. Mikrob biomassasyndan başga-da, *DL-kaprolaktamyň* lizine öwrülmeğiniň çeşmesi bolup izolirlenen immobilizlenen fermentler hyzmat edip bilerler. Çig malyň erginini özünde immobilizlenen fermentleriň ikisini-de saklaýan kolonkadan goýberýärler, olaryň biri (gidrolaza), çig malyň *D-görnüşlerine* degmän, *L-aminokaprolaktam*daaky amid baglanyşygyny gidrolizleýär, ikinjisi (rasemaza) *D-izomeri* örän uly tizlik bilen rasemata öwürýär. *L-liziniň* çykymy 95%-e çenli baryp bilýär.

L-triptofany antranil kislotasyndan hem alyp bolýar. Birinji basgançagynda adaty mikrobiologik shema boýunça *Candida utilis* maýalaryny ulanmak bilen 20-24 sagadyň dowamynda netijeli şemallatma şertlerinde (7 g O₂/litr sagada golaý) fermentleme prosesini geçirýärler. Gurşaw özünde mala berilýän toşaby (10,4%), moçewinany, magniý sulfatyny, kaliý fosfatlaryny saklaýar. Köpürjikleri ýatyrmak üçin kaşalotyň ýagyny we sintetik kremniý organiki birleşmeleri ulanýarlar. Soňra şemallatmanyň güýjüni iki esse peseldýärler, ösdürmä wagtal-wagtal moçewinanyň, mala berilýän toşabyň we antranil kislotasynyň erginlerini goşýarlar. 22-24 sagadyň dowamynda fermentleriň çeşmesi bolan biomassany köpeldýärler; soňra, indiki 120 sagadyň dowamynda aslyýetinde antranil kislotasynyň aminokislota transformasiýasy bolup geçýär. Prosesiň umumy dowam edýän wagty 140 sagada golaý, triptofanyň çykymy – 60 g/l.

Aminokislotalaryň biotehnologiýasynda uly üstünlikler inženerçilik enzimologiýasynyň usullarynyň döredilmegi, hususan-da, fermentleri immobilizlemek tehnikasynyň ösmegi bilen gazanyldy.

Immobilizlenen fermentleriň senagat möçberinde ulanylmagynyň ilkinji prosesi Ýaponiýada 1969-njy ýylda işlenip düzülen himiki ýollar bilen sintezlenen aminokislotalaryň *D* we *L-görnüşlerini* aýry-aýry optiki izomerlere bölmegiň senagat prosesidir (ondan öňki 15 ýylyň içinde bu proses “Tanabe Seyýaku” kompaniýasy tarapyndan ereýji fermentler – aminoasilazalar ulanylyp geçirilýärdi). Başlangyç

material hökmünde immobilizlenen *L-aminoasilazaly* kolonkadan goýberilen himiki ýollar bilen sintezlenen aminokislotalaryň LD görnüşlerini ulanýarlar. *L-Aminoasilaza* diňe *asil-L-izomerleri*, olardan gabarasy uly bolan asil toparlarynyň aýyrlmagy netijesinde täsirleşýän garyndydaky *asil-D-izomerler* emele gelýän *L-aminokislotalaryň* ereýjiligin mese-mälim köpeldip gidrolizleýär. Soňra garyndy adaty fiziki-himiki usullar bilen ýeňil bölünýär. Bu tehnologiýa boýunça kompaniýa tarapyndan senagat derejesinde birnäçe *L-aminokislotalaryň*, şol sanda metioniniň, waliniň, fenilalaniniň, triptofanyň sintezi amala aşyryldy. Bulardan ýapon firmasy “Tanabe Seýýaku” tarapyndan aspartaza fermentiniň esasynda işlenip düzülen himiki çig mallardan (fumar kislotasy we ammiak) asparagin kislotasyny almak prosesi uly gyzyklanma döredýär. Ferment bir basgançakda ammiagyň molekulasyny fumar kislotasynyň goşa (ikili) baglanyşygyna birleşdirip, optiki işjeň *L-asparagin* kislotasyny emele getirýär. Göwrümi 1 m³ bolan kolonkada üznüksiz amala aşyrylýan prosesde önümiň çykymy 99%-e ýetýär. Prosesiň önümliligi bir reaktorda her günde 1700 kg arassa asparagin kislotasyndan ybaratdyr.

Öwrülişikli dezaminirleme reaksiýalary katalizirleýji aminokislotalaryň degidrogenazalary (leýsindegidrogenaza, alanindegidrogenaza) aminokislotalary degişli keto-analoglaryndan sintezlemegiň üznüksiz proseslerinde ulanýarlar.

Glutamaty aminirlemegiň ATF bagly reaksiýasyny katalizirleýji glutamatsintetaza glutamini 92% çykym bilen almakda ulanylýar. Tiroziniň fenoly ammiagy we piruwaty emele getirmek bilen geçýän dargaýan (eliminirleme) reaksiýasyny katalizirleýän *L-tirozin-fenolliaza* piruwaty enzimleriň üsti bilen almakda ulanylýar. *L-Triptofan-indolliaza* *L-triptofany* indoldan, piruwatdan we ammiakdan almakda ulanylyp bilner.

Aminokislotalaryň barha giňden ulanylmagy olary almagyň düýbünden täze has netijeli biotehnologik usullaryny işläp düzmäge, senagat öndürilişiniň depginini we göwrümini artdyrmaga uly höwes döredýär.

3.1.2. Organiki kislotalar

Organiki kislotalary azyk we derman senagatlarynda, tehnikada we himiki çig mal hökmünde giňden ulanýarlar. Aýry-aýry organiki kislotalary (limon we alma kislotalary) tebigy ösümlük çig mallaryndan ekstraksiýa arkaly, beýlekileri (sirke, süýt kislotalaryny) organiki sintez prosesinde almak bolýar. 50-den gowrak organiki kislotalar mikrobiologik sinteziň esasynda alnyp bilner. Olaryň alnyşyynyň biotehnologik usullary häzirkä wagt jikme-jik işlenip düzülendir. Galyberse-de, mikrobiologik usul bilen alnan organiki kislotalaryň adam tarapyndan ulanylmagy sintetik kislotalara garanyňda, has ileri tutulýar. Tehnikada ulanylyan kislotalary himiki ýollar bilen alýarlar; azyk we derman senagatlarynda ulanylyanlary bolsa, dür-

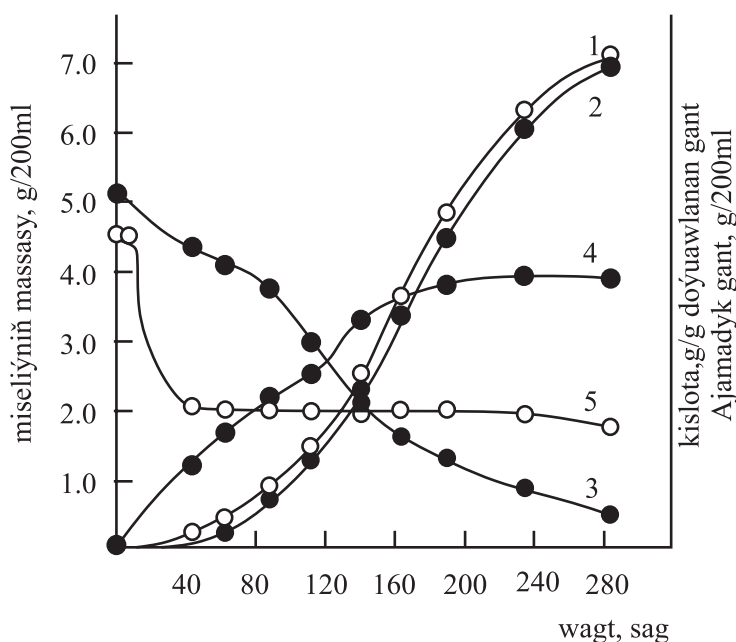
li biotehnologik proseslerde alýarlar. Bu limon, süýt, sirke (uksus), itakon, propion we glýukon kislotalary (süýt we sirke kislotalaryny himiki ýol bilen hem alýarlar) öndürýärler.

Organiki kislotalar mikrob metabolizmi ulgamynda energiýa çeşmesiniň we uglerodyň degradirlenmeginiň önümleridir. Mysal üçin, limon, izo-limon, ketoglyutar, ýantar, fumar we alma kislotalary aerob (erkin kislorodda ýaşayan) mikroorganizmleriň aglabasynyň trikarbon kislotalarynyň toplumynyň (siki) intermediatlarydyr (aralyk maddalarydyr). Glýukon, ketoglýukon we çakyr kislotalary käbir aerob bakteriýalaryň we kömelekleriň glýukozasynyň gönüden-göni (fosforlanmazdan) okislenmeginiň aralyk önümleridir. Süýt, ýag we propion kislotalary anaerob (kislorodsyz) ýaşayan bakteriýalaryň uglewod metabolizminiň önümleridir. Sirke kislotasy etanolyň (etil spirtiniň) okislenmesiniň önümidir; alifatiki mono- we dikarbon kislotasy bolsa, kadaly (normal) alkanlaryň okislenme önümleridir. Görşümüz ýaly, metabolizminiň esasynda organiki kislotalary almakda mikroorganizmleriň mümkinçilikleri uludyr.

Aýry-ayry kislotalaryň artykmaç mukdarynyň sintezi üçin saýlap biliji, belli bir berk şertler gerek bolýar. Mikroorganizmleriň doly bahaly gurşawda deňagramlaşdyrylan (sbalansirowanyý) ösüşinde organiki kislotalaryň toplanmagy bolup geçmeýär, çünki mikrob metabolizm ulgamynda aralyk maddalar bolmak bilen, organiki kislotalar beýleki makromolekulalaryň sintezi üçin başlangyç materialdyr. Öýjükde organiki kislotalaryň emele gelşiniň maksimal tizligi, köp sanly beýleki metabolitler ýaly, wagtyna görä, öýjükleriň köpeliş we biomassanyň toplanýş tizligine gabat gelmeýär. Organiki kislotalaryň artykmaç mukdarynyň sintezi produsentiň ösüş tizligi haýallanda we kislotalaryň substrat hökmünde gatnaşmagyny talap edýän biosintez prosesleriniň öňi gabalanda (blokirowka), ýagny bar bolan endogen substratynyň dissimilýasiýa (dargama) prosesleriniň bozulmagynda we öýjükleriň esasy (azot saklayan) komponentleriniň sintez prosesinde bolup geçýär. Adatça, şeýle şertlere gurşawda uglerodyň we energiýanyň çeşmesiniň doly ýa-da artykmaç mukdarynyň bolmagy we öýjükleriň ösüşini çäklendirýän biogen elementleriň ýeter-ýetmez bolmagy degişlidir. Organiki kislotalaryň aglabasyny uglerodly substratlaryň bolçulygynda azodyň ýa-da fosforyň ýetmezçiliginde produsent-öýjükleriň ösüşini çäklendirmek arkaly alýarlar. Şonuň üçin organiki kislotalary almagyň mikrobiologik prosesleri iki fazadan durýar (*3.4-nji surat*): birinji fazada deňagramlaşdyrylan (sbalansirlenen) diýilýän ösüş biomassanyň maksimal toplanmagynda we uglerodyň we eheretiki substratyň hem-de çäklendiriji biogeniň sarp edilmeginde bolup geçýär; ikinjide – öýjükleriň ösüşiniň tizliginiň haýallamagy bolup geçýär. Munuň netijesinde biomassanyň artmagy togtayar we kislotanyň güýçli depginde emele gelmesi başlanýar. Kislotanyň güýçli depginde emele gelme fazasynyň dowamlylygy gurşawda uglerodly substratyň bardygy bilen kesgitlenilýär. Organiki kislotalaryň emele gelmeginiň wajyp şerti (süýt kislotasyndan başga-

synyň) howalandyrmak tertibini gowulamakdan hem-de gurşawyň pH ululygyny sazlamakdan ybaratdyr.

Ol ýa-da beýleki kislotany produsirlemek ukyby mikroorganizmlerde giňden ýaýran häsiýetdir. Önümçilik ösdürimi hökmünde maksatlaýyn kislotany ýokary çykymlar bilen we uglerodly substraty netijeli özleşdirýän ýeke-täk önüm hökmünde produsirleýän ýörite saýlanyp alnan şamlary ulanýarlar. Organiki kislotalaryň köp önümçiliginde uglerod boýunça ykdysady koeffisiýent 90%-e we ondan-da ýokara ýetýär. Produsentler hökmünde bakteriýa, maýa we kömelek ösdürmelerini (*Lactobacillus*, *Arthrobacter*, *Alcaligenes*, *Candida*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*) ulanýarlar. Organiki kislotalary öndürmegiň mikrobiologik proseslerinde fermentleme usullary dürli-dürlüdür. Olaryň hatarynda ýüzünde geçirilýän suwuk we gaty fazaly prosesler hem-de çuňlukda geçirilýän, şol sanda akýan ösdürimler hem bardyr. Soňky ýyllarda düýbünden täze we netijeli, immobilizlenen abat öýjükleri we fermentleri ulanýan biotehnologiýalar işlenip düzüldi. Şeýle-de, organiki kislotalary öndürmekde ulanylýan substratlar hem dürli-dürlüdürler. Geçen asyrdan ulanylan glýukozany we saharozany wagtyň geçmegi bilen has arzan kompleks gurşawlar (mala berilýän toşap, gidroliz krahmaly) bilen çalşyp başladylar; 1960-njy ýyllaryň başlarynda organiki kislotalary nebitiň suwuk parafinleriniň esasynda almagyň täze prosesleri işlenip düzüldi.



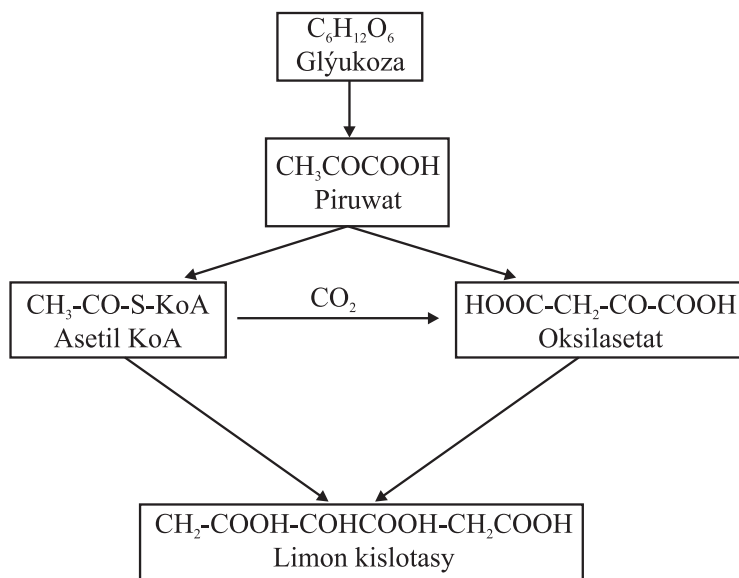
3.4-nji surat. *Aspergillus niger* ösdüriminiň ösüşi we limon kislotasynyň emele gelşi (Preskot we Deniň maglumatlary boýunça, 1952):

1 – gurşawyň titrlenilýän kislotalylygy (limon kislotasyna hasaplap görilende), 2 – limon kislotasy, 3 – gurşawdaky gant, 4 – miseliýniň massasy, 5 – gurşawyň pH.

3.1.2.1. Limon kislotasynyň alnyşy

Limon kislotasy ($\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{C}(\text{OH})(\text{COOH}) - \text{CH}_2 - \text{COOH}$) – üç esasly oksikislota, miwe we gök önümlerde giňden ýaýrandyr. Ol azyk senagatynda süýjü-köke önümlerini we içgileri öndürmekde, derman, himiki we dokma senagatlarynda giňden ulanylýar. Limon kislotasy 1893-nji ýylda heň (zeň) kömelekleriniň metabolizminiň önümi hökmünde Wemer tarapyndan açyldy. Häzirki wagt bu kislota öndürilýän möçberi boýunça (ýylda 350 t gowrak) hemme organiki kislotalaryň arasynda birinji orunda durýar.

Mikroorganizmlerde limon kislotasynyň sintezi dikarbon kislotalary toplumynda durmuşa geçirilýär we dört uglerod atomly kislotaňyň iki karboksil topary we bir karboksil toparly kislota bilen kondensasiýasy netijesinde amala aşyrylýar. Glikoliz netijesinde emele gelyän protein kislotasy kömür kislotasy bilen özara baglaşýar; munuň netijesinde emele gelyän şşawel-sirke kislotasy sirke kislotasy bilen täsirleşip, limon kislotasyny emele getirýär, ýagny limon kislotasynyň emele gelmegi glikoliz täsirleşmesini we Krebsiň toplumynyň täsirleşmeleriniň birnäçesini öz içine alýar. Toplumyň her bir awlawynda şşawel-sirke kislotasynyň molekulasy sirke kislotasy bilen täsirleşip, limon kislotasyny emele getirýär.



Limon kislotasyny heň (zeň) kömeleklerini fermentleme usulynyň kömegi bilen öndürmek bireýýämki biotehnologik proseslere degişlidir. Onuň ilkinji önümçiligi XIX asyryň aýagynda amala aşyryldy. Limon kislotasyny almak prosesini kämilleşdirmek mikrobiologiýanyň düýpli aspektlerini işläp düzmek (önümçilik ösdürmäniň mikrob hapalanmasy bilen göreş, ýymitlendiriji gurşawyň düzümini

optimizirleme, ýokary öndürijilikli şamlaryň seleksiýasy we başg.) bilen baglanyşyklydyr.

Limon kislotasynyň senagat önümçiliginde produsent hökmünde, esasan, *Aspergillus niger* kömelekleri, kähallatlarda *Aspergillus wentii* kömelekleri hem ulanylýar. Fermentleme prosesi diýseň çylşyrymlydyr, çünki limon kislotasy kömelekleriň ilkilenji metabolizminiň önümidir, şonuň üçin, hatda, onuň sähelçe mukdarynyň daşky gurşawa çykarylmany-da öýjük metabolizminiň görnüp duran disbalansy barada şaýatlyk edýär. Produsentiň ösüşini we kislotanyň sintezini, adatyça, gurşawyň düzümi bilen sazlaýarlar (gantlar, P, Mn, Fe, Zn). Limon kislotasynyň aşýa sintezi gurşawdaky gantlaryň ýokary konsentrasiýasy (14-24%) we produsentiň fosforyň we beýleki metallaryň (olaryň ähmiýeti ahyryna çenli näbelli bolsa-da) ýetmezçiligine bolan jogap reaksiýasydyr. Bu, megerem, anabolizmi ýatyrma, hem ýüzüniň häsiýetlerine, hem-de gifleriň morfologiýasyna edýän täsiri bolsa gerek. Kislotada emele gelme döwründe pH-nyň optimумы 1,7-2,0 deň bolýar. Has aşgarly gurşawda proses şşawel we glýukon kislotalarynyň toplanmak tarapyna süýşýär. Gurşawyň esasy hökmünde, adatyça, glýukoza şerbedi, krahmalyň gidrolizatlary ýa-da mala berilýän toşaby (melassany) ulanýarlar. Melassany öňünden gantlaryň talap edilýän derejesine çenli gowşadýarlar we metallaryň mukdaryny peseltmek üçin taýýarlaýarlar. Azodyň çeşmesi bolup ammoniýniň duzlary (0.2%), fosfatlar (konsentrasiýasy 0,01-0,2%) hyzmät edýärler. Köpürjikleri ýatyryjy hökmünde ýag kislotalaryny köp mukdarda saklaýan tebigy ýaglary ulanýarlar. Ösdürmäni howalandyrmagyň ähmiýeti örän uludyr.

Limon kislotasyny öndürmekde prosesiniň birnäçe wariantlaryny ulanýarlar. Ýüzleý usul gaty ürgün gurşawda we suwuk fazada durmuşa geçirilýär. Suwuk fazaly ýüzleý fermentlemde iýmitlendiriji gurşawy galyňlygy 8-den 18 sm-e çenli galyňlykdaky kýuwetalara guýýarlar. Kýuwetalary öňünden formaliniň buglary bilen sterilizlenen ajadylýan (turşadylýan) kameralarda tekçelerde ýerleşdirýärler. Ýörite howa geçirijiler arkaly sterilleşdirilen howa akymy bilen gurşawyň üstüni başdaky muzeý ösdürimi bilen ekýärler. Ekiş materialy hökmünde ýüzleý ösdürim şertlerinde öňünden alnan we guradylan sporalary (konidiýalary) kýuwetalaryň her 1 m² meýdanyna 50-75 mg konidiýa düşer ýaly edip ekýärler. Prosesiniň birnäçe warianty: çalşyksyz, üstüne guýmaly çalşyksyz we ýorkalar usuly bellidir. Çalşyksyz tertipde proses bir gurşawda sporalaryň ekilen pursatyndan kislotada emele geliş döwrüne çenli amala aşyrylýar. Ýorkalar usuly ulanylanda kislotada emele geliş döwri tamamlanandan 7 gije-gündizden soň mal toşabyň (melassanyň) ajan erginini kýuwetalardan döküp aýyrýarlar, miseliýni sterilizasiýa edilen suw bilen ýuýýarlar we kýuwetalara täze gurşawy guýýarlar. Üstüne guýmaly çalşyksyz usul kislotada emele geliş döwründe mal toşabyň bölek-bölek edip, kömelegiň ýorkasynyň aşagyna guýmaklyk (ilkibaşdaky göwrüminiň 30-35%) bilen häsiýetlendi-

rilýär, substrat bilen goşmaça ýýmitlendirilýän diýilýän tertip, ol beýleki usullara görä gandyň sarp edilişini 10-15% azaldyp, limon kislotasynyň çykymyny her üst biriginde 15-20%-e ýokarlandyrmaga mümkinçilik berýär. Fermentleme döwrüniň birinji basgançagynyň barşynda (ilkinji 24-36 sagatlar) miseliýniň güýçli ösüşi bolup geçýär. Gurşawyň temperaturasy bu döwürde 32-34°C derejesinde durnuklaşýar, howalandyrmagyň depginliligi 3-4 m³ howa sagat/m miseliý. Işjeň kislota emele geliş döwründe howanyň berlişini 5-6 esse artdyryrlar. Has netijeli termogeneziň netijesinde temperaturany 30-32°C çenli peseldýärler. Kislota emele gelmek prosesi peseldigiçe, howalandyrmagyň netijeliligi peselýär. Prosese gözegçilik gurşawyň titrläp bolýan kislotalylygynyň görkezijileri boýunça alnyp barylýar. Haçan-da gantlaryň konsentrasiýasy 12%-e golaýlanda we titrlenilýän kislotalylyk 12-20% bolanda proses tamamlandy hasap edilýär. Limon kislotasynyň mukdary ähli kislotalaryň derejesiniň 94-98%-ne ýetýär. Ajan ergini gaba guýup, ony işläp taýýarlamaga ugradýarlar, ýuwlary miseliýni ot-ýým önümçiliginde ulanýarlar.

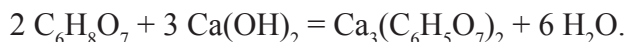
Gaty fazaly fermentleme köp tarapdan ýüzleý suwuk fazaly prosese meňzeşdir. Ýaponiýada işlenip düzülen Kojiniň prosesi gurşaw hökmünde öýjük-öýjük materialy (bagassa, kartoşka, gant şugundyrynyň pulpasy, bugdaý kepegi) ulanmagy göz önünde tutýar. Materialy önünden sterilleşdirýärler, sowadylandan soň sporalaryň suspenziýasy bilen inokulirleýärler. Fermentleme nowalarda 25-30°C-de 6-7-günüň dowamynda geçirilýär. Emele gelen limon kislotasyny suw bilen ekstragirleýärler. Ýaponiýada alynýan ähli limon kislotasynyň 20%-ni Kojiniň usuly bilen öndürýärler.

1950-nji ýyldan başlap, limon kislotasyny almagyň senagat proseslerini çuňlukda amala aşyrylýan ösdürmelere geçirip başladylar. Limon kislotasynyň durnukly emele gelmek prosesi ony iki basgançakda geçirilende, miseliýniň ösüşi doly gurşawda birinji basgançagyň barşynda hem-de ikinji basgançagyň (gurşawda fosforyň ýoklugynda) barşynda mümkindir. Çuňlukdaky fermentleme göwrümi 50 m³ bolan 70-75% doldurylan enjamlarda amala aşyrylýar. Ekiş materialy hökmünde çuňlukdaky ösdürme şertlerinde ösdürilip ýetişdirilen miseliý ulanylýar. Ösdürilip ýetişdirilen miseliý steril ekiş zolagy boýunça önümçilik enjamyna geçirilýär, ýýmitlendiriji gurşaw 12-15% gant saklaýar. Fermentlemäni 31-32°C-de üznüksiz garyşdyrmak arkaly geçirýärler. Kislota emele geliş prosesiniň barşynda (5-7 gije-gündiz) gantlary ýygy-ýygýdan goşmak we 2-3 gezek goşmaça ýýmitlendirip, netijeli howalandyrmany (800-1000 m³/sagat) durmuşa geçirýärler. Limon kislotasynyň çykymy 5%-den 12%-e çenli, galyndy gantlaryň konsentrasiýasy 0,2-1,5%, sitratyň paýy, ähli karbon kislotalarynyň jemine görä 80-98%.

1960-njy ýyllarda limon kislotasyny suwuk uglewodorodlaryň (C₉-C₃₀) esasynda produsent hökmünde maýalary (*Candida*) we bakteriýalary (*Brevibacterium*, *Corynebacterium*, *Arthrobacter*) hem-de akýan ösdürmeler usulyny ulanyp almak

prosesini işläp düzmäge başladylar. Heniz senagatda amala aşyrylmadyk bu tehnologiýalar geljekde belli bir tehnologik mümkinçiliklere (perspektiwalara) ynam döredýärler.

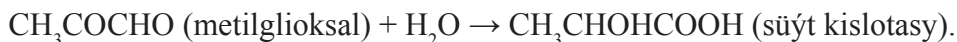
Taýýar önüm bolan ýokary derejede arassalanan kristallik limon kislotasyny fermentlemeden soňky döwrüň barşynda alýarlar. Ajan erginlerde maksatlaýyn kislotadan başga-da, glýukon we şşawel kislotalary, turşamadyk gantlaryň galyndylary we mineral duzlar bardyr. Bu erginden limon kislotasyny bölüp aýyrmak üçin ony kalsiý gidroksidi bilen täsirleşdirýärler we ereýjiligi kyn bolan kalsiý sitratyny emele getirýärler:



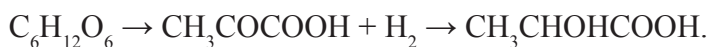
Bir wagtyň özünde glýukon we şşawel kislotalarynyň kalsiý duzlary, kalsiý glýukonaty $\text{Ca}(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_7)_2$ we kalsiý oksalaty CaC_2O_4 emele gelýärler. Limon we şşawel kislotalarynyň kalsiý duzlary çökmä düşýärler, kalsiý glýukonaty $\text{Ca}(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_7)_2$ we melassanyň organiki we mineral komponentleri bolsa erginde galýarlar. Çökündini wakuum-süzgüçde bölýärler, ýuwyýarlar we guradýarlar. Soňra limon kislotasyny erkin ýagdaýa geçirmek üçin we oksalatdan boşatmak üçin çökmäni kükürt kislotasy bilen işleýärler we süzýärler. Limon kislotanyň erginini süzýärler, wakuum-bugardyjyda goýaldýarlar we soňra 8-10°C çenli haýal sowatmak arkaly kristallaşdyrýarlar. Alnan kristallary sentrifugada enelik erginden (matoçnik) bölüp aýyrýarlar we pnevmatik guradyjylarda 30-35°C-de guradýarlar. Taýýar önümiň 99,5%-inden az bolmadyk mukdary limon kislotasydyr (monogidrata hasaplananda), külüň mukdary 0.10-0.35%-den köp dälir.

3.1.2.2. Süýt kislotasynyň alnyşy

Süýt kislotasy ($\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$) uglewodlaryň süýt kislotaly bakteriýalaryň kömegi bilen kislorodsyz şertlerde emele getirýän bir esasy organiki kislotasydyr. 1947-nji ýylda Blodno bu kislotanyň ajama prosesiniň önümidigini görkezdi, Lui Paster bolsa bu prosesi bakteriýalaryň döredýändigini subut etdi. Süýt kislotasynyň glýukozadan emele gelmegi birnäçe ýollar bilen amala aşyrylmagy mümkindir. Özünde gant saklaýan önümleriň gomofermentli süýt kislotaly bakteriýalar bilen ajanda:



Ikinji ýol, geterofermentli, glýukozanyň protein kislotasyna çenli dargamagyny we protein kislotasynyň süýt kislotasyna çenli dikeldilmegini öz içine alýar:



Süýt kislotasyny senagatda almak üçin gomo-fermentli süýt kislotaly bakteriýalary ulanýarlar. Gomo-fermentli süýt kislotaly bakteriýalarda substrat diňe 3%-i öýjük materialyna öwürülýär, galan bölegi bolsa çykymy 1,5%-e ýetýän süýt kislotasyna transformirlenýär. Nazaryýet boýunça glýukozanyň 1 molundan 2 mol laktat emele gelmeli. Amalyýetde bu ululyk 1,8 mola deňdir, ýagny önümiň çykymy substratyň 90%-ine barýar. Süýt kislotasyny azyk senagatynda içgileri, marmeladlary konserwirleme proseslerinde hem-de ot-iým önümçiliginde ulanýarlar. Süýt kislotasynyň duzlary farmasewtikada ulanylýar.

Süýt kislotasynyň senagatda öndürilmesi süýt kislotaly bakteriýalaryň (*Lactobacillus delbrueckii*, *L. leichmannii*, *L. bulgaricus*) gatnaşmagynda XIX asyryň ahyrynda başlandy. Süýt kislotaly ajama kislorodyň ýok (anaerob) şertlerinde geçýär, ýöne laktobasillalar fakultativ anaeroblara degişlidirler, şonuň üçin fermentlemede howa fermentleýjilerden dolulygyna çykarylmaýar. Çig mal hökmünde gant we çişrik toşabyny (melassasyny) we krahmalyň gidrolizatlaryny ulanýarlar; munda gantlaryň ilkinji gurşawdaky konsentراسیasy turşatmanyň häsiýetine görä, takmynan, 5-den 20%-e çenli bolýar. Azodyň dikeldilen görnüşlerini, ammoniň sulfatlaryny we fosfatlaryny hem-de solod (ösümlükleriň piwo, spirt taýýarlananda ulanylýan iri üwelen dānesi) we mekgejöwen ekstraktyny ösdüriji faktoryň çeşmesi hökmünde ulanýarlar.

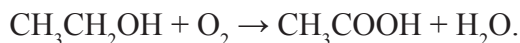
L. delbrueckii bakteriýalaryň gatnaşmagynda sulfit aşgaryny ulanmak mümkindir. Fermentlemäni çuňlukdaky ösdürimde pH 6,3-6,5-de we gyşarnyksyz hemişelik 50°C-de geçirýärler. Prosesiň dowamlylygy – 7-11 gije-gündiz. Ajamanyň barşynda üýtgäp duran pH-ny düzetmek üçin ösdürmä gije-gündiziň dowamynda hek goşýarlar. Emele gelyän kalsiý laktatynyň ahyrky konsentراسیasy – 10-15%, gantlaryň saklanyp galan konsentراسیasy 0,5-0,7% bolýar.

Taýýar önüm alynýan döwürde ösdüriji gurşawy 80-90°C-e çenli gyzdyrýarlar, soňra söndürilen hek bilen gowşak aşgarly reaksiya çenli neýtrallaşdyrýarlar. 3-5 Sagadyň dowamynda durlanandan soň, gaýyp ýören bölejikleri dekantirleýärler. Mundan soňra kalsiý laktatynyň erginini gysgyç-süzgüje berýärler. Filtraty 27-30%-e çenli bugardýarlar, 25-30°C-e çenli sowadyp, kristallaşdyrýarlar. Ýuwan kalsiý laktatyny sentrifugirläp aýyrýarlar we kükürt kislotasy bilen 60-70°C-de dargadýarlar. Heniz çig, ýagny 18-20%-li süýt kislotasyny birnäçe basgançakda wakuum-bugardyjy enjamlarda 70% konsentراسیа çenli bugardýarlar. Gysyjy-süzgüçde süzülen kislotany hekiň birazrak mukdary bilen bölekläp guýmaga berýärler, munda 10%-e golaý süýt kislotasy baglaýan kristallik laktata öwürülýär.

3.1.2.3. Sirke (uksus) kislotasynyň alnyşy

Sirke (uksus) kislotasy (CH_3COOH) azyk, himiki, mikrobiologiýa senagatlarynda, lukmançylykda giňden ulanylýar. Sirke kislotasyny özünde spirt saklaýan suwuklyklardan almagy adamlar 10 müň ýyl mundan gowrak wagtlar hem başa-rypdylar. Şol döwürlerde gadymy grekler we rimliler sirkäni (uksus) salkynladyjy içgi hökmünde ulanypdylar we, esasan, çakyry açyk halynda saklap, alypdylar. Köp ýyllaryň dowamynda sirkäni uly möçberlerde ýalpak çeleklerde alypdylar, olarda bakteriýalaryň ýorkalary çelekleriň ýüzünde gaýýar ekeni. XIX asyrdaky ýüzleý geçýän prosesler has netijeli prosesler bilen çalşyrylyp başlandy. Mysal üçin, Frings akymly generatordaky prosesi işläp düzdi. XX asyryň ortalarynda çuňlukda geçirilýän fermentleme prosesleri peýda bolup başladylar. Fringsiň kämilleşdirilen generatorlaryny häzirki wagt hem ulanýarlar.

Sirke kislotaly ajama sirke kislotaly bakteriýalaryň howanyň kislorody bilen alkoholdegidrogenazanyň gatnaşmagynda spirti okisläp, sirke kislotasyny emele getirmegidir:



Munda etanolyň 1 molundan sirke kislotasynyň 1 moluny, 1 litr 12%-li (göwr.) spirtde bolsa 12,4%-li (agr.) sirke kislotasyny alýarlar.

Bu prosesi köp bakteriýalar amala aşyryp bilerler, emma senagat tehnologiýalarynda sirkäni almak üçin *Acetobacter* maşgalasyna degişli sirke turşy bakteriýalary ulanýarlar; bu babatda *Gluconobacter* bakteriýalary hem gyzyklydylar. Sirkäniň köp bölegini suwuklandyrylan spirti ulanyp alýarlar. Häzirki wagtda prosesi ýüzleý usuly, şeýle hem çuňňur usuly ulanyp amala aşyrýarlar. Ýüzleý prosesi agaç ýonuşgalary bilen doldurylan, göwrümi 60 m³ bolan akymly generatorlarda geçirýärler. Ilkibaşdaky bakteriýaly iýmitlendiriji ergini ýonuşgalaryň üstüne pürkýärler we ol akyp, enjamyň aşaky böleginde ýygnaýar. Soňra suwuklygy ýygnaýarlar we ýene-de sorujy bilen enjamyň ýokary bölegine çykarýarlar. Bu çäräni 3-4 gezek gaýtalaýarlar, netijede, 3 günün dowamynda spirtiň 90%-ine çenlisi asetata transformirlenýär. Bu köne usul temperaturasy awtomatik saklanylýan we howasy mejbury berilýän Fringsiň generatorlarynda has netijeli we gyrađeň geçýär. Şeýle tehnologiýa boýunça her ýylda 400 mln litr çenli sirke kislotasy öndürilýär.

Sirke kislotasyny almagyň häzirki zaman senagat prosesleri çuňňur ösdürmelerde ýörite termostabilizasiýaly we köpürjigi ýatyryjy mehaniki ulgamly howalandyryjy enjamlarda amala aşyrýarlar. Howalandyрма tizligi 3,4 m³/m³-sagat, rotoryň aýlanmasy – 1500 aýl./min., temperaturasy 30°C. Ilkibaşdaky inokulirlenilýän garyndy etanoldan we sirke kislotasyndan, degişlilikde, 5 we 7%; sirke kislotasynyň konsentrasiýasy 1,5 gije-gündizden soň 12-13%-e ýetýär. Proses ýarym akymly, aýryp

dökýän-guýup doldurýan režimde geçirilýär. Her 30-35 sagatdan 60% çenli ösdürmäni ýaňy taýýarlanan şire suwuna çalyşýarlar. Çuňlaşdyrylan fermentlemede 1 m³-da önümiň çykymy ýüzleý fermentlemeden 10 esse köpdür. 1990-njy ýyllaryň başyna çenli şeýle usul bilen ýylda 715 mln litr 10%-li sirke kislotasy öndürilýärdi.

Yzygiderli işleýän fermentleýjiler batareýasynda (adatça 5 enjam) sirke kislotasynyň alnyşynyň netijeli üznüksiz usuly işlenip düzüldi we durmuşa geçirildi. Ösdürme temperaturasy *Acetobacter* üçin 28°C, ösdürmäniň produsenti hökmünde *Bact. schutzenbachii* ulanylanda bolsa 35°C, proses üçin iň gowy çig mal däne-kartoşka çig malyndan alnan konsentrasiýasy 10%-e golaý bolan etil spirtidir. Bakteriýalaryň ösmegi üçin pH-nyň optimумы 3-e golaý. Sirke kislotasynyň mukdary ösdürmede 8%-den ýokarlananda, bakteriýalaryň ösüşi haýallaýar, 12-14%-de kesilýär. Şonuň üçin prosesi yzygiderli birleşdirilen enjamlaryň batareýasynda geçirýärler. Enjamyň ilkinjisi inokulýatoryň (janly organizmleri iýmitlendiriji gurşawa girizmek üçin gural) hyzmatyny ýerine ýetirýär, şonuň üçin oňa üznüksiz ýaňy taýýarlanylýan gurşawy berýärler we bakteriýalaryň biomassasynyň çalt emele gelmegi üçin optimal şertleri saklaýarlar. Ösdürme birinji enjamdan ikinji ejama gelip düşýär we soňra yzyndakylara geçýär, munda ösdüriji suwuklygy daşamak howa arkaly amala aşyrylýar. Enjamyň her birinde fermentlemäniň şertleri onuň baryşynyň talaplaryna laýyklykda durnuklaşýar, gurşawyň temperaturasynyň kem-kemden peselmegi, ýagny birinji enjamda +28°C-den ahyrkyda +25°C çenli bolup geçýär. Howalandyrmagyň tertibi hem 0,4-den 0,15 m³/m³ min.-a çenli üýtgeýär. Spirtiň konsentrasiýasy ikinjiden dördünji enjama çenli olara talap edilýän derejede 40%-li etanolly gurşawyň berilmegi bilen durnuklaşdyrylýar. Soňky enjamdan asetatyň mukdary 9,0%-den pes bolmadyk we 9,3%-den ýokary bolmadyk ösdürilýän suwuklygy çykarýarlar. Kislotanyň çykymy 100 litr suwsuz spirtde 90 kg bolýar.

Fermentlemeden soňky döwürde bakterial biomassa aýrylandan soň, sirke kislotasyny reňkli we gaýyp ýören bölejikleri aýyrmak bilen süzýärler. Konsentrasiýany ýokarlandyrmak üçin başdaky erginleri 20–30%-e çenli doňdurýarlar. Buzly sirke kislotasyny almak üçin indiki goýulandyrmany (98.0-99.8%) peregonka (täzeden işleme) usuly bilen amala aşyryrlar.

3.1.2.4. Propion kislotasynyň alnyşy

Propion kislotasyny ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$) grampoložitel propion kislotaly bakteriýalary (*Propionibacterium*) sintezleýärler, himiko-farmasewtik senagatynda, kosmetiki serişdeleri almakda, dänäni saklamak üçin fungisid hökmünde ulanylýarlar.

Propion kislotasynyň emele gelşiniň himiýasy şundan ybarat: biotiniň we kömür kislotasynyň gatnaşmagynda protein kislotasy karboksilirlenip, şşawel-sirke kislotasyna öwürülýär, ol bolsa alma we fumar kislotalarynyň üsti bilen ýantar kisko-

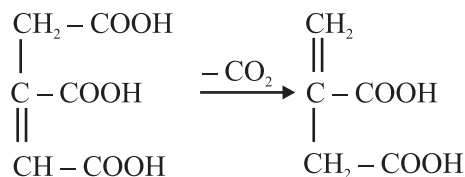
tasyna çenli gaýtarylýar. Ýantar kislotasy ATF-iň we KoA-nyň gatnaşmaklarynda suksinil-KoA öwrülýär, ol metilmalonil-KoA-izomerazanyň täsirinde we B₁₂ kofermentiniň gatnaşmagynda metilmalonil-KoA öwrülýär. Karboksilirlenmegi netijesinde *metilmalonil*-KoA erkin KoA-nyň we propion kislotasynyň emele gelmeginde dargaýar.

Senagat ştam-produsentleriň arasynda bakteriýalar *Pr. Arabinosum*, *Pr. shermanii*, *Pr. Rubrum* bardyr. Bakteriýalaryň ajama substraty hökmünde dürli gantlary (laktozany, glýukozany, aldozany, saharozany, organiki kislotalary – alma we süýt kislotalaryny) ulanýarlar. Propion kislotasyny çuňňur geçirilýän kislorodsyz ösdürmelerde düzümi (%) şundan ybarat gurşawlarda alýarlar: gant 2, organiki azot 0,4 (çeşmesi – maýa ekstrakty), süýt kislotasynyň duzlary. Proses 12 gije-gündiziň dowamynda 30°C we pH 6,8-7,2-de amala aşyrylýar, munda gantlaryň 70%-den gowragy organiki kislotalara transformirlenýär, kömür kislotasynyň emele gelmegine uglerodly substratyň takmynan 20%-ine çenlisi sarp bolýar.

3.1.2.5. Itakon kislotasynyň alnyşy

Itakon kislotasy (C₅H₆O₄) – doýmadyk iki esasly kislotadyr, ony heň (zeň) kömelekleriniň emele getirýändigini 1931-nji ýylda Kinoşita açdy. Bu kislota polimerleri almak üçin wajyp aralyk maddadyr. Itakon kislotasy efirler we beýleki monomerler bilen sopolimerleri emele getirýär, şonuň üçin ol sintetik süýümleri we smolalary, birgiden adgeziw (ýelmeşek) serişdeleri, ÜIM (üsti işjeň maddalary), boýaglary we beýleki çylşyrymly maddalary almakda ulanýarlar.

Itakon kislotasynyň sintezi Krebsiň toplumynyň reaksiýalary bilen baglydyr, onuň başlangyç önümi sis-akonit kislotasy bolup, ol dekarboksilirlenende elektronlaryň süýşmegi we ikili baglanyşygyň 2,3 ýagdaýdan 3,4 ýagdaýa geçmegi netijesinde itakon kislotasyna öwrülýär:



Itakon kislotasynyň alnyşyny ýüzleý we çuňlukda geçirilýän fermentleme usullary bilen amala aşyrylýar. Produsent hökmünde duýgurlygy boýunça seçilip alnan kömelek (*Aspergillus itaconicus*, *Asp. terreus*) şamlaryny ulanýarlar. Proses limon kislotasynyň alnyşyna meňzeşdir. Gurşawlar fosforyň we demriň ýetmezçiliginde gantlaryň ýokary konsentrasiýalaryny saklaýarlar, adatça, mal toşabyňy (melassa)

ulanýarlar. Bu kislotany almaklygyň aýratynlygy produsentiň sinkiň, magniniň we misiň duzlaryna bolan ýokarlandyrylan talaplarydyr. Ýüzleý fermentlemde 10-12 gije-gündiziň dowamynda önümiň takmynan 60%-ine golaý mukdary (ganda görä hasaplananda) emele gelýär, garyndyda maksatlaýyn kislotanyň (prosesde ýantar, şşawel we fumar kislotalary hem emele gelýärler) paýy 90%-den gowrak. Itakon kislotasynyň mukdary 15-20%-te ýetýär, galyndy gantlaryň mukdary 0,6%-den geçmeýär. Limon kislotasyndan tapawutlylykda, itakon kislotasy awuly önümdir, onuň mukdary 7%-e ýetende produsentiň ösüşi kynlaşýar we kislotanyň emele gelşi haýallaýar. Itakon kislotasynyň awulylygyny ammoniý gidroksidini (ammiagyň suwly erginini) guýmak arkaly neýtrallaşdyrýarlar, munda gurşawyň pH-y 3,5-3,8 derejesinde durnuklaşýar. Haryt önümi bolan kristal görnüşli itakon kislotasyndaky kislotanyň mukdary 92% bolup, galanlary – çyglylyk (3-6%) we beýleki kislotalarydyr (1-3%).

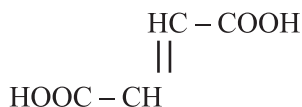
3.1.2.6. Glýukon kislotasynyň alnyşy

Glýukon kislotasy – glýukozooksidazanyň gatnaşmagynda glukozany fermentatiw ýoly bilen okisläp alynýan bir esasly pentakislotadyr. Glýukon kislotasy köp ugurlarda ulanylýar: metallar bilen kompleks emele getiriji – natriý glýukonatyny ýuwujy serişdeleri öndürmekde, glýukon kislotasynyň kalsiý, demir we kaliý duzlary lukmançylykda we azyk senagatynda ulanylýar.

Glýukon kislotasynyň produsentleri kömeleklerdir (*Penicillium*, *Aspergillus*). Fermentlemäni senagatda ýüzleý we çuňluk usullaryny ulanyp amala aşyrýarlar; özünde glýukozanyň ýokary mukdaryny (3-35%) saklaýan gurşawlary ulanýarlar; gurşawlaryň düzüminde – magniý sulfaty, kaliý fosfaty, azot çeşmesi hem-de kalsiý karbonaty bolmaly. Proses garyndyda gandyň mukdary 1%-e golaýlanda togtaýar. Taýýar önüm, ýagny kristal görnüşindäki duzlar – glýukonatlardyr.

3.1.2.7. Fumar kislotasynyň alnyşy

Fumar kislotasy – etilendikarbon kislotasynyň trans izomeri:



sintetik smolalary, boýaglary, laklary almakda ulanylýar. Fumar kislotasynyň smolalary çaphana reňklerini öndürmekde, kislotanyň magniý- we natriý duzlary bolsa lukmançylykda ulanylýar.

Fumar kislotasy – trikarbon kislotalarynyň toplumynyň metabolitidir we janly öýjükleriň hemmesinde bardyr, ýöne, gurşawa seýrek ekskretirlenýär (madda çalyşygynyň ahyrky önümleriniň çykarylmagy). Bu kislotanyň produsenti bolup dürli kömelekler çykyş edýärler (*Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus*), olaryň içinde *Rhizopus* kömelekleri has işjeňleridir. Fumar kislotasyny almak üçin ulanylýan gurşawlar 5-10% glýukoza saklaýarlar, çäklendiriji faktor – azot we sinkdir. Fermentleme ýüzleý ýa-da çuňlukda geçirilýän usulda güýçli howalandyrylýan şertlerde geçirilýär. Munda fermentlemäniň barşynda kalsiý karbonatynyň ýa-da natriý aşgarynyň ergini bilen gurşawyň neýtrallaşmagyny geçirýärler. Kislotanyň iň ýokary çykymy glýukozanyň sarp edilişine görä 58% bolýar.

Organiki kislotalaryň alnyş usullary barha kämilleşdirilýär. Ýaňy-ýakynda Ýaponiýada *Pseudomonas* bakteriýalaryň biosinteziniň esasynda 2-ketoglýukon kislotasynyň alnyş usuly işlenip düzüldi, kislotanyň çykymy ulanylan gandyň mukdaryna görä 90% boldy. *A. ozyzae* kömelekleriniň esasynda gantly gurşawlarda şşawel kislotasyny almagyň tehnologiýasy işlenip düzüldi. Maýalaryň (*Candida lipolytica*) selektirlenen şamlarynyň esasynda limon we izolimon kislotalarynyň alnyş tehnologiýalary döredildi. *Candida* maşgalasyna degişli maýalaryň ýörite selektirlenen şamlary kadaly (normal) parafinli gurşawlarda fumar, alma, ýantar kislotalaryny sintezleýärler. Düzümi üýtgemeyän bu çig maldaky proses esasy mal toşabyndan (melassa) ybarat bolan kompleks tebygy gurşawlardakydan has durnuklydyr; taýýar önümi bölüp almak we arassalamak prosesi hem ýönekeýleşdirilýär.

3.1.3. Witaminler

Witaminler – bu örän pes konsentrasiýalarda güýçli we dürli-dürli täsir ediji kiçi molekulaly organiki maddalardyr. Köp vitaminleriň tebigy çeşmeleri ösümlikler we mikroorganizmlerdir. Häzirki wagt köp sanly vitaminleriň önümçiliginde esasy pozisiýalary himiki sintez eýeleýär, emma aýry-aýry vitaminleri, mysal üçin, ot-ým vitamin serişdelerini öndürmekde mikrob sintezi örän uly ähmiýete eýedir. Aýry-aýry vitaminler, kobalaminler, menahinonlar diňe mikrob öýjükleri tarapyndan sintezlenýärler. Witaminler adamyň we ýokary derejeli haýwanlaryň metabolizmine örän işjeň gatnaşýarlar (trikarbon kislotalar toplumynyň proseslerine, ýag kislotalarynyň sintezine we dargamagyna, aminokislotalaryň sintezine we başg.) hem-de dürli-dürli fiziologik proseslere öz täsirini görkezýärler.

Mikrobiologik ýol bilen B toparyň käbir vitaminlerini hem-de D₂ vitaminiň we A prowitaminiň çig maly bolan ergosterini we karotinleri mikrobiologik ýol bilen alýarlar.

3.1.3.1. B₁₂ vitamininiň alnyşy

B₁₂ vitamin – (*α -5,6-dimetilbenzimidazol*)-siankobolamin – köp sanly haýwanlar we mikroorganizmler üçin gematopoetik we ösüş faktory bolan çylşyrymly gurluşly polimerdir. Mikrobiologik usul bu vitamini almagyň ýeke-täk usulydyr. B₁₂ vitamini sintezlemek ukyby prokariot mikroorganizmleriň arasyndan giňden ýaýrandyr. Bu vitamini *Propionibacterium* mikroby hem-de *Pseudomonas* we metan emele getiriji ösdürmeler işjeň produserleýärler. Vitamini almagyň adenzilkobalamini 5,6 DMB (B₁₂ koenzimi) özbaşdak sintezlemäge ukyply propion kislotaly bakteriýalaryň esasynda iki basgançakda iki yzygiderli, her haýsynyň göwrümi 500 litr, doldurylma koeffisiýenti 0,65-0,70 bolan enjamlarda amala aşyrylýar. Ösdürmäniň birinji döwri 80 sagadyň dowamynda gowşak garyşdyrmak netijesinde kislorodsyz şertlerde gandyň doly peýdaly ulanylmagyna çenli geçirýärler. Goýulandyrylan suspenziýany ikinji enjamda ýene-de 88 sagadyň dowamynda howa bilen (2 m³/sagat) inkubirleýärler. Gurşaw özünde gant (adatça, 1-10% glýukoza), demriň duzlarynyň goşundylaryny, marganes, magniý we kobalt (10-100 mg/litr), mekgejöwen ekstraktyny (3-7%). saklaýar. Azodyň çeşmesi hökmünde ammoniý sulfaty (NH₄)₂SO₄ ulanylýar. Fermentlemäni 30°C-da, pH-yny 6,5-7,0 derejesinde amala aşyrýarlar we ösdürmäni (NH₄)OH bilen goşmaça titrläp, durnukly saklaýarlar. Ikinji döwürde DMB-niň emele gelmegi bolup geçýär. Fermentleme tamamlanandan soň 80-120°C-de 10-30 min. dowamynda vitamini öýjüklerden ekstragirleýärler. Gyzgyn öýjük suspenziýasyny sianid bilen soňraky işlenende CN-kobalaminiň emele gelmesi bolup geçýär, önümi ergini işjeňleşdirilen kömrüň we alýuminiý oksidleriniň üstünden geçirip siňdirýärler (sorbirleýärler), soňra suwly spirt ýa-da hloroform bilen ýuýýarlar. Eredijini bugardyp, kristal görnüşli vitamin alýarlar. B₁₂-niň çykymy 40 mg/litre çenli barýar.

B₁₂ vitamininiň işjeň produserleri *Pseudomonas* maşgalasyna degişli bakteriýalardyr. Termofil basilleriň *Bacillus circulans* esasynda, 18 sagadyň dowamynda 65-75°C-de işlenip düzüldi. Vitamininiň çykymy 2-den 6 mg/litre çenlidir. Bakteriýalary soýa we balyk unlary, et we mekgejöwen ekstraktynyň esasynda taýýarlanan baý gurşawlarda ösdürüp ýetişdirýärler. B₁₂ vitamininiň lukmançylykda ulanmak üçin öndürilýän mukdary ýylda 12 t; çykarylyşynyň görnüşi – NaCl-niň 0.95-li sterilleşdirilen ergininiň esasynda CN-B₁₂-niň ergini we vitamininiň foliý kislotasy ýa-da beýleki vitaminler bilen garyndysydyr. Maldarçylygyň talaplary üçin B₁₂ vitaminini termofil metanogen bakteriýalary assosiasiyalarynyň esasynda alýarlar. Assosiasiya organiki substratlary biri-biri bilen baglanyşykly CO₂ we CH₄ çenli dargadýan 4 ösdürimden, ýagny gantlary ajadýan, ammoni-

fisirleýji, sulfaty dikeldiji hem-de metan emele getiriji bakteriýalardan durýar. Substrat hökmünde gury maddalaryň 2,0-2,5%-ni saklaýan dekantirlenen aseton-butil bardasyny ulanýarlar. Ajama 55-57°C-de steril bolmadyk ösdüremde iki fazada: birinjisinde ýag kislotalary we metan, ikinjisinde metan, kömürturşy gazy we B₁₂ witamini emele gelýärler. Prosesiň dowamlylygy bir enjamda 2,5-3,5 gije-gündiz, yzygiderliligi ikisinde 2-2,5 gije-gündiz. Witaminiň ajadyjyda konsentraciýasy 850 mkg/litre ýetýär. Şol bir wagtyň özünde oňa parallel ep-esli mukdarda 20 m³/m³-a çenli gaz (65% metan we 30% CO₂) emele gelýär. Ajadyjy gowşak aşgarly gurşawa eýedir. Witamini durnuklaşdyrmak üçin oňa duz ýa-da fosfor kislotasyny goşýarlar, soňra bugardylýan enjamda gury maddalaryň mukdary 20% bolýança goýaldýarlar we pürkgüçli guradyjyda guradýarlar. B₁₂ witaminiň mukdary gury serişdede 100 mkg/g çenlidir.

3.1.3.2. B₂ witamininiň alnyşy

B₂ witamin (riboflawin) öz adyny witaminiň molekulasynda köp atomly spirt D-ribit görnüşinde girýän riboza gandyndan alyp gaýdýar. Tebigatda giňden ýaýrandyr we ep-esli mukdarda ösümlikler, maýalar, kömelekler, bakteriýalar tarapyndan sintezlenýärler. Bu witamini sintez etmeýän haýwanlar ony urnaşdyrylan (kombinirlenen) iým bilen alýarlar. Riboflawin ýetmeýän organizmlerde protein çalyşma prosesleri bozulýarlar, ösüşi haýallaýar. Riboflawin serişdeleri lukmançylykda dürli keselleri bejermekde, maldarçylykda bolsa iýme goşundy hökmünde ulanylýar. mikroorganizmler riboflawini we onuň iki sany görnüşini FAD (flawinadenindinukleotid) we FMN (flawinmononukleotid) sintezleýärler. Bu witaminiň produsentleri bolup bakteriýalar (*Brevibacterium ammoniagenes*, *Micrococcus glutamicus*), maýalar (*Candida guilliermondii*, *C. flaveri*), mikroskopik kömelekleri (*Ashbya gossypii*, *Eremothecium ashbyii*) we zeň (heň) kömelekleri (*Aspergillus niger*) çykyş edýärler. Riboflawini senagatda öndürmeklik himiki, mikrobiologik hem-de utgaşdyrylan sintez arkaly amala aşyrylýar, munda mikroorganizmler arkaly sintezlenen riboza himiki taýdan B₂ transformirlenýär.

Lukmançylyk maksatlary üçin mikrobiologik riboflawini *Aspergillus* kömeleginiň esasynda alýarlar. Witaminiň ýokary çykymlary (7 g/litre çenli) üçin kämilleşdirilen şamlar we düzümine (%): 2,25 mekgejöwen ekstrakty, 3,5 pepton, 4,5 soýa ýagy we stimulyatorlar (peptonlar, glisin) goşulyp optimizirlenen gurşawlary ulanýarlar. Steril gurşawda ekmek üçin işeň inokulyaty ulanýarlar. Fermentlemäni 7 gije-gündiziň dowamynda 28°C-de we oňat howalandyryp (0,3 m³/m³-min.) geçirýärler. Ilkibaşdaky pH-y 7,0-ä ýakyn, fermentlemäniň barşynda kislotanyň bölünip çykýandygy netijesinde gurşawyň pH-y 4,0-4,5 çenli barýar. Uglerod subs-

tratynyň peýdaly sarp bolmagy netijesinde substrat kislotalary peýdaly sarp edip başlaýar, pH ýokarlanýar we şondan soň B₂ vitamin emele gelip başlaýar. Munda riboflawiniň kristallary giflerde we miseliýleriň daşynda toplanyp başlaýarlar. Fermentlemeden soňky döwürde vitamini bölüp çykarmak üçin miseliýi 120°C-de 1 sagadyň dowamynda gyzdyrýarlar.

Birnäçe döwletlerde ot-ýmlik B₂ vitaminini almak üçin mikroskopik kömelek *Eremothecium* ashbyiiniň esasynda alynýan ýönekeý usuly ulanýarlar, ýagny onuň üçin ol kömelegi 80-84 sagadyň dowamynda çuňlaşdyrylan ösdürimde glýukozaly ýa-da maltozaly (2,5%) gurşawda 28-30°C-da, azodyň çeşmesi ammoniý selitrasy NH₄NO₃ we kalsiý karboksidli görnüşinde (0,5%) ösdürip ýetişdirýärler. Riboflawiniň çykymy 1250 mkg/ml ýetýär. Ösdürilýän suwuklygy wakuum bugardýyda gury maddalaryň mukdary 30-40%-e barýança goýulandyryýarlar we pürküji guradyjylarda guradýarlar. Önümiň harytlyk görnüşi – riboflawiniň mukdary 10 mg-dan we çig proteiniň mukdary 20%-den az bolmadyk poroşok, serişdede nikotin kislotsy we B₁, B₃, B₆ u B₁₂ vitaminler bolýarlar. Gen inženeriýa usuly bilen alnan *Bacillus subtilis* ştamy 35 gije-gündizläp fermentlenende 4 g/litre çenli riboflawin emele getirýär.

3.1.3.3. Ergosteriniň alnyşy

Ergosterin (ergosta-5,7,22-triýen-3p-ol) – D₂ vitaminini we maýalaryň şu vitamin bilen baýlaşdyrylan ot-ýmlik serişdelerini öndürmekligiň ilki başdaky önümidir. D₂ vitamini (ergokalsiferol) goňur suwotularynyň, maýalaryň, zeň (heň) kömelekleriniň ep-esli mukdarda sintezleşýän ergosterin maddasyny ultramelewşe şöhleleri bilen şöhlelendirilende emele gelýär. Ergosteriniň iň işjeň produsentleri – *Saccharomyces*, *Rhodotoryla* we *Candida*dyr.

Senagatda ergosterini maýalary, miselli kömelekleri gantlaryň artykmaç mukdaryny saklaýan gurşawlarda azodyň ýetmezçiliginde, ýokary temperaturalarda we oňat howalandyrylan şertlerde ösdürip alýarlar. Has güýçli depginlerde ergosterini *Candida* maşgalasyna degişli maýalar uglewodorodly gurşawlarda emele getirýärler. D₂ vitaminiň kristallik serişdesini almak üçin zeň (heň) kömeleklerini (*Penicillium*, *Aspergillus*) ösdürip ýetişdirýärler. Bu vitaminiň ot-ýmlik serişdesini almak üçin maýalaryň (*Candida*) suspenziýasyny ýa-da guradylan görnüşini şöhlelendirýärler. Maýalaryň 5%-li suspenziýasynyň ýuka gatlagyny tolkun uzynlygy 280-300 nm bolan ultramelewşe lampasy bilen şöhlelendirýärler. Maýalaryň ot-ýmlik serişdeleriniň 1 g AGM-i 5000 E D₂ vitaminini we 46%-den az bolmadyk çig belogy saklaýar. Vitaminiň kristal görnüşindäki serişdesini almak üçin maýalary ýa-da kömelegiň miseliýsini kislotaly şertlerde 110°C-de gidrolizleşýärler. Witamini spirt bilen ekstragirleýärler, süzýärler, soňra filtraty bugardýarlar, birnäçe

gezek spirt bilen ýuwyýarlar. Spirtli ekstrakty ondaky gury maddalaryň mukdary 50%-e ýetýänçä goýaldýarlar, aşgar bilen durgadýarlar. Alnan vitaminiň kristallaryny täzeden kristallaşdyryp arassalaýarlar we efirde eredip we ony peregonka edip guradýarlar; kristal görnüşli çökündini ýagda eredýärler. Alnan serişdäni lukmançylykda ulanýarlar. Ergosterin mundan başga-da birnäçe steroid gormonlaryny, azyk we derman serişdelerini sintezlemek üçin çig mal bolup hyzmat edýär.

3.1.4. Biopolimerler

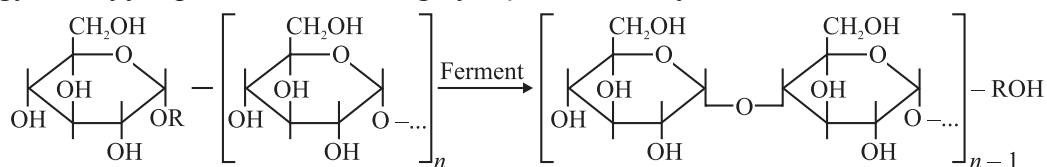
“Biopolimerler” adalgasy öýjükler üçin ätiýaçlyk maddalar bolan we balansirlenmedik ösüşiň özboluşly şertlerinde sintezlenýän köp sanly ýokary molekulýar birleşmelere (polisaharidlere, lipidlere, polioksialkanoatlara) degişlidir. Şeýle şertler bolup, adatça, gurşawda uglerod we energetiki substratlaryň bol bolmagy we azotly komponentleriň sintezini hem-de öýjükleriň ösüş tizligini çäklendiriji käbir mineral elementleriň (azodyň, fosforyň, kükürdiň, magniniň we başg.) ýetmezçilik etmegi bolup bilerler. Mikrob biopolimerleriň köpüsi uglerodyň we energiýanyň endogen çeşmesi bolup hyzmat edýär, şonuň üçin öýjükleriň daşky gurşawyň amat-syz şertlerine çydamlylygyny saklamaga ýardam edýär.

3.1.4.1. Polisaharidler

Polisaharidler (glikanlar) – bular 11-den az bolmadyk monosaharid birliklerinden düzülen polimerlerdir. Polisaharidler ähli organizmleriň hökmany düzüm bölegi bolup, olar organizmlerde hem izolirlenen, hem-de proteinler, lipidler, nuklein kislotalary bilen kompleksde gatnaşýarlar. Polisaharidler ösümlik biomassalarynda agdyklyk edýärler we, netijede, ýer ýüzündäki organiki materialyň köp bölegini tutýarlar. Polisaharidler gurluşy, öýjüklerdäki ýerleşişleri we fizika-himiki häsiýetleri boýunça dürli-dürlüdürler. Mikroorganizmleriň sintezleýän polisaharidleri has-da dürli-dürlüdürler. Mikrob polisaharidleri öýjük içindäki, sitoplazmada ýerleşýän we öýjükleriň daşyndaky nem, perde, örtük polisaharidlerine bölünýärler. Polisaharidleriň köpüsi biologik işjeň maddalar bolup, mikroorganizmleriň wirus we bakterial infeksiýalara durnuklylygyny ýokarlandyrýar, çiş (rak) keseline garşy täsire hem-de genlere garşy (antigen) aýratynlyga eýedirler. Şonuň üçin olar lukmançylykda farmasewtika senagatynda diagnostikumlar (keseli anyklaýjylar), ganyň plazmasyny (ganyň reňksiz suwuk bolegi) çalşyryjylar hökmünde we ş.m. ulanylýarlar. Polisaharidleri ulanmagyň geljeji has-da olaryň gel emele getiriji we reologik (goýy we plastik maddalaryň akyjylyk) häsiýetleri üçin, şerbetleri we kosmetik serişdeleri goýulandyryjy hökmünde önümleri gaplamada we däneleri dermanlamada uludyr. Aýry-aýry polisaharidleriň suwly erginleri pH-yň we

temperaturanyň bahalarynyň giň aralygynda örän durnuklydyrlar, şonuň üçin olary nebit we gaz gazylyp alnanda giňden ulanyrlar; glikanlaryň flokkulirleýji häsiýetleri metallar arassalananda, konsentirlenende we bölünip alnanda ulanylýar. Polisaharidleriň mümkinçilikleri heniz doly açylan däldir, şonuň üçin bu maddalary hemmetaraplaýyn öwrenmeklik olaryň giňden ulanylmagyna uly ýol açýar.

Mikroorganizmleriň aglabasy polisaharidleri olaryň ösüşini üpjün edýän uglerodyň dürli çeşmelerinden, ýagny uglewodlardan, spirtlerden, karbon kislotalaryndan, hlorly birleşmelerden sintezleýär. Gurşawdaky uglerod çeşmesiniň tebigaty we konsentrasiýasy monosaharid birlikleriniň arasyndaky glikozid baglanyşygynyň döremeginden ybarat bolan polisaharidleriň emele gelmegine düýpli täsir edýär (3.5-nji surat), munda glikozil donory özi boşap, glikozili başlangyç-akseptora geçirýär. Akseptor bolup oligogantlar we gurlup gutarylmadyk gantlar hyzmat edýärler. Köplenç, ilkilenji akseptor hökmünde oligogantlar, birnäçe ýagdaýlarda bolsa, gurlup gutarylmadyk polisaharidler – “başyny başlaýjylar” diýilýänler hyzmat edýärler. Polimerleşme gurlup ýetişmedik glikanyň göni zynjyrynyň böleklerini ýolup aýyrýan we hut şol zynjyra ýa-da belli bir ýagdaýda ýerleşen meňzeş zynjyra geçirýän özboluşly glikoziltransferazalaryň gatnaşmagynda taýýar polisaharid emele gelýänçä dowam edýär.



3.5-nji surat. Glikozid baglanyşygynyň emele gelşi

Polisaharidleriň sintezi olaryň emele gelmek mümkinçiligini we netijeliligini kesgitleýän produsenti ösdürmegiň şertleri we ýymitleýji gurşawyň düzümi bilen kesgitlenilýär hem-de düzümini, gurluşyny we, netijede, häsiýetlerini kesgitleýär. Wajyp ähmiýete diňe ulanylýan uglerod çig malynyň hil düzümi däl-de, eýsem polisaharidleriň konsentrasiýasy hem eýedir, çünki polisaharidleriň netijeli sintezi uglerod substratynyň ýokary mukdaryny saklaýan gurşawlarda amala aşyrylýar. Azodyň çeşmesiniň mukdary we görnüşi polisaharidleriň düzümine täsir etmän, eýsem mikroorganizmleriň ösüş tizligine we polisaharidleriň mukdar çykymyna hem täsir edýär. Şonuň bilen birlikde polisaharid sinteziniň kofaktorlary bolan fosfatlaryň we marganes, magniý, kalsiý ionlarynyň ähmiýeti hem örän möhümdir. Gurşawyň pH-nyň we temperaturasynyň glikanlaryň toplanmagyna täsiri dürli-dürlüdür we özboluşlydyr. Ösdürmäniň howalandyrylyşynyň derejesi hem degerli orun tutýar. Polisaharidleriň önümçiliginiň her haýsy üçin özboluşly aýratynlygy bar we tebigaty, belli bir ýerde ýerleşenligi, häsiýetleri, hem-de glikanlaryň ulanylýan ugurlary we, elbetde, produsentiň fiziologik aýratynlykla-

ry bilen kesgitlenýär. Ekzopolisaharidleriň alnyşy öýjük içindäki polisaharidleri almakdan netijelidir, çünki olaryň konsentrasiýasy ýokary, bölüp almak we aras-salamak döwründe ýüze çykýan meseleler azrak, emma fermentlemäniň barşyn-da kislorodyň gaz fazadan suwuk faza daşalmagy (transporty) bilen kynçylyklar ýüze çykýar (glikanlaryň nejasatlarynyň gurşawa çykarylmagynyň ýokaranmagy bilen gurşawyň şepbeşikliginiň ýokarlanmagy). Munuň netijesinde öýjükleriň ösüş tizliginiň we polisaharidleriň produsirlenmeginiň haýallamagy bolup geçýär. Şonuň üçin gurşawy onlarça esse suwuklandyrmaly, produsentleriň öýjükleri aý-rylandan soň bolsa, konsentrirlmeli bolýar.

Senagat produsentleriniň we öndürilýän polisaharidleriň görnüşleri juda dür-li-dürlüdür (3.3-nji tablisa). Polisaharidleri öndürmekde öňde barýan ýurtlar ABŞ, Fransiýa (ksantan, kurdan), Russiýa (dekstran), Ýaponiýadyr (pullan, kurdan).

3.3-nji tablisa

**Senagatda öndürilýän mikrob polisaharidleri
(Grugeriň maglumaty boýunça, 1984)**

Polisaharid	Produsent
Ksantan	<i>Xanthomonas campestris</i>
Algenat	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Azotobacter vinelandii</i>
Kurdan	<i>Alcaligenes</i>
Skleroglýukan	<i>Sclerotium glucanicum</i> , <i>S. delphinii</i> , <i>S. rolfsii</i>
Pullan	<i>Pullularia pullulans</i>
Dekstran	<i>Acetobacter sp.</i> , <i>Leuconostac mesenteroides</i> , <i>L. dextranicum</i> , <i>Strepto-coccus mutans</i>

3.1.4.2. Dekstranlaryň alnyş tehnologiýasy

Dekstranlaryň produsentleri gantlary köp mukdarda (10-30%), dekstran – “başyny başlaýjy”, maýaly-ekstrakt we mineral duzlary saklaýan gurşawlarda ösýän *Leuconostac mesenteroides*leriň şamlarydyr. Mineral duzlaryň düzümine we “başyny başlaýjynyň” şol ýa-da beýleki tebigatyna baglylykda ýokary molekulaly (60-80 müň) çyzykly ýa-da pes molekulýar massaly (20-30 müň) şahalanan dekstranlar sintezlenilýär. Molekulalarynyň massasy pes bolan şahalanan dekstranlar iň ýokary biologik işjeňlige eýedirler. Dekstranlardan plazmanyň (ganyň reňk-siz suwuk bölegi) deregini tutujylary (kliniki dekstran, poliglýukan, plazmodeks, hemodeks we başg.) alýarlar.

Fermentlemäniň adaty mysaly hökmünde – produsentiň biomassasyny emele getirmek üçin birinji döwürde gantlaryň artykmaç mukdarlarynda we pH-yň bahala-

ry 6,5-8,0 deňlenende amala aşyrylýan, çuňlukda geçirilýän döwürleýin ösdürmedir. Glikanlary emele getirýän dekstransaharazanyň sintezi pH-yň bahasy 7,0-ä golaýlandanda has netijeli geçýär. Dekstranlaryň sintezi magniý ionlaryndan başga gant – mal toşaby (melassa) bilen çalşylanda stimülirlenýär. Bakteriýalar saharozany glýukoza we fruktozany emele getirmek bilen dargadýarlar. Fruktoza geterotrof ýoly bilen ajaýar hem-de süýt we sirke kislotalaryny, manniti we kömürturşy gazyny emele getirýär. Glýukoza derrew polimerleşip, dekstran emele getirýär. Proses 24 sagatdan soň tamamlanýar. Dekstrany ösdürmeden bölüp aýyrmany metanol bilen amala aşyryrlar, soňundaky arassalamalar üçin ony birnäçe gezek suwda eredýärler, metanol bilen täzeden çökdürýärler we fraksiýalara bölýärler. Dekstransaharaza ekzofermentdir we onuň ösdüriji gurşawdaky konsentrasıýasy ýokarydyr. Şonuň üçin polisaharidiň sintezini ereýji fermentiň esasynda amala aşyrmak mümkindir. Dekstransaharazaly ösdüriji suwuklyk pH-y 5,0-e golaýlandanda we 15°C-de bir aýa golaý wagtyň dowamynda ýokary ferment işjeňligini saklap bilýär. Proses özünde saharoza we “başyny başlaýjy dekstran” saklaýan fermentli ösdüriji gurşawyň esasynda amala aşyrylýar, polimerleşme prosesi 8 sagatda tamamlanýar. Bu usul dekstranyň fermentlemesini we ony bölüp almagy we arassalamagy ep-esli ýönekeýleşdirýär we gözegçilik edilýän şertlerde berlen molekulýar massaly önümi almaga mümkinçilik berýär. Immobilizlenen dekstransaharazanyň esasyndaky proses hem geljegi uly bolan prosesdir. 1990-njy ýyllaryň ortalarynda modifisirlenen dekstranyň streptokinaza fermenti bilen konýugatları (birleşmeleri) goýberilip başlandy. Bu serişde streptokinazanyň dekstran bilen möhleti uzaldylan serişdedir.

3.1.4.3. Ksantan

Xanthomonas campestris bakteriýalarynyň öndürýän ksantan maddasy seýrek duş gelýän reologik (şepbeşik maddalaryň akymy) häsiýetlere eýedir. Pes konsentrasıýalarda ksantan örän şepbeşik erginleri emele getirýär, ol erginler galp süýgeşiklige eýedirler, olar temperaturanyň, pH-yň, duzlulygyň giň aralyklarynda hem özleriniň geologik häsiýetlerini saklaýarlar.

Ksantany azyk senagatynda gelli dezodorantlary, diş ýuwulýan pastalary hem-de oba hojalyk serişdelerini suspendirlänlerinde, nebit gazylyp alnanda ulanýarlar. Ähli beýleki glikanlaryň arasynda ksantan iň köp mukdarda öndürilýänidir. Öndürilýän önümiň haryt görnüşindäki ady – ksantan, kelsan, keltroldyr.

Ksantanlary döwürleýin geçirilýän çuňňur ösdürmelerde 1-5% uglewodlary (mekgejöwen krahmaly, çig gant ýa-da mal toşaby – melassa) hem-de azodyň organiki birleşmelerini, kaliý gidrofosfatyny, mikroelementleri saklaýan gurşawlarda alýarlar. Fermentleme 28°C-de we pH 6,5-7,2-de 3 sagatlap dowam edýär we iki fazada geçýär: birinjide öýjükleriň ösüşi we biomassanyň toplanmagy, ikinji fazada bolsa azodyň ýetmezçiliginde gurşawda polisaharid emele gelýär. Ösdürilýän suwuklykdan polisaharidi metanol bilen çökdürýärler, alnan çökündini guradýarlar.

3.1.4.4. Alginat

Bu polisaharidi öňler deňiz suwotusy Laminariýadan bölüp alýardylar. Alginat belli bir şertlerde pH-yň we temperaturanyň giň bahalarynyň aralygynda ajaýyp gel emele getirijilik hem-de galp şepbeşiklik häsiýetlerini ýüze çykarýar we konditer hem-de derman senagatlarynda ulanylýar. Alginat fermenti immobilizlemek üçin, aýratyn-da, bütewi öýjükler üçin iň gowy alyp baryjy bolup hyzmat edýär. Ýaňy-ýakynda bakteriýalaryň arasynda alginata ýakyn bolan polisaharidleriň produsentleri (*Pseudomonas aeruginosa*, *Azotobacter vinelandii*) tapyldy. Proses senagatda uglerodyň artyk mukdaryny saklaýan gurşawlarda amala aşyryldy. Fosfatyň konsentrasiýasyny üýtgedip, sintez edilýän polimeriň molekulýar massasyna täsir edip bolýar, kalsiniň konsentrasiýasyny üýtgedip bolsa, bu glikanyň monosaharidleriniň gatnaşygyny, netijede, onuň häsiýetlerini üýtgedip bolýar.

3.1.4.5. Kurdlan

Alcaligenes faecalis 10C3 ştamynyň bakteriýalary glýukozanyň polimeri bolan kurdلany sintezleýärler. Bu polisaharidiň wajyp häsiýeti termik taýdan öwrülišiksiz gelleri emele getirmegidir. 64°C ýokary gyzdyrylanda kurdلanyň gel emele gelmesi bolup geçýär, geliň berkligi temperaturanyň 60-80°C aralygynda üýtgemeyär we temperatura 120°C ýokarlananda düýpli artýar, munda ýeke gat spiral üç gat spirala geçýär. Kurdlan sowuk suwda eremeýär.

Kurdlan çiş keseline (raka) garşy täsire eýedir, şonuň üçin ol lukmançylykda giňden ulanylýar. Kurdلanyň asetil önümleri molekulalarynyň massasy 200-2000 aralygynda bolan maddalary bölmek üçin ulanylýan ýarym geçiriji ultrasüzüji membranalaryň esasy hökmünde ulanylýarlar. Fermentleme çuňlukda 80 sagadyň dowamynda geçirilýän döwürleýin ösdürmede 8% glýukoza saklaýan gurşawlarda bolup geçýär; polisaharidiň çykymy 40 g/litre golaý bolýar. Bu önümiň häsiýetleriniň özüne çekijiligi üçin ony almagyň tehnologiýasy barha netijeli kämilleşdirilýär.

3.1.4.6. Pullan

Bu polisaharidi maýa pisint kömelegi *Aerobasidium pullulans* 50% glýukoza saklaýan gurşawlarda 80-100 sagadyň dowamynda produsirleýär. Pullanyň şepbeşikligi gurşawyň pH-na bagly bolup, onuň iň pes bahasy pH 4,0-de ýüze çykýar, molekulalarynyň massasy 200 müňe golaýdyr, pH-ny artanda molekulalarynyň massasy ýokarlanýar. Pullan azyk önümleri üçin biodargaýjy, gaplaýjy material hökmünde ulanylýar, ol okislenmä garşy häsiýetlere hem eýedir.

3.1.4.7. Skleroglýukan

Skleroglýukany (harydyň ady – politran) Sclerotium maşgalasynyň kömelekleri sintezleýärler. Bu polisaharidiň sintezi, beýlekileriň köpüsinden tapawutlylykda, irki 48 sagatlyk ösdürmäniň log-fazasynda iň ýokarydyr (maksimaldyr). Proses glýukozaly gurşawlarda, şol sanda, akyp ýatan tertipde işlenip düzüldi, polisaharidiň çykymy özleşdirilen glýukoza görä 50% bolýar. Pes konsentrasiýalarda (1,5%-li erginler) suwda häsiýetlerini temperaturanyň bahalarynyň giň aralygynda üýtgedýän berk geller emele gelyärler. Dänelere, pestisidlere örtgi hökmünde hem-de lateksler we boýaglar öndürilende ulanýarlar.

Biotehnologiýanyň wezipesi polisaharidleri almagyň mikrobiologik proseslerini gowulandyrylan ştam-produsentleriň esasynda çig mal binýadyny gymmat bahaly gantlary has arzan substratlar bilen çalşyp, giňeltmek arkaly öndürmekligi kämilleşdirmekden hem-de glikanlaryň özleriniň himiki häsiýetlerini modifisirlemekden ybaratdyr.

3.1.4.8. Mikrob polioksialkanoatlary

Polioksialkanoatlary (POA) – ýag kislotalarynyň oksi önümleriniň biopolimerleri, köp sanly prokariotik mikroorganizmler tarapyndan balansirlenmedik ösüşiň özboluşly aýratyn şertlerinde gurşawda uglerod we energiýa çeşmesiniň artykmaçlygynda we mineral elementleriň (azodyň, kükürdiň, fosfatlaryň we başg.) hem-de kislorodyň ýetmezçiliginde sintezleýärler. POA-nyň geljegi uly bolan produsentleri *Azotobacter*, *Bacillus*, *Methylomonas*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes*dir.

Häzirki wagt has gowy öwrenileni polioksibutiratdyr, ýagny β -oksiýag kislotasynyň ($C_4H_8O_2$) polimeridir. Polimeriň molekularalarynyň massasy onyň sinteziniň şertleri, produsentiň aýratynlyklary hem-de polimeri biomassadan ekstragirlemegiň prosedurasý bilen kesgitlenilýär. Polioksibutiratdan başga-da, mikroorganizmler geteropolimer POA – oksibutiratyň we oksiwaleriatyň, oksibutiratyň we oksigeksaonatyň, polioksibutiratyň we polioksigeptoanatyň we başg. sopolimerlerini hem-de üç, dört we köp komponentli polimerleri sintezlemäge ukyplydyrlar. Şeýlelik bilen, himiki düzümi we, soňky iki-üç ýylyň dowamynda takyklanyşyna görä, käbir fizika-himiki häsiýetleri (molekulýar massasy, kristallýgy, temperatura häsiýetleri, biodargamanyň tizligi, mehaniki berkligi) düýpli üýtgemegi mümkindir. Bu geljekde önünden berlen häsiýetli polimer materiallaryny almagyň ýollaryny açyp görkezýär.

Bu barlaglara bolan amaly üns we olaryň ähmiýeti binýady görkezijileri boýunça (3.4-nji tablisa) polipropilene ýakynlaşýan, ýöne birnäçe ajaýyp häsiýetlere eýedir, ýagny haýwanlar bilen ylalaşyp bilijiligini, optik işjeňligini, pýezoelektriki

we antioksidant häsiýetlerini we, iň esasysy, biodegradabelligini goşmak bilen, polioksialkanoatlaryň häsiýetleri bilen kesgitlenilýär.

POA-nyň häsiýetleri olara dürli ýerlerde ulanmaga, ýagny lukmançylykda we hirurgiýada (berk sorulýan hirurgik material, osteosintez üçin elementler, damarly plastikler, ýaralary we teniň ýanan üstlerini ýorka bilen ýapmak, bir gezek ulanylýan önümler, şol sanda dokalmadyk materiallar), farmakologiýada (derman serişdeleriniň möhletini uzaltmak), azyk senagatynda (içgileri we azyk önümlerini okislenmeden zaýalanmagynyň önüni almak, gaplaýjy materiallar), oba hojalygyn-da (däneleriň üstüni örtmek, dökünleri we pestisidleri örtmek), radioelektronikada, durmuş taýdan hyzmat edýän hojalykda (dürli dargaýan gaplar we gaplaýjy materiallar) we başg. mümkinçilik berýärler.

3.4-nji tablisa

**Polioksibutiratyň (POB) we polipropileniň (PP) häsiýetlerini deňeşdirme
(D. Kingiň maglumaty boýunça, 1982)**

Häsiýetleri	POB	PP
Eremek temperaturasy, (°C)	175	176
Durulygy (%)	80	70
Molekula dykzlygy (H ₂ görä)	5.105	2.105
Aýnalanmak temperaturasy, (°C)	15	-10
Udel agramy, (g/sm ³)	1,250	0.905
Egrelmek moduly (GPa)	4.0	1,7
Ýolunma berkligi (MPa)	40	38
Üzülme süýnmegi (%)	6	400
Ultramelewşe şöhlelere durnuklylygy	oňat	ýaramaz
Eredijilere görä durnuklylygy	ýaramaz	oňat

Polioksibutiratyň we beýleki POA sintezini ýörelgede dürli çig mallary: gantlary, spirtleri, asetaty hem-de wodorody we kömür kislotasyny ulanyp, amala aşyrmak bolar (3.5-nji tablisa).

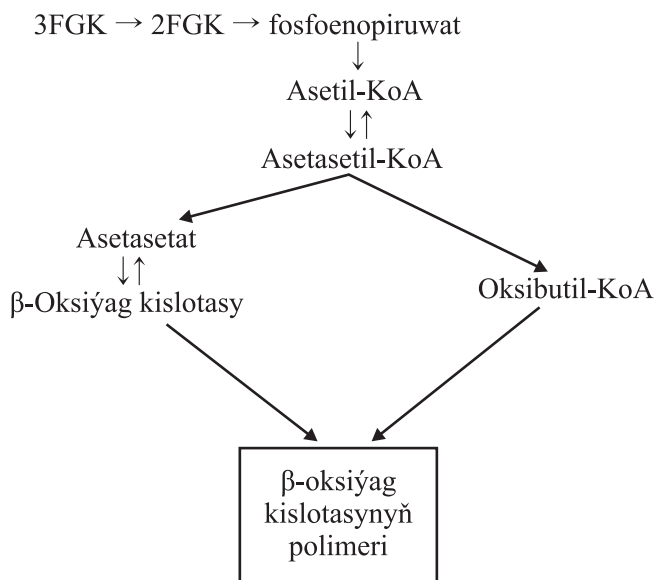
3.5-nji tablisa

**Dürli substratlarda çig malyň ýitgisi we polioksibutiratyň çykymy
(Kollinsiň maglumaty boýunça, 1987)**

Substrat	Bahasy, doll./t	POB çykymy, t/subst.	Çykdaýylar, doll./t POB
Metanol	110	0.18	610
Etanol	440	0.50	880
Asetat	370	0.33	1220
Dekstroza	360	0.33	1180
Çiňrik gandy	200	0.33	500
Wodorod	500	1.0	500

Haýsydyr bir ýol bilen öýjükleriň özleşdiren uglerody asetil-KoA emele gelmegi bilen dekarboksilirlenýän piruwata öwrülýär. Piruwat trikarbon kislotalar toplumynyň reaksiýalaryna goşulýar we amfibolizm ulgamynyň protein sinteziniň gurluş elementleriniň ýetmezçiligi sebäpli bozulmagynda aminokislotalaryň çig maly bolman, polikondensasiýa duçar bolýar, soňra NADH-nyň gatnaşmagynda β -okislenme reaksiýalarynda dikelýär we oksiyag kislotasyny emele getirýär, oksiyag kislotasy polimerleşip, polioksibutiraty emele getirýär.

Polioksibutiratyň toplanmagyny balansirlenmedik ösüşde, mysal üçin, azot ýada kislorod ýetmeýän, ýagny haýal ösýän mikrob öýjükleri amala aşyrýarlar. Munda biomassanyň uly hasyly bilen bir wagtyň özünde polimerleriň köp mukdaryny nädip alyp bolarka diýen mesele ýüze çykýar. Ýokary önümlü akymly fermentleme ulgamy POA-nyň ýokary çykymlary üçin amatly däl. Prosesi döwürleýin kadada, adatça, iki tapgyrda, birinjisinde öýjükler hemme zerur bolan ýmit önümlerini alyp, ep-esli ýokary ösüş tizliginde ösýärler we biomassanyň ahlisini diýen ýaly emele getirýärler, ikinji tapgyrda proses uglerod we energiýa çeşmeleriniň artykmaç mukdarlarynda, ýöne ösüşiň biogenleriň biri bilen çäklendirilmeginde dowam etdirilýär. Netijede, öýjükleriň özleşdiren uglerodynyň birleşdirilmegi, esasan, polimere birleşdirilmegi bolup geçýär; polimeriň çykymy 70%-den gowrak (öýjügiň gury maddasynyň agramyna görä) bolup biler.



Senagat möçberlerinde bu proses Angliýanyň “Aý-Si-Aý” firmasy tarapyndan amala aşyryldy. Produsent hökmünde glýukozany özleşdirmäge ukyply wodorod bakteriýalarynyň *Alcaligenes eutrophys* mutant şamlary ulanyldy. Proses döwürleýin iki tapgyrly kadada azodyň çäklendirilmesinde 110120 sagadyň dowamynda

gantlaryň 3 müň/t harçlanmagynda amala aşyryldy. Polimeri almak üçin ulanylýan fermentleýji enjamlaryň göwrümleri 3,5-den 200 m³-a çenli ýetýär. Glýukozadan başga çişlik şekerini, fruktoza şerbetlerini, mal toşabyny (melassa) ulanmak bolýar. Önümiň haryt görnüşindäki ady “Biopol”. Gomogenli oksibutiratdan başga-da, firma geteropolimeri – oksibutiratyň we oksiwaleriatyň glýukozany we propanoly ýada diňe konsentrasiýasy 20 g/l-e çenli bolan walerian kislotasyny saklaýan gurşawda emele getiren sopolimerleşme önümini öndürýär. Polimeriň ýokary mukdaryny saklaýan öýjükleri almak meseläniň diňe bir bölegi bolup durýar. Biomassadan polimeri ekstraksiýa edip almagyň prosedurasy we ony arassalamak hem düýpli tehnologik meseledir. Munda ýüze çykýan wajyp problema – fermentlemeden soňky döwrüň barşynda önümiň molekula massasyny peseltmekden ybaratdyr. Uumy görnüşde prosedura birnäçe döwri: öýjükleri ösdüriji gurşawdan bölüp aýyrmagy, öýjükleri dargatmagy, polimeri öýjüklerden polýar bolmadyk eredijileriň (hloroform, geksan) kömegi bilen eksrtaksiýa etmegi, spirt bilen çökdürmegi we guratmagy öz içine alýar.

Mikrob polioksialkanoatlaryň önümçiliginiň ykdysadyýetine ilkibaşdaky çig malynyň bahasy hem-de polimeriň çykymy we onyň başdaky fizika-himiki häsiýetleri düýpli täsir edýär.

Häzirki wagt polioksibutiraty çäkli çygyrlarda ulanmaklyk meýilleşdirilýär (lukmançylykda, farmasewtikada), ýöne bu materialyň tebigy şertlerde dargamaýanlygy we ekologik taýdan kyn şertlerde poliolefinleriň neftesintez proseslerinde alynýanlaryna garanynda, ekologikligi mikrob POA-lary ýakyn geljekde binýady termoplastik polimer hökmünde dürli çygyrlarda ulanyp bolar diýip çaklamaga mümkinçilik berýär. Şonuň üçin polioksibutiratyň we beýleki POA-laryň alnys prosesleri ähli ösen ýurtlar boýunça işleýän alymlarynyň üns merkezinde duran meselelerdir.

3.1.5. Antibiotikler

Antibiotikler (antibiotik maddalar) bu bakteriýalaryň, mikroskopik kömelekleriň, çiş (rak) öýjükleriniň ösüşini we köpelişini seçijilik bilen haýalladýan mikroorganizmleriň önüm çalşygynyň maddalarydyr. Antibiotikleriň emele gelmegi antagonizmiň ýüze çykmagynyň bir görnüşidir. Ylmy edebiýata bu adalga 1942-nji ýylda ABŞ-ly mikrobiolog Zelman Waksman tarapyndan girizildi; antibiotik – ýaşayşa garşy diýmekdir. N.S.Ýegorowyň pikrine görä: “Antibiotikler – organizmleriň ýaşayşynyň özboluşly önümleri bolup, olar mikroorganizmleriň (bakteriýalaryň, kömelekleriň, suwotularyň, protozoalaryň – ýeke öýjükli organizmleriň), wiruslara ýada ölüm rakleriň ulalmagyny haýalladýan ýada

ösüşini doly saklaýan, ýokary fiziologik işjeňligi bilen tapawutlanýan olaryň modifikasiýalarydyr”.

Antibiotikleriň önüm çalşygynyň beýleki önümleri (spirtler, organiki kislotalar) bilen deňşdireniňde, özboluşly aýratynlyklary olaryň iňňän ýokary biologik işjeňligi bilen baglydyr. Mysal üçin, eritromisiniň minimal konsentrasiýasy (0,01-0,25 mkg/ml) köp sanly grampoložitel görnüşleriň ösüşini basýar.

Antibiotikleriň öýjükleri zaýalaýjy täsiriniň mehanizmleri dürlüdür. Aýry-áýry antibiotikler (penisillinler, nowobiosin, sefalosporinler) öýjük diwarjagazlarynyň emele gelmegini basýarlar, beýlekiler (streptomisin, polimiksinler) membranalaryň syzdyryjylygyny üýtgedýärler; üçünjileri (gramisidinler) okisleýji fosforlamany basýar; ribosomlarda protein sinteziniň aýry-áýry tapgyrlaryny basýar; szaserin we sarkolizin – nuklein kislotalarynyň sintezi proseslerinde bozulmalara getirýär we başg.

Antibiotikleri toparlara bölmekde birnäçe çemeleşmeler bar, ýagny olary produsentiň görnüşine, gurluşyna, täsiriniň häsiýetine görä bölýärler. Himiki gurluşy boýunça asiklikli (halkasyz), alisiklikli antibiotikler, hinonlar, polipeptidler we başg. mälimdir. Biologiki täsiriniň dürlüligi boýunça antibiotikleri birnäçe toparlara bölüp bolýar:

- täsiriniň dürlüligi köp bolmadyk antibakterial antibiotikler (penisillin, eritromisin, gramisidin, basitrasin), grampoložitel mikroorganizmleriň (stafilokoklar, streptokoklar, pnemokoklar), ösmegini basýarlar, täsiri köp dürli (streptomisin, tetrasiklinler, neomisin, hloromisetin), hem grampoložitel, hem gramotrisatel mikroorganizmleri basýan (içege taýajygy, difteriýa, garyn garahassalygy);

- mikroskopik kömelekler garşy täsir ediji antibiotikler, kömelege garşy, poliyen antibiotikleriniň topary (nistatin, grizeofulwin we başg.);

- adamyň we haýwanlaryň çiş öýjüklerine hem-de mikroorganizmlere täsir ediji antibiotikler (aktinomisinler, mitomisin we başg.).

Häzire çenli 6000-den gowrak antibiotik ýazylyp beýan edilendir, emma olaryň diňe 150-ä golaýy ulanylýar, çünki olaryň köpüsi adam üçin ýokary zäherlilige eýedir, beýlekileri organizmde işjeňligini (aktiwligini) ýitirýärler.

Antibiotikler adam durmuşynyň köp çygyrlarynda giňden ulanylýar: lukmançylykda, azyk we konserwa senagatynda, oba hojalygynda. Antibiotikleriň açylmagy lukmançylykda öwrülişige getirdi. Bakterisid we bakteriostatik täsirli antibiotikleriň ulanylyşy giňden mälimdir; antibiotikler sebäpli köp ýokanç keseller bejerip bolýan derejesine getirildi (mergi, inçekesel, öýken sowuklamasy, garyn garahassalygy, holera we başg.). köp ýyllaryň dowamynda antibiotikleri oba hojalygynda oba hojalyk mallarynyň ösüşini stimullerleýji maddalar hökmünde, haýwanlaryň we ösümlikleriň kesellerine garşy göreş serişdeleri hökmünde ulanyp gelýärler. Antibiotik maddalar birnäçe ajatma önümçiliginde hem-de konserwa senagatynda del mikroflora bilen göreşmekde hem ulanylýar. Emma, antibiotikleri uzak wagtyň do-

wamýnda we gözegçiliksiz ulanmaklyk mikrob populýasiýalarynda konýugasiýa döwründe plazmidiň kömegi bilen bir bakteriýa öýjüginde beýlekä geçýän antibiotiklere durnuklulygyň R-factorynyň giňden ýaýramagyna getirýär. Antibiotiklere durnuklylygyň ýüze çykmagyna garşy göreş serişdesi bolup, olaryň esaslandyrylyp we berk gözegçilikde hem-de durnukly görnüşlere görä biologik işjeňlige eýe bolan täzesiniň, modifisirleneniniň ulanylmagydyr. Mikrob dünýäsiniň dürli wekillerinde antibiotikleri sintezläp bilmek ukyby giňden ýaýrandyr. Mikroorganizmleriň taksonomik ýagdaýy we şol ýa-da beýleki antibiotigi sintezlemäge bolan ukybynyň arasynda arabaglanyşyk ýokdur. Mysal üçin, haýsydyr bir topara degişli mikroorganizmler himiki gurluşy we täsiri boýunça dürli antibiotikleri we şol bir antibiotigi sintezläp bilerler. Antibiotikleriň produsentleri bakteriýalar, aktinomisetler, miselli kömelekler bolup bilerler.

Bakteriýalaryň sintezleýän antibiotikleriniň alty ýüze golaýy ýazylyp beýan edildi. Bu antibiotikler himiki gurluşy boýunça polipeptidlere we pes molekulyly proteinlere degişlidirler. Emma, senagat möçberinde öndürilýän bakterial antibiotikleriniň sany köp däl. Olaryň iň wajypalary: gramisidin (*Bacillus brevis*), polimiksinsler (*Bac. polymyxa*, *Bac. circulans*), basitrasinsler (*Bacillus licheniformis*), nizinlerdir (*Streptococcus lactis*).

Senagatda öndürilýän antibiotikleriň hem-de giňden ulanylýanlarynyň iň köp sanyny (70%-den gowragyny) aktinomisetler sintezleýärler. Olaryň arasynda birnäçe toparlara degişli bolan dürli himiki gurluşly antibiotikler: a) aminoglikozidler – streptomisin (*Streptomyces griseus*), neomisinler (*Streptomyces fradiae*, *Str. albobrevigolus*), kanamisinler (*Str. kanamyceticus*), gentamisinler (*Micromonospora purpurea*) we başg.; b) tetrasiklinler – hlortetrasiklin (*Str. aureofaciens*), oksitetrasiklin (*Str. rimosus*); c) aktinomisinler – gurluşy boýunça ýakyn bolan mikroorganizmleriň sintezleýän serişdeleri, şol sanda (*Streptomyces antibioticus*, *Str. chrysomallus*, *Str. flavus*); d) makrolidler – eritromisin (*Streptomyces erythreus*), oleandomisin (*Str. antibioticus*), magnamisin (*Str. halstedii*), filipin (*Str. filipensis*); f) anzamisinsler – streptowarisinsler (*Str. spectabilis*), rifamisinler (*Nocardia mediterranea*), galamisinler (*Micromonospora halophytica*), naftamisin (*Str. collinus*) we başg.

Miselli kömelekler hem ýeterlik köp sanda antibiotikleri (1200-e golaý) produsirleýärler. Olaryň arasynda iň bellileri: penisillinler (*Penicillium chrysogenum*, *P. brevicompactum*, *Aspergillus flavus*, *Asp. nidulans*), sefalosporinler (*Cephalosporium acremonium*), fumalgin (*Aspergillus fumigatus*), grizeofulwin (*Penicillium nigricans*, *P. griseofulvum*), trihosetindir (*Trichothecium roseum*).

Mikrob öýjükleriniň antibiotikleri sintezlemegi – bu organizmiň ewolýusiýasy prosesinde ýüze çykan we berkidilen özboluşly madda çalşygydyr. Her bir mikrob görnüşi bir ýa-da birnäçe anyk antibiotik maddany emele getirmäge ukyplydyr. Tebigy çeşmelerden bölünip alnan “ýabany” diýilýän şamlar gowşak antibiotik işjeňlige eýedirler. Senagatda produsent hökmünde ilkibaşdaky şamlara görä 100-

1000 esse ýokary antibiotik işjeňlige eýe bolan şamlary ulanýarlar. Bu beýleki köp sanly biotehnologik proseslerde bolşy ýaly, iki hili usul bilen: organizmleri genetiki kämilleşdirmek we fermentlemäniň şertlerini optimizlemek arkaly amala aşyrylýar.

Antibiotikler – bu mikroorganizmleriň ikilenji madda çalşygynyň önümleridir (idiolitleridir). Antibiotik maddalaryň produsentleriniň ösüşiniň häsiýetli aýratynlygy aýyk bildirýän iki fazalygyndadyr: mikroorganizmleriň ösüşiniň birinji fazasynda biomassanyň toplanmagy, ikinjide bolsa antibiotigiň sintezi bolup geçýär. Munda antibiotigiň önüm çalşygy ýaly produsente ingibirleýji täsirini göz önünde tutup, bu iki fazalylyga deň (adekwat) fermentleme şertlerini döretmek örän wajypdyr.

Antibiotikler senagatynyň döredilmegi biziň asyrymyzyň biologiýasynyň iň iri üstünlikleriniň biridir. Bu önümçiligi guramak hereket edýän mikrobiologik senagatynda düýpli öwrülişikleri geçirmegi talap etdi, munda biotehnologik prosesiň ähli basgançaklarynda sterilliligiň şertlerini gysarnyksyz berjaý etmeli boldy, ýokary gazo-dinamiki häsiýetnamaly netijeli enjamlar, güýçli köpürjik emele gelmegine garsy göreş serişdeleri, arassalygy örän ýokary bolan antibiotikleriň steril serişdelerini almak usullary işlenip düzüldi we döredildi. Bu üstünlikleriň könedan bari hereket edýän we mikroorganizmleriň ýaşayşyna esaslanan biotehnologik proseslere ýaýradylmagy we ulanylmagy häzirki zaman biotehnologiýasynyň emele gelmeginde uly orun eýeledi.

Antibiotikleri öndürmek prosesinde iýmitlendiriji gurşawy dogry saýlap almak örän uly ähmiýete eýedir. Ulanylýan mikroorganizmiň tebigatyna baglylykda, uglerodyň çeşmesi hökmünde dürli substratlary peýdalanmak bolar. Mysal üçin, penisillini almak üçin uglerodyň we energiýanyň iň gowy çeşmesi glýukoza we laktozadyr, gramisidini almak üçin gliserin we ýantar kislotasynyň duzlarydyr, streptomisini we neomisini almak üçin bolsa – glýukozadyr. Her bir aýratyn produsent üçin gurşawyň düzümi işlenip düzülende, diňe bir uglerod substratynyň görnüşini aýrybaşga saýlaman, eýsem onuň konsentrasiýasyny hem saýlaýarlar. Azodyň çeşmesi hökmünde produsentleriň köpüsi onuň gaýtarylan (dikeldilen) görnüşini (ammoniy we aminokislotalary), emma olaryň käbiri nitratlary gowy ulanýarlar.

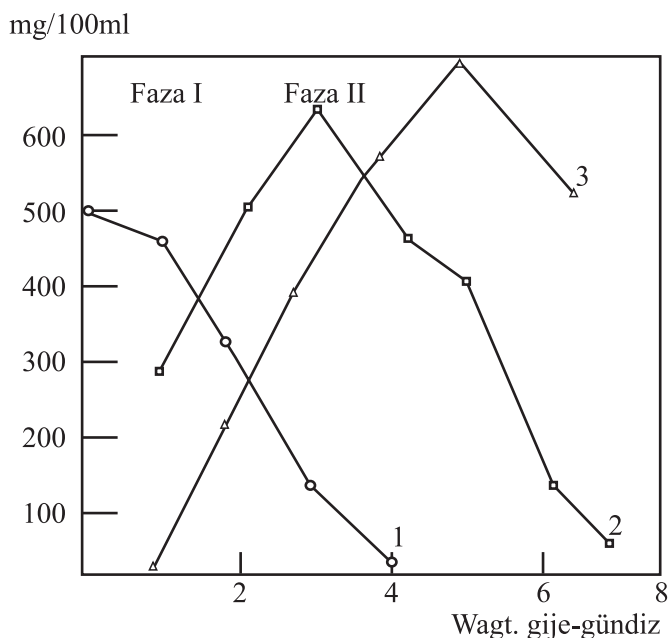
Haçan-da azodyň çeşmesi hökmünde aminokislotalary, polipeptidleri ýa-da proteinleri ulanmaly bolanda bugdaý we mekgejöwen ununy, maýa biomassasynyň ekstraktlaryny ulanýarlar. Fosforyň hem-de beýleki mineral elementleriň (kükürt, marganes, demir, kobalt we başg.) gurşawyndaky konsentrasiýa hem uly ähmiýete eýedir. Birnäçe ýagdaýlarda antibiotik maddanyň çykymyny düýpli art-dyrmagy takyk bir antibiotigiň çig malyny gurşawa girizmek arkaly gazanýarlar. Antibiotikleriň sintezi wagtynda köpürjikleriň ýokary depginlerde emele gelýän

ýagdaýlarynda gurşawyň düzümine köpürjik ýatyryjylary goşýarlar (ösümlük we haýwan ýaglary, mineral ýaglar).

Gurşawyň düzüminden başga-da, antibiotikleriň çykymyna her haýsyna aýratynlykda saýlanylýan, her bir produsente indiividual berilýän gurşawyň beýleki fizika-himiki faktorlary bolan pH, temperatura, kislorod bilen üpjün edilişi antibiotikleriň çykymyna uly täsir edýär.

Fermentlemäniň öňündäki basgançakda muzeý ösdürmesinden inokulyaty we iýmitlendiriji gurşawy alýarlar. Tehnologik enjamlar we gurşaw sterilleşdirilenden soň, fermentleýjä inokulyatyň talap edilýän mukdaryny girizýärler we fermentleme prosesini başlaýarlar. Senagatda dürli görümdäki, 0.5 m³-dan 100 m³ çenli we ondan ýokary görümlü enjamlar ulanylýarlar. Fermentlemäniň barşynda ösdürme gyzdyrylan sterillenen howa bilen üznüksiz howalandyrylýar. Gurşawyň temperaturasy, pH we beýleki parametrleri awtomatik, anyk antibiotigiň önümçiliginiň reglamentine görä sazlanýar.

Fermentleme prosesi berk steril, çuňlukda, kislorodly we döwürleýin ösdürmede amala aşyrylýar we aýkyl bildirilýän iki fazaly häsiýete eýedir (3.6-njy surat). Balansirlenen ösüşiň birinji fazasy (tropo-faza) produsentiň biomassasynyň uglerod substratynyň biomassasynyň uglerod substratynyň hem-de azodyň, fosfatlaryň we başgalaryň harçlanmagynyň fonunda produsentiň biomassasynyň tiz toplanmagy bilen häsiýetlendirilýär.



3.6-njy surat. Streptomyces fradiae 3535-iň ösüş prosesi we neomisiniň emele gelşi (Waksmanyň maglumaty boýunça, 1953):

1 – glýukoza, 2 – miseliý, 3 – neomisin

Munda pH-nyň ululygynyň belli bir derejede üýtgemeginiň bolup geçme-
gi mümkin, antibiotikleriň sintezi bolup geçmeýär ýa-da olar sähelçe mukdarda
emele gelýärler. Prosesiň ikinji fazasynda (idio-faza) biomassanyň artmagy tog-
taýar we ösdürmede öýjükleriň konsentrasiýasynyň populýasiýanyň käbir bölegi-
niň ölmegi we lizisi sebäpli, birneme aşaklamagy mümkin. Munda gurşaw ölen
öýjükleriň awtoliz we çalyşma önümleri bilen baýlaşýar we antibiotikleriň işjeň
sintezi başlanýar. Bu tapgyrda örän wajyp zat köpürjiklemäni ýatymagy dogry
ýola goýmakdyr. Himiki tebigatly köpürjik ýatyryjylar bilen bir hatarda goşmaça
ýörite gurluşly mehaniki köpürjik ýatyryjylary hem ulanýarlar. Köplenç ýagdaý-
larda, antibiotikleri ösdüriji gurşawa bölüp çykýarlar, ýöne olaryň öýjügiň içinde
saklanmagy hem mümkindir. Antibiotigiň belli bir ýere berkidilmegi hem-de onuň
ulanylmak çygyrlary fermentleme soňy stadiýanyň aýratynlygyny kesgitleýärler.
Eger-de antibiotik öýjüklerde bolsa, işläp taýýarlamanýň birinji basgançagynda
biomassany ösdüriji suwuklykdan bölüp aýyrýarlar (süzmek ýa-da sentrifugirle-
me arkaly); soňra öýjükler weýran edilenden soň, antibiotigi ekstragirleýärler we
ereýän faza geçirýärler. Soňra bu ergini hem-de ösdüriji gurşawlary (eger antibiotik
idio-faza prosesinde öýjüklerden bölünip aýrylyp, gyrşawa geçýän bolsa) taýýar
önümi almak üçin dürli usullar bilen ekstragirleýärler, bölýärler, arassalaýarlar
we goýaldýarlar. Antibiotikleri bölüp almagyň we arassalamagyň aýratynlygy su-
wuklandyrylan ilkibaşdaky erginler (1%-e golaý) we antibiotigi fermentlemeden
soňky döwürde inaktiwirmek mümkinçiligine baglydyr. Fermentlemeden soňky
döwürde geçirilýän prosesleriň maksady arassalygy ýokary derejede bolan steril
serişdeleri almakdan ybaratdyr. Aýratyn berk talaplar lukmançylykda ulanylýan an-
tibiotiklere bildirilýär. Şonuň üçin lukmançylyk antibiotiklerini bölüp almak, aras-
salamak, goýaltmak, guratmak hem-de ölçäp gaplamak we gaplamak aseptik şert-
lerde amala aşyrylýar. Taýýar önüm pugta biologik we farmakologik gözegçiligine
duçar edilýär. Biologik gözegçilik serişdäniň sterillik derejesini kesgitleýär. Farma-
kologik gözegçiligiň barşynda serişdäniň zäherliligini, partlaýjylygyny, zäherlilik
döredijiligini we başgalary hemme taraplaýyn synaýarlar, antibiotigiň bir gezekde
kabul edilýän dozasy, synag geçirilýän haýwanlaryň doly we 50%-ni öldürýän
dozasy kesgitleýärler. Antibiotik maddanyň derman serişdesiniň taýýar görnüşi
biologik işjeňligi we taýýarlanan senesi görkezilip, alyja ýetirilýär.

Lukmançylyk üçin niýetlenilmedik oba hojalygynda ulanylýan antibiotikler
hem berk reglamentirlenen ösdürmeleriň şertlerinde alýarlar, ýöne taýýar önüm
produsentiň biomassasynyň ýa-da ösdüriji gurşawynyň guradylan görnüşinden
ybaratdyr. Şeýle serişdede antibiotikden başga-da, beýleki biologik işjeň madda-
lar (B toparynyň witaminleri, fermentler, witaminler, aminokislotalar) hem bol-
ýarlar.

Ot-ýymlik antibiotik serişdeleriň arasynda iň bellileri hlortetrasikliniň önümle-
ri bolan biowit we biomisindir hem-de grizin, basitrasin, gigromisin we başga kesel

dörediji mikroorganizmleriň ösüşini haýallatmak, şonuň bilen birlikde keselliligi we ölüm-ýitimi azaltmak bilen, antibiotikler haýwanlaryň we guşlaryň ösüşini çaltlaşdyrýarlar. Mysal üçin, antibiotikleriň doňuzdarçylykda ulanylmagy berilýän iýmiň 5-10%-e azalmagyny, doňuzlaryň her müňüsiniň goşmaça agramynyň bolsa, 120 g artmagyny üpjün edýär. Antibiotikleriň guzlaýan towuklaryň iýmine goşulmagy her 1000 towukdan goşmaça ýylda 15 müň ýumurtga almaga mümkinçilik berýär. Soňky 25 ýylyň dowamynda antibiotikleri döredijileri mikroorganizmler bolan fitopatogenler bilen göreşmek üçin ulanýarlar. Antibiotik maddalary ösümlikleriň wegetatiw böleklerine hem-de tohumyna ýa-da topraga sepýärler. Fitopatogen mikroorganizmlere saýlap-seçiji täsir etmegi sebäpli antibiotikler ösümliklere zyýan ýetirmän, kesel dörediji mikroorganizmleriň ösüşini haýalladýarlar ýa-da olary öldürýärler. Iň güýçli fitopatogen serişdeler trihosetin, polimisin, fitobakteriomisin, grizeofulwindir.

Täze antibiotikleriň produsentleriniň gözlegi üznüksiz dowam etdirilýär. Öý-jük we genetiki inženeriýanyň iň täze usullarynyň ösdürilmegi bilen ýokary önümlilikli şamlary almagyň perspektiwalary açylýar. Antibiotik maddalaryň tebigatyny kämilleşdirmekden, enjamlary we tehnologiýalary optimizleşdirmekden başga-da, serişdeleriň ilkişadakylardan has gymmatly häsiýetler bilen tapawutlanýan täze dürli görnüşlerini almak üçin antibiotikleriň modifikasiýasy diýilýäni we ýarym sintetik usullar uly ähmiýete eýedir. Mikrobiologik usul bilen alnan antibiotikleri himiki modifikasiýa duçar edýärler, netijede, fiziologik häsiýetleri has açyk ýüze çykýan serişdeleriň alynmagy mümkindir.

IV. INŽENER ENZIMOLOGIÝASY

1960-njy ýyllaryň ahyrynda, 1970-nji ýyllaryň başlarynda tehniki biohimiýanyň, himiki tehnologiýanyň, himiki enzimologiýanyň we birnäçe inžener ylymlarynyň binýadynda biotehnologiýanyň täze ylmy-tehniki ugry – inžener enzimologiýasy döredi, bu ugra fermentleri almagyň, arassalamagyň, stabilleşdirmegiň (durnuklaşdyrmagyň) we ulanmagyň usullarynyň ulgamyny degişli edýärler. Inžener enzimologiýasynyň esasy meselesi fermentleriň we ferment kompleksleriniň esasynda berlen häsiýetleri bolan bioorganiki katalizatorlary konstruirlemek we şolaryň binýadynda dürli netijeli we ekologik arassa biotehnologik prosesleri işläp düzmekdir. Ferment kataliziniň ýokary substrat aýratynlygy we adaty basyşda we fiziologik temperaturalarda reaksiýalary onlarça we yüzlerçe esse çaltlaşdyrmaga bolan seýrek düş gelýän ukyby önümleri ýokary çykymda almaga we amaly taýdan galyndysyz işleýän, daşky gurşawy hapalamaýan biotehnologik prosesleri döretmäge mümkinçilik berýär.

Ferment kataliziniň esasynda işleýän netijeli biotehnologik prosesler adam durmuşynyň dürli ugurlaryndan azyk senagatynda, energetikada, lukmançylykda, bioelektrokatalizde we mikroelektronikada barha giňden ulanylýar.

4.1. Fermentleriň alnyşy we ulanylyşy

Fermentler – bu organizmleriň öýjükleriiniň we dokumalarynyň işläp çykarýan protein tebigatly özboşlugy katalizatorlarydyr. Olar ahyrky maddalaryň düzümine girmezden himiki we biohimiki reaksiýalaryň tizligini birnäçe esse tizleşdirip bilýärler. Amaly taýdan fermentleri ulanmaklyk olaryň ýokary katalitik işjeňligine we biologik däl katalitik ulgamlara garanynda has ýokary substrat aýratynlygyna (spesifikalylygyna) esaslanandyr. Fermentleriň çeşmesi bolup, ösümlük we haýwan dokumalary, mikroorganizmler hyzmat edýärler. Fermentleriň himiki sintezi senagat möçberinde örän çylşyrymly, gymmat we ykdysady taýdan amatsyzdyr. Fermentleri almagyň mikrobiologik usuly geljegi has uly bolan usuldyr. Onuň artykmaçlyklary şulardan ybarat: 1) mikroorganizmleriň sintezleýän fermentleriniň assortimentiniň (sortlulygynyň) bollugy, 2) fermentatiw ulgamlaryny we öndürilýän serişdeleriň düzümini dolandyrmak mümkinçilikleri, 3) mikroorganizmleriň ýokary tizlikde köpelmegi we dürli substratlary, şol sanda aňsat tapylýan we arzan substratlary ulanmak mümkinçiligi. Fermentler mikrob öýjükleriniň içinde çäklendirilip bilner, şeýle-de töwerekdäki gurşawa bölünip aýrylyp biler. Töwerek gurşawundaky fermentleri bölüp almak aňsat bolýar, şonuň üçin senagatda, köplenç, öýjükden daşary fermentleri öndürýärler. Häzire çenli ýazylyp beýan edilen 2000-den gowrak fermentlerden amaly ähmiýete olaryň bary-ýogy 50-ä golaýy eýedir.

Häzirki zaman toparlara bölmek düzgünine laýyklykda, ähli fermentler 6 topara bölünýär: oksireduktazlar, transferazlar, gidrolazlar, liazlar, izomerazlar we lipazlar (sintetazlar).

Gidrolitik däl fermentler – oksidoreduktazlar, liazlar, izomerazlar we ligazlar seýregräk ulanylýarlar. Has giňden peptidler, glikozidler we beýleki birleşmeler bilen suwuň gatnaşmagynda täsirleşýän mikrob gidrolazlar ulanylýarlar. Gidrolazalaryň arasynda has giňden glikozidazalar, proteinazlar, lipazlar ulanylýarlar.

Glikozidazlar glikozid birleşmeleriň gidrolizini katalizleýärler. Mysal üçin, krahmaly onuň produsentleri bolan dürli mikroorganizmler (*Bacillus*, *Aspergillus*) amilazlar gidrolizleýärler, dekstrany glikozid baglanyşyklary bilen özara täsirleşýän dekstranaza *Penicillium purpurogenium* sintezleýär, pullany, glikogeni, dekstrini gidrolizleýän pullonazany *Klebsiella* bakteriýalary produsirleýärler, inwertazany *Aspergillus* maşgalasynyň dürli wekilleri sintezleýärler, işjeň proteinleriň çylşyrymly kompleksleri bolan sellýulolitik fermentler sellýulozanyň molekulasynyň dürli böleklerine täsir edýärler. Fitopatogen kömelekler bolan *Fusarium oxysporum*, *Erwinia pektinolitik* fermentleri emele getirýärler, kislorodsyz gurşawda ösdürilýän *Clostridium felsineum* bakteriýalar poligalakturonazany, pektinesterazany produsirleýärler. Netijede, peptidleri we erkin aminokislotalary emele getirýän proteinleriň peptid baglanyşyklarynyň üzülişini katalizleýji proteinazalar örän köp dürlüdürler. Dürli mikroorganizmleriň proteinazalary öz häsiýetleri bilen tapawutlanýarlar, proteinazalaryň produsentleriniň arasynda *Aspergillus*, *Actinomyces*, *Clostridium*, *E.coli* ýaly bakteriýalar bardyr. Triasilgliserollaryň gidrolizini ýag kislotalarynyň we gliseriniň emele gelmegi bilen amala aşyrýan lipazalaryň produsentleri bolup *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Geotrichum*, *Candida* ýaly dürli mikroorganizmler hyzmat edýärler. *Clostridium*, *Bacillus* bakteriýalarynyň sintezleýän fosfokinazalary ýag kislotalarynyň, gliseriniň we fosfatid kislotasynyň arasyndaky çylşyrymly baglanyşyklary üzýärler.

Fermentleri ulanmaklyk öz taryhyny uzak geçmişden alyp gaýdýar. Tebigy ösümlik materiallaryndaky käbir fermentleýji maddalar köne wagtlardan bäri adam tarapyndan piwo, spirt içgilerini almakda, çörek we süýt-gatyk önümlerini öndürmekde ulanylyp gelnipdir. Bilim almakda we bu tehnologik prosesleriň ylmy esaslaryny işläp düzmekde adamlaryň kollektiw tejribesine esaslanan amalyýeti has önürdipdir. Ferment serişdelerini tebigy ösümlik çig malyndan almagyň senagat pudagy diňe XIX asyryň ahyrlarynda dörap başlady, häzirki döwür inžener enzimologiýasynyň eýýamy bolsa bary-ýogy 30 ýyl mundan ön başlandy. Şeýle-de bolsa, fermentler biziň durmuşymyza şeýle bir giňden aralaşypdyr we dürli senagat pudaklarynda şeýle bir giňden ulanylýar, hatda, biziň ýaşayşymyzy olarsyz göz önüne getirmek mümkin hem däl. Fermentleri senagat möçberlerde öndürmek we olary dürli tehnologik proseslerde ulanmak häzirki wagat täze biotehnologiýanyň iň wajyp

bölmeleriniň birini düzýär. Azyk senagatynyň dürli pudaklarynda fermentler ägirt uly ähmiýete eýedirler. Çörek bişirmekde amilazalar hamyryň ýetşmegini çaltlaşdyrýar we hilini gowulandyrýar, olary toşaby, dekstrini, ereýän krahmaly almakda hem ulanýarlar. Kömelek amilazalaryny solodyň (ösümlükleriň piwo, spirt taýýarlananda ulanylýan iri üwelen dänesi) deregine ulanýarlar, laktazany süýt gandyň süýtdeň aýyrmak üçin, saharozanyň kristallaşmagynyň önüni alyjy serişde bolan gandyň inwertazasyny süýji-köke senagatynda ulanýarlar. Fermentleriň toplumy bolan sitazalary miwe-gök önümlerinden şerbedi doly ekstragirläp almak üçin hem-de efir ýaglaryny almak üçin ulanýarlar. Kömelek glikozidazalary önümleri gandyň galyndylaryndan boşadyp, olary saklamagyň wagtyňy köpeldýärler. Katalazanyň kömegi bilen önümlerden wodorodyň öte turşusyny aýyrýarlar, sellýulazany, kar-toşkanyň we dänäniň krahmalyny ganda öwürmek üçin hem-de suwotulardan alynýan agar-agaryň çykymyny köpeltmek üçin ulanýarlar. Mikroblaryň emele getiren proteolitik fermentlerini peýnir taýýarlamakda rennin bilen çalyşýarlar. Lipazalary gury süýt öndürmekde we peýnir taýýarlamakda peýniriň ýetşmegini çaltlaşdyrmak üçin ulanýarlar.

Pektinolitik fermentleri köpden bäri zygyryň sypalyny işlemek we ondan süýüm almak üçin ulanýarlar. Amilolitik fermentleri dokumalardan (matalardan) ýelimi aýyrmak (ýylmama) üçin ulanýarlar, käbir proteinazalary çig ýüpekden serisini (ýüpegiň belogy) aýyrmak we ýüpek süýümlerini çig ýüpekden saýlamak üçin ulanýarlar, süýümleri ýagsyzlandyrmak üçin lipazalary ulanýarlar. Gaýyş-teletin senagatynda proteolitik fermentleriň kömegi bilen eýlemek üçin taýýarlanan derileri gylsyzlandyrýarlar we olary ýumşadýarlar hem-de ýokary hilli ýüň almak prosesini çaltlaşdyrýarlar. Ferment serişdeleri oba hojalygynda ot-ıým önümçiliginde ulanylýar. Pektinazalar we gemisellýulazalar ot-ıýmleriň elýeterliligini we siňdirlişini ýokarlandyrýarlar, kyn siloslanýan we siloslanmaýan gök otlaryň siloslanma prosesini çaltlaşdyrýarlar.

Fermentler takyk organiki sintezde dürli çylşyrymly maddalary (aminokislotalary, peptidleri, nukleotidleri, ýarym sintetik antibiotikleri) almak proseslerinde hem-de lukmançylykda barha giňden peýdalanylýarlar. Birnäçe fermentleri kähatlarda ýüze çykýan ferment ýetmezçiliginiň öwezini dolmak üçin “orunbasarly” terapiýa diýilýäninde ulanýarlar. Mysal üçin, proteinazanyň serişdeleri iriňli ýaralary we ýanyklary bejermegiň barşynda gan barmaýan dokumalary aýyrmak üçin ulanýarlar. Leykozly öýjükler zerur bolan asparagini böleklere bölýän bakterial asparaginazany birnäçe çiş kesellerinde ulanýarlar. Proteinazanyň serişdeleri (terilin we streptokinaza) trombolitik täsire eýe bolanlygy üçin trombozlara garşy ulanylýarlar. Holesterinesteraza içki gan damarlarynyň iç ýüzünde berkidilen holesterini gidrolizleýär. Analitikada, mikroanalizde, bioelektrokatalizde ulanylýan ýokary derejede arassalanan fermentler aýratyn uly ähmiýete eýedirler.

Şeýlelikde, öndürilýän fermentleriň göwrümleri we dürlüligi hem-de ulanylýan çygyrlary ýyldan ýyla giňelýär.

Dürli-dürli fermentleri almak üçin çeşme bolup hyzmat edýän mikroorganizmler berlen organiki maddalary sintezlemek ukyplary boýunça biri-birlerinden düýpli tapawutlanýarlar. Bu tapawutlar sintezlenýän fermentleriň assortimentinde şol ýa-da beýleki mikrobyň görnüşi bilen, şeýle hem olaryň işjeňliginde we ilkişadaky häsiýetlerinde ýüze çykýarlar. Fermentler – protein tebigatly maddalardyr, şonuň üçin beýleki proteinler ýaly, olary anyklamak mümkin däl. Reakcion massada fermentiň bardygyny onuň katalizleýän reaksiýasynyň geçýändigini boýunça, mukdar taýdan fermenti emele gelen maddanyň mukdary ýa-da bolmasa, ilkişadaky substratyň harç edilişi boýunça hasaplaýarlar. Kabul edilen işjeňligiň standart birligi diýilýäni (E ýa-da U) – bu berlen şertlerde her minutda substratyň 1 mikromolyny katalizirleýän fermentiň mukdarydyr.

Gerekli fermentiň produsentini, ýagny iň işjeň produsentini, saýlap almaklyk ösdürmeleriň ägirt uly sanynyň işjeňligini barlamak bilen baglanyşyklydyr. Tebigy şamlar, adaty, fermentleri artykmaç mukdarda sintezlemeyärler, çünki olaryň sintezi genleriň berk kontrolygynda saklanylýar. Kadadan çykma hökmünde konstitutiw fermentleri, mysal üçin, ösüşiň islendik şertlerinde köp mukdarlarda sintezlenýän geksozamonofosfat ýolunyň fermentlerini mysal getirip bolar. Mikrob kolleksiýalaryndan ýa-da tebigy çeşmelerden bölünip alnan fermentleriň konstitutiw fermentleri produsirleýän iň işjeň şamlaryny saýlamak bilen bir hatarda, öýjükleriň fermentleme şertleriniň ýa-da öýjükleriň gen aparatynyň üýtgemegi netijesinde sintezleýän indusibel we repressibel fermentlerini ulanýarlar. Indusibellere söwda nukdaýnazaryndan gymmaty bolan fermentleriň köpüsi degişlidir.

Induksiýa – bu katabolik ýollar üçin hemmetaraplaýyn gözegçilikdir. Indusibel fermentleri almak üçin fermentleme prosesini substrat-induktoryň gatnaşmagynda geçirýärler. Mysal üçin, amilazalary almak üçin gurşawa krahmaly, ribonukleazalary – RNK, lipazalary – ýaglary, inwertazalary – saharozany we başgaly berlen sybstrata jogap hökmünde indusirowanno sintezirlenmek ukyby netijesinde dürli fermentleri almak üçin bir ösdürmäni ulanmak mümkindir (4.1-nji tablisa). Bu häsiýet senagatda dürli fermentleri almak üçin giňden ulanylýar.

4.1-nji tablisa

Çuň ösdüriminde proteolitik fermentleriň dürli induktorly gurşawlarynda *Actinomyces fradiae*niň sintezi (R.W. Feniksowanyň maglumaty boýunça, 1973)

Gurşawyň düzümi	Ösüşi, sagat	Protein, mg/ml	Isjeňligi, birl./ml		
			kazeinaza	elastaza	keratinaza
Duzlar, ýüň	72	0,5	0,1	0,2	0,2
Duzlar, krahmal, ýüň, ýantar kislotasy	72	0,9	1,5	2,9	3,4
Duzlar, krahmal, şah, ýantar kislotasy	72	1,1	2,3	5,3	6,0
Duzlar, krahmal, soýa uny	96	1,7	4,8	9,9	8,9

Ahyrky önüm bilen fermentiň sinteziniň repressiýasyndan (jezasyndand) önümiň toplanmagyna ýol bermän gutulyp bolýar. Auksotrof ştamlar ösdüriji faktorlaryň ýetmezçiliginde ösdürilip ýetişdirilende, ahyrky maddalaryň toplanmagy bolup geçmeýär we ferment derepressirlenýär. Munuň netijesinde maksatlaýyn fermentiň işjeňligini birnäçe esse ýokarlandyryp bolýar (4.2-nji tablisa). Fermentleriň sinteziniň derepressiýasyny bölekleyin auksotrof organizmi haýallyk bilen minimal gurşawda ösdürmek arkaly gazanýarlar. Ýöne, ol ösdüriji faktor bilen stimulirlenýär. Ahyrky önüm bilen repressirlenmeýän konstitutiw mutantlaryň emele gelmegi mümkin. Şeýle mutantlary ahyrky önümiň zäherli analogyna öwrenişdirip we soňra durnuklylygy seleksiýa geçirip alýarlar.

4.2-nji tablisa

**Auksotroflaryň ösüş faktorlary bilen çäklendirilip
ýymitlendirilende biosintetik fermentleriň derepressiýasy
(Wang we başgalaryň maglumatlary boýunça, 1983)**

Ösüş faktory	Derepressirlenen ferment	Işjeňliginiň artmagy
Leýsin	Gidroksiuksus kislotasynyň sintetazasy	40 esse
Tiamin	Tiamin sinteziniň 4 sany fermenti	1500 essä çenli
Biotin	7-oksi-8-aminopelargonat aminotransferaza	400 esse

Köp fermentler, esasan-da, katabolik indusibel görnüşli fermentler, öýjükleriň ýenillik bilen peýdaly ulanylýan substratlarda tiz ösmeginde repressirlenýärler. Katabolit repressiýadan gutulmak (dynmak) üçin gurşawa repressirleýji substraty girizmeýärler we katabolit repressiýa durnukly mutantlary ulanýarlar.

Fermentleriň çykymyny biotehnologiýanyň iň täze usullarynyň kömegi bilen köpeldip bolar. Plazmidleriň ýa-da transdisirleýji faglaryň kömegi bilen maksatlaýyn fermentleri kodirleýji genleriň nusgalygyny köpeldip bolar. Güýçli promotorlary DNK çatmak arkaly genleriň täsirlilikini hem güýçlendirmek mümkindir.

Genetiki faktorlardan başga-da, fermentiň önümliligine gurşawyň düzümi we mikroorganizmleri ösdürmegiň şertleri ägirt uly täsir edýärler. Munda gurşawda diňe bir induktoryň bolmagy fermentiň çykymyny köpeldip biler. Ýymitlendiriji gurşawyň hil we mukdar düzümi hem iňňän wajypdyr. Mysal üçin, Aspergillus maşgalasyna degişli zeň (heň) kömelekleriniň görnüşleriniň köpüsi saharozaly we nitratly Çapegiň ýönekeý sintetik gurşawynda ösýär. Emma, amilazanyň sintezi üçin saharozany krahmal bilen çalyşmaly we gurşawdaky uglerodyň we azodyň konsentrisiýasyny köpeltmeli bolýar. Şondan soň fermentiň işjeňligi üç esse artýar. Aminokislotalary solod (ösümlikleriň piwo, spirt taýýarlananda ulanylýan iri üwelen dānesi) şineleriniň ekstrakty görnüşinde goşulmagy fermentiň çykymyny goşmaça 4-5 esse ýokarlandyrýar. Ýymitlendiriji gurşawyň düzümini optimizirläp, amilazanyň işjeňligini 500 esseden gowrak artdyryp bolýar (4.3-nji tablisa).

Gurşawyň düzümi seçilip alnanda birnäçe görkezijiler göz önünde tutulýar: uglerodyň we energiýanyň çeşmesiniň görnüşi we konsentrasiýasy, ösüşiň faktorlary, mineral elementler, indusirleýji substratlar. Uglerodyň we azodyň çeşmeleri hökmünde, köplenç, dürli tebigy organiki çig mallar, ýagny krahmal, mekgejöwen ekstrakty, soýa uny, maýaly biomassalaryň gidrolizatlary ulanylýar. Uglerodyň, azodyň we ösüş faktorlaryndan başga, fermentleriň sintezine magniniň, margansyň, kalsiniň, demriň, sinkiň, misiň we başga mineral duzlary, olaryň köpüsi fermentleriň düzümine girýärler we olaryň häsiýetlerine uly täsir edýärler.

4.3-nji tablisa

Aspergillus oryzaeniň çuňňur ösdürmesinde gurşawyň düzüminiň α -amilazanyň sintezine täsiri (R.W. Feniksowanyň maglumaty boýunça, 1973)

Gurşawyň düzümi	Işjeňligi, birl./100 ml
%-li saharoza we 0.05%-li azotda Çapegiň gurşawy	20
%-li krahmalda we 0.15%-li azotda Çapegiň gurşawy	60
Şol gurşaw+solod şinesiniň 10 ml ergini	250-300
Şol gurşaw+solod şinesiniň 40 ml ergini	500-550
Optimal howalandyrylanda komponentleriň (C, N, S, P) konsentrasiýasy 1,5 esse	1000-1100

Fermentleriň biotehnologik önümçiligi iki usul bilen, ýagny ýüzleý we çuňlukda geçirilýän usullar bilen amala aşyrylýar. Gaty fazaly ýüzleý fermentleme produsenti ürgün gaty maddanyň ýuka ýüzünde ösdürip ýetişdirmekden ybaratdyr. Suwuk gurşawda çuňňur fermentlemäni hem döwürleýin prosesiniň netijesinde hemde akýan ulgamlary ulanyp geçirýärler.

Ýüzleý fermentlemede inokulýaty almak üçin sporaly materialy ýüzleý usul ýa-da çuňňur suwuk ösdürme şertlerinde muzeý ösdürmäni ösdürýärler. Soňra ekiş materialy metaldan ýasalan nowalarda ýa-da wertikal iki tarapy hem deňişdirilen kýuwetalarda ürgün gurşawlaryň ýüzünde amala aşyrylýan fermentleme döwrüne gönükdirýärler. Ösdürme esasyny ösdüriji maddalaryň çeşmesi bolan bugdaý kepegi, däne şulhasyndan ybarat gaty ýumşak gurşawyň ýüzünde geçirilýär. Gurşawy ýumşatmak üçin kepege agajyň ýonuşgalaryny (5-10%), süläniň şulhasyny goşýarlar. Awtoklawlaşdyrmakdan owal garyndyny 20-30%-e çenli çyglylandyrýarlar, we sterilleşdirme şertlerini gowulandyrmak üçin kislota goşýarlar. Ürgün gurşawy gyzyrdmaklygy ýiti bug bilen ýörite sterilizatorlarda gurşawy üznüksiz garyşdyrmak bilen amala aşyrýarlar, 105-140°C-de prosesini dowamlylygy 60-90 minut; 30°C çenli sowadylan gurşawa steril termolabil (gyzgynlyga çydamly) komponentleri girizýärler, inokulýaty (mukdary gurşawyň massasynyň 0,02-0,1%) el bilen tiz garyşdyrýarlar we nowajyklara 2-3 sm gatlaklarda ýerleşdirýärler, nowajyklary germetik ýapylýan howalandyrylýan, önünden sterilizlenen kameralara

ýerleşdirýärler. Gurşawyň ilkibaşdaky çyglylygy 58-60%, ösdürme temperaturasy 28-32°C, fermentlemäniň dowamlylygy 36-48 sagada golaýdyr.

Ilkinji 10-12 sagadyň dowamynda 28°C-de konidiýalaryň şinelemegi bolup geçýär. Indiki 14-18 sagadyň dowamynda miseliýniň çalt ösmegi amala aşyrylýar; bu döwürde gurşawdan termogeneziň maksimumynda iýmit maddalarynyň esasy mukdary harçlanýar. Howalandyrmak iň ýokary derejesine barýar (kameraňyň göwrüm/sagadyna sterillenen howanyň 60 göwrümüne çenli). Temperaturanyň ýokarlanmagy netijesinde konidiýalaryň guramagynyň önüni almak üçin howanyň çyglylygyny 100%-e çenli ýetirýärler. Howanyň köp sarp bolýandygy sebäpli, ony resirkulýasiýa (temperaturany sazlamak üçin howanyň tehnologik prosese ençeme gezek gaýtarylyp getirilmegi) etmek kabul edilendir. Aýlanýan howa sowadyjy ulgamdan geçýär we gaýtadan ulanylýar, peýdalanylýan bölegi süýümlü süzgüçlerde arassalanandan soň atmosfera zyňylýar. Bu döwürde fermentiň emele gelmek tizligi iň ýokary bahalara ýetýär. Ondan soňky 12-18 sagadyň dowamynda metabolizm prosesleri gowşaýar, emma fermentleriň sintezi heniz dowam edýär.

Miseliý gurşawyň gaty böleklerini gurşap alýar we mäkäm berkidýär, şonuň üçin maddalaryň kadaly transporty we okislenmegi üçin gurşaw ýeterlik derejede ýumşak we çygly bolmaly. Kislorodyň gaz fazasyndan netijeli transporty we gurşawda eremegi gaty ürgün gurşawyň ýuka gatlagynyň gowy howalandyrylýan şertlerinde bolup geçýär. Bu önümçilik meýdanlarynyň uly göwrümlerini ulanmak zerurlygyny ýüze çykarýar. Fermentlemäniň ýüzleý usuly köp mukdarda el zähmetini talap edýän eksteniw (hil taýdan däl-de, san taýdan artma, köpelme, giňelme) usul hasaplanylýar. Ýöne munda ol energiýany köp sarp etmeýär we çuňňur geçirilýän fermentlemä garanynda, önümiň gurşawyň massasynyň birligine görä ýokary çykymyny üpjün edýär.

Nowajyklaryň deregine suwly ganawjyklary (kýuwet) ulanyp geçirilýän fermentleme has kämildir. Konstruksiýa has doly howalandyrmany üpjün edýär we prosesi bölekleyin mehanizmleşdirmäge mümkinçilik berýär. Senagatda ulanylýan göwrümleýin howalandyryjy sütünli enjamlar gaty fazaly fermentlemäni ondan-da beter gowulandyryýar. Şeýle enjam deşik-deşik edilen öwrülişikli oklara berkidilen plastina bilen bölümlere bölünendir. Fermentlemäniň barşynda gurşaw aýlanýan garyşdyryjy gurluşlaryň kömegi bilen ýumşadylýar. Bu gatlagyň beýikligini 30 sm-e çenli ulaltmaga mümkinçilik berýär. Gurşawyň tarelkalara düşýän agram salynmasynyň düzgüni awtomatik berilýär. Enjamyň öndürijiligi her gije-gündizde 1 t ösdürime çenli barýar.

Fermentleme döwri gutarandan soň, ulalan ösdürme gurşawyň pökgeren böleklerinden emele gelen, ösen miseliý bilen dykyz baglaşan külçedir (şepbikdir). Bu massany dürli görnüşli owradyjylarda (deprek-dişli, şnekli, çekiçli) bölekleriniň ululygy 5-6 mm bolar ýaly maýdalaýarlar. Fermentleriň işjeňliginiň peselmeginiň

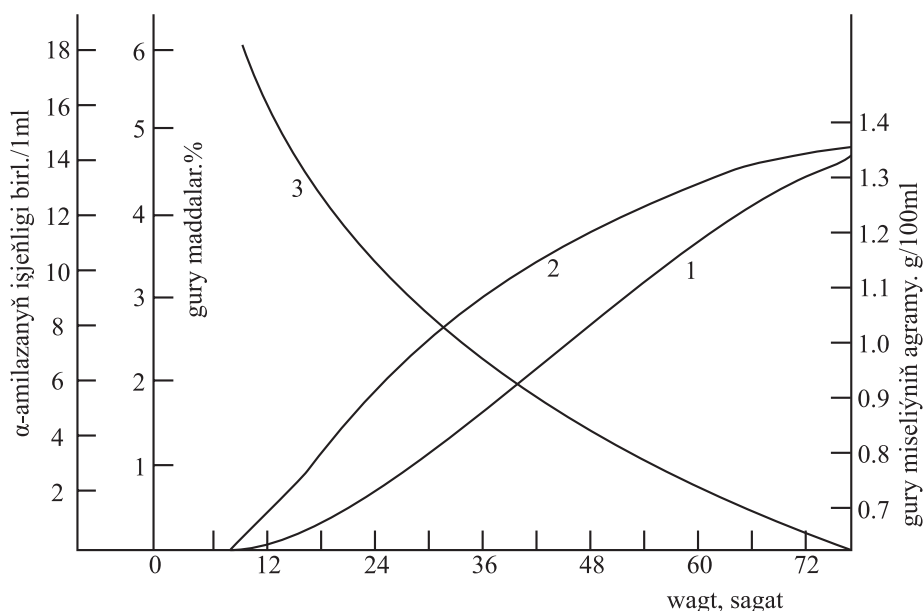
öňüni almak üçin massany onuň galan-gaçak çyglylygy 10-12%-e golaýlaýança guradýarlar. Dokma we teletin-gaýyş senagatynda ulanylýan tehniki serişdeleri köp gatlakly berk kraft-kagyz haltalara gaplaýarlar we ulanyjlara ugradýarlar. Fermentleriň arassalanan işjeň serişdelerini almak işi çylşyrymly we köp basgançaklydyr.

Goýberilýän ferment serişdeleriniň wajyp kadalaşdyrylýan (normirlenýän) görkezijisi 1 ml ferment ergininiň täsirinde 1 min. dowamynda geçýän reaksiýanyň optimal şertlerinde substratyň mikromollarda aňladylýan işjeňligidir. Şertli ferment serişdesiniň işjeňligi düşünjesi hem bardyr. Bu birlik standart şertli serişdede esasy ferment ulgamynyň işjeňligi boýunça hasaplanylýar. Şertli standart serişdäniň işjeňligi hökmünde onuň önümçilikde gazanylýan ortaça durnukly işjeňligi kabul edilýär.

Fermentleri almagyň çuňlukda geçirilýän usuly ýüzleý geçirilýän usul bilen deňeşdireniňde artykmaçlyklara eýedir, çünki fermentlemäniň gözegçilikde saklap bolýan şertlerinde geçýär, gol zähmetini aradan aýyrýar, prosesi awtomatlaşdyrmaga mümkinçilikler döredýär. Fermentleme üçin iýmitlendiriji gurşaw ulanylýan mikrob ösdüriminiň fiziologik talaplaryndan hem-de maksatlaýyn fermentiň görnüşinden ugur alyp taýýarlanylýar. Uglerodyň esasy çeşmesi hökmünde krahmalyň dürli sortlary (mekgejöwen, bugdaý, kartoşka), mekgejöwen ekstrakty, şugundyr löti hem-de glýukoza, maltoza, dekstrinler ulanylýar. Azodyň çeşmesi hökmünde organiki birleşmeleri (kazeiniň ýa-da mikrob biomassalarynyň gidrolizatlary) hem-de mineral duzlar (NaNO_3 , NH_4NO_3 , NH_4HPO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) ulanylýar. Sellýulolitik fermentleriň biosintezi üçin uglerodyň çeşmesi görnüşinde pagta, sypal, saman, sellýuloza; lipolitik fermentleriň biosintezi üçin lipidler ulanylýar.

Fermentlemäniň öňündäki döwürde tehnologiýa enjam we iýmitlendiriji gurşaw sterilleşdirilýär. Gurşaw 30°C -e çenli sowadylandan soň, oňa ösdürilen inokulýat (önümçilik ösdüriminiň göwrüminiň 2,5%) goşýarlar. Prosesi göwrümi 100 m^3 çenli bolan silindrlerde geçirýärler. Fermentiň sintezi çuňlukdaky ösdürimde 3-4 gije-gündiziň dowamynda sterillenen howanyň üznüksiz berilmeginde, gurşawyň pH-nyň we temperaturasynyň belli bir derejedäki durnuklylygynda geçirilýär. Bu parametrleriň sähelçe üýtgemegi fermentiň işjeňligini birnäçe esse peseldip biler.

Biomassanyň emele gelşiniň dinamikasynyň we α -amilaza fermentiniň *Aspergillus* ösdüriminiň esasynda çykymy 4.1-nji suratda görkezilendir. Birinji döwürüň dowamynda (24-30 sag) miseliý güýçli ösýär we ýeňil siňdirilýän substratyň tiz harçlanmasy bolup geçýär. Soňra gurşawa induktor girizýärler. Ondan soň maksatlaýyn fermentiň güýçli sintezi başlanýar. Wagtal-wagtal gurşawa sterillenen köpürjik ýatyryjyny, uglerod substratynyň goşmaça mukdaryny, pH-ny düzediji we durnuklaşdyryjy ergin goşýarlar.



4.1-nji surat. Miseliýniň ösüşi, α -amilazanyň emele gelşi we substratyň

A. Oruzaeniň çuň ösdürmesinde ulanylyşy

(R.W. Feniksowanyň maglumaty boýunça, 1973):

1 – α -amilaza, 2 – miseliý, 3 – gurşawyň gury maddalary

Produsentiň biomassasynyň emele gelmek wagtyna görä fermentiň önüminiň maksimumy bilen gabat gelmeýär, munda fermentiň emele gelmegi üçin şertler biomassanyň sinteziniň optimal režiminiň şertlerinden düýpli tapawut etmegi mümkindir. Şonuň üçin fermentleme prosesiniň geçişiniň barşynda gurşawyň şertlerine gözegçilik edilýär we üýtgedilýär. Iki sany yzygiderli enjamlarda geçýän basgançakly prosesler bellidir. Birinjide miseliýniň ösmegi üçin, ikinjide – fermentiň sintezi we toplanmagy üçin şertler döredilýär. Mysal üçin, *Bacillus coagulans* bakteriýa ösdürimini ulanyp, glýukozoizomerazany almak üçin senagat derejesinde akar düzgünler durmuşa girizildi. Fermentlemäni glýukozanyň we kislorodyň ýetmezçiliginde gurşawda (glýukozoizomerazanyň işi kislorodyň täsirinde haýallaýar), iň ýokary önümlilik uzak wagtyň dowamynda (200 sagada çenli) saklanýar.

Fermentleme tamamlanandan soň, fermentleriň işiniň haýallamasynyň önüni almak üçin ösdürim suwuklygyny 3-5°C-e çenli sowadýarlar we işläp taýýarlamağa ugradýarlar. Miseliý aýrylandan soň ösdürim gurşawyny irimçik gaýyp ýören bölejiklerden saplaýarlar we wakuumyň astynda goýaldýarlar ýa-da ultra süzgüçde süzýärler. Köp fermentleriň gyzgyna çydamsyzlygy sebäpli işläp bejermek prosesini gözegçilik edilýän (köplenç, pes) temperaturalarda geçirýärler. Fermentleri düýpli arassalamak serişdeleriň işjeňliginiň örän peselmegine getirýär we önüm iňňän gymmata düşýär. Galyberse-de, ýokary derejede arassalanan proteinler arassalanmadyk proteinlere garanynda has durnuksuzdyr. Şonuň üçin, ereýän fermentler

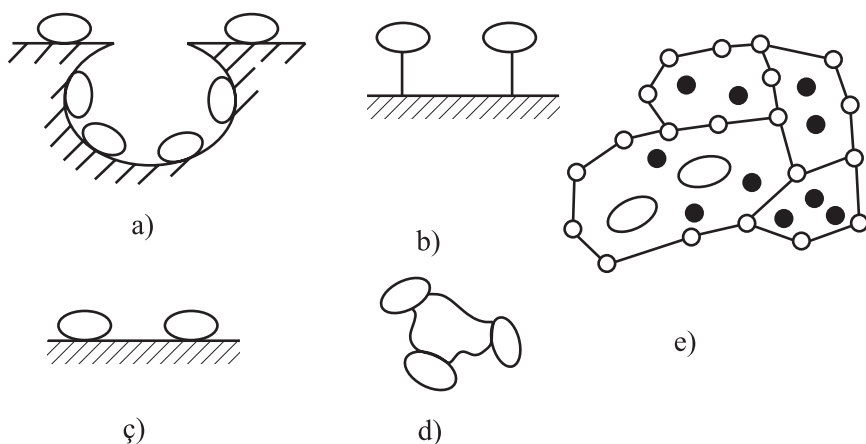
ulanylanda doly arassalamagy seýrek ulanýarlar. Ylaýta-da, ulanylýan çygryna baglylykda ferment serişdeleriniň arassalygyna bolan talaplar dürli-dürlüdür. Mysal üçin, ýüzleý usul bilen alynýan birnäçe ferment serişdelerini miseliýleriň galyndylary bilen guradylan kepek görnüşinde hem-de proteinleriň guradylan çökmeleri ýa-da guradylan erginleri görnüşinde goýberýärler. Şeýle serişdeleriň haryt formalary gury serişde ýa-da fermentleriň erginleri görnüşinde bellidirler. Fermentleriň erginlerini stabilizatorlary ulanmak bilen (kalsiniň ýa-da magniniň duzlary hem-de natriý hloridi, sorbit, benzoat we başg.) otrisatel temperaturalarda saklaýarlar. Fermentleriň arassalanan serişdelerini almak üçin dürli usullary (duzlar ýa-da organiki eredijiler bilen çökdürme, duzlama, saýlaýjylygy ýokary bolan ionitleri ulanyp, sorbsiýaly we hromatografik arassalama) ulanýarlar. Proses pürkgüç ýa-da wakuum enjamlarda fermentleriň işjeňligini kän bir peseltmän, aýaýjy temperatura kadasynda guratmak döwri bilen tamamlanýar. Standartlaşdyrylandan soň önüm alyja ugradylýar.

4.2. Immobilizlenen fermentler

Inžener enzimologiasynyň öňünde bioorganiki katalizatorlaryň, täze katalizatorlaryň, immobilizlenen fermentler diýilýänleriň tapylmagy bilen giň mümkinçilikler açyldy. “Immobilizlenen fermentler” adalgasy ýaňy-ýakynda, 1974-nji ýylda Sanderem we Reý tarapyndan hödürlenildi we kanunlaşdyryldy, emma, Nelson we Griffi baryp-ha 1916-njy ýylda kömürde ýa-da alýumogelde adsorbirlenen inwertaza özüniň katalizatorlyk işjeňligini saklaýandygyny görkezdiler. Şeýle hem bolsa şonuň ýaly stabilizirlenen ferment katalizatorlarynyň döredilmegine gönükdirilen maksatlaýyn ylmy barlaglaryň başlanmagy XX asyryň ortalaryna degişlidir, munda bu işler giň gerime we olarda göze görünüp duran netijeler soňky 20-25 ýylda gazanyldy. Immobilizleme – bu fermentleri tebigy ýa-da sintetik materiallaryň yüzüne berkitmek prosesidir, olary polimer materiallara, içi boş süýümlere we membrana kapsulalara girizmek, keseligine himiki tikmekdir. Immobilizleme, başgaça katalizatory we eredijini fiziki bölüp aýyrmak diýmekdir, ýagny onuň barşynda substratyň we önümiň molekulalary fazalaryň arasynda ýeňillik bilen çalyşýarlar. Bölüp aýyrmagy fermentiň eremeýän göteriji bilen adsorbsion ýa-da kowalent baglaşmak arkaly ýa-da fermentiň aýry-aýry molekulalaryny daňyp, agregatlary emele getirmek arkaly gazanmak bolar. Fermentler immobilizlenende katalitik işjeňliginiň stabilleşmegi bolup geçýär, çünki bu proses proteinleriň denaturasiýasyna päsgelçilik döredýär. Konformasion täzeden gurulmak üçin çäklendirilen mümkinçiligi bolan immobilizlenen ferment funksional işjeň konformasiýa iň gysga ýoly ereýän fermentden tizräk tapýar. Immobilizlenen fermentler, durnuklylykdan başga-da, olaryň erkin ýagdaýyna mahsus bolmadyk aýry-aýry häsiýetleri hem edinýärler, my-

sal üçin, suwsuz gurşawda hereketde bolup bilmek mümkinçilikleri, temperatura we pH boýunça has giň optimum zolaklary. A.M. Ýegorowyň täsirli aňlatmasyna görä (1987), “Immobilizlenen fermentler kürek bilen sürülýän uly harby gämädäki kürekçi ýesirler ýaly, her kim öz oturgyjyna bendiwan göterijiniň giňişliginde üzňe ýerleşendir. Ol molekulalar arasyndaky agregasiýa sebäp bolýan özara täsir fermentiň işiniň haýallamagyna getirip biler”. Munda ferment gomogen katalizatorlar hataryndan geterogen katalizatorlar hataryna geçýär, ýagny ne ilki başdaky substrat bilen baglanyşykly fazada, ne emele gelýän önüm bilen baglanyşykly fazada bolýar. Bu immobilizlenen fermentleriň binýadynda dürli, has netijeli köp gezek gaýtalanýan, döwürleýin hem-de üznüksiz täsirli hereketli we hereketsiz fazalaryň özara täsiri ýörelgesini ulanyp, biologik prosesleri gurnap bolýar.

Fermentleriň katalitik işjeňliginiň saklanmagynyň dowamlylygy we olaryň birnäçe häsiýetleri göterijiniň, immobilizlemegi geçirmegiň usulynyň we şertleriniň dogry saýlanyp alynmagy bilen kesgitlenilýär. Fermenti göteriji bilen baglaşdyrýan birnäçe biri-birinden düýpli tapawutlanýan çemeleşmeler bardyr: adsorbsiýa (ýuwutma, siňdirme) usullary we ýüzleý himiki baglanyşdyrmak usullary, mehaniki birikdirme ýa-da ele alma usullary, himiki birikdirme usullary bardyr (4.2-nji surat).



4.2-nji surat. Fermentleri immobilizlemegiň esasy usullary:

a – iri öýjükli göterijide adsorbsiýasy; b – kowalent baglaşdyрма;

ç – absorbsiýa; d – keseligine birikdirme; e – gele girizme

Adsorbsiýa ýoly bilen immobilizleme usullary fermenti dürli materiallaryň, ýagny organiki däl materiallaryň (silikagel, öýjük-öýjük aýna, keramika, çäge, ýakylan palçyk, titanyň, sirkoniniň, demriň gidrooksidleri) we organiki materiallaryň (hitin, sellýuloza, polietilen, ion çalşygy smolalar, köpürjiklän rezina, öýjük-öýjük gurluşly poliuretan) ýüzüne berkitmeden ybaratdyr. Fermentleri adsorbsiýa etmek üçin ulanylýan materiallar diýseň dürli-dürlüdürler, edil şonuň ýaly-da, fermenti göteriji bilen baglamagyň mehanizmi dürli-dürlüdür we fermenti göterijä baglamagyň

berkligi dürli-dürlüdür. Bu baglanyşyklar häsiýetlendirilende olaryň köp dürlüdigini görerijiniň ýönekeý ösüp örtmesinden başlap, polýar, ion we kowalent baglanyşyklaryň emele gelmegine çenli agzamak bolar. Adsorbsiýa – bu fermenti eremeýän görerijileriň ýüzünde immobilizlemegiň in ýönekeý usulydyr.

Immobilizlemäniň düzgüni belli bir şertlerde fermenti göreriji bilen garyşdyrmakdan we garyndyny inkubirlemekden (kesel degenden soň birinji alamatlar ýüze çykýança bolan gizlin döwür) ybaratdyr. Soňra süzmäniň we sentrifugirlemäniň kömegi bilen garyndynyň eremeýän komponentini onuň ereýän komponentinden bölüp aýyrýarlar. Fermenti görerijide adsorbirlemek prosesinde olaryň özara täsiri wagtynda duz baglanyşygy hem-de beýleki gowşak (wodorod, wan-der-waals) täsirler ýüze çykýarlar. Adsorbsiýa – immobilizlemegiň ýumşak usuly bolup, onda görerijiniň fermentiň işjeňligine bolan täsiri ujypsyzdyr, şonuň üçin, adatça, fermentler işjeňligini gowy saklap galýarlar. Bu usulyň ýetmezçiligi baglanyşyklaryň berk daldiginden ybaratdyr. Şol sebäpden, gurşawyň şertleri sähelçe üýtgände (pH, temperatura, ion güýji, önümiň konsentrasiýasy) görerijiniň ýüzünden fermentiň desorbsiýasy mümkindir. Has berk baglanyşyklar ionlaryň özara täsirine esaslanan ion baglanyşyklarydyr, onda adsorbsiýa fermenti ýuwup duran erginiň pH-nyň we ion güýjüniň belli bir bahalarynda goralyp saklanylýar.

Himiki baglanyşdyrmagyň usullarynyň uzak taryhy bardyr we dürli modifikasiýalarda durmuşa geçirilýär. Amaly taýdan proteinleriň ähli funksional toparlary katalizatory göreriji bilen baglanyşdyrmak üçin ulanylýp bilner. Suwy aýryjy maddanyň gatnaşmagynda fermentiň amino toparlarynyň we görerijiniň karboksil toparlarynyň arasynda ýa-da, tersine, fermentiň karboksil toparlarynyň we görerijiniň amino toparlarynyň arasynda peptid baglanyşyklaryň emele gelmek reaksiýalary giňden ulanylýarlar. Suwy aýryjy madda hökmünde disiklokarbodimid, sepleýji madda hökmünde bolsa bromsian ulanylýar. Seplemäni sepleýji agentsiz hem geçirip bolýar. Bu usuly ösdürmekde perspektiw çemeleşme bolup göreriji hökmünde sapylan polimerleriň ulanylmagy uly orun eýeleýär. Polimer materiallaryň üstüne gapdal şahalary sapmak bilen, onuň häsiýetlerini sazlamak we görerijiniň üstki ýüzünde biokatalizatoryň durnukly işlemegi üçin optimal bolan mikrobinajyklary döretmegiň hasabyna onuň häsiýetlerini sazlamak we reaksiýa ukyplylygyna täsir edip bolýar. Şeýle çemeleşmäniň mysaly poliwinil spirti ýa-da poliakril kislotasy bilen sapylan polietileniň ulanylmagydyr. Substrat bilen fermentiň arasyndaky diffuziýa kynçylyklaryny peseltmek maksady bilen hem-de emele gelen elementleriň yzyna syrykmasyny ýeňilleşdirmek üçin immobilizleme wagtynda görerijiniň molekulasynyň mikrodesgasyndan fermenti çykarmak mümkindir. Fermenti görerijiniň üst ýüzüne käbir, belli bir uzynlykly himiki yzygiderlilik, speýser (“guşajyk”) arkaly birikdirýärler.

Fermenti göreriji bilen himiki sepleme ýoly bilen immobilizleme ýokary netijeliligi we baglanyşygyň berkligi bilen häsiýetlendirilýär. Fermentiň katalitik iş-

jeňliginiň peselmeginiň önüni almak üçin katalizatoryň işjeň merkezinden seplen-en ýeri aýyrýarlar we birleşdirmäni molekulanyň protein bölegi boýunça däl-de, uglewod (gant) bölegi boýunça amala aşyrýarlar.

Himiki baglanyşyklary emele getirmek bilen geçirilýän immobilizlemegiň iň netijeli usullarynyň biri göterijiniň molekulasy bilen katalizatoryň arasynda kowalent baglanyşygynyň emele gelmegi diýip hasaplaýarlar. Adat boýunça, kowalent birleşdirmek üçin göterijini önünden işjeňlendirmeli (affinli göterijileri işjeňlendirmegi, mysal üçin, bromsian bilen geçirýärler). Önünden modifisirlemegi talap etmeýän we ýönekeý şertlerde immobilizlemegiň çalt usuly metallohelat usulydyr. Ol fermentleri metallaryň (titan, sirkoniý, galaýy, demir) gidroksidleriniň polimerlerinden taýýarlanan göterijilerde immobilizlemekden ybaratdyr. Gidroksil toparlary şol ýa-da beýleki metallaryň koordinasiýa ulgamyndan fermentiň funksional toparlary tarapyndan gysylyp çykarylýarlar, netijede, göteriji bilen fermentiň arasynda koordinasion ýa-da kowalent baglanyşygy emele gelýär. Usulyň üstünligini birnäçe şertler fermentiň molekulasynda ligandyň wezipesini ýerine ýetirýän we giňişlikde (steriçeski) titanyň atomlary bilen gatnaşykda bolmaga ukyply toparlar bolmaly, bu toparlar işjeň merkezden daşda ýerleşen bolmaly. Usul dürli wariantlarda ulanylýar, organiki we organiki däl göterijileri, şol sanda, ion çalşygy göterijileri hem ulanmak bilen ulanylýar. Kompleksiň tebigaty immobilizlenen fermentiň işjeňligine operasion durnuklylygyna düýpli täsir edip biler (4.4 we 4.5-nji tablisalar).

4.4-nji tablisa

TiCl₄ ulanmak bilen geçirilen immobilizlemek usulynyň glýukozamilazanyň işjeňligine täsiri (J. Wudwordyň maglumaty boýunça, 1988)

Işjeňlendirmek üçin ulanylýan kompleks	Fermentiň işjeňligi, birl./g
TiCl ₄ -akrilamid	1.03
TiCl ₄ -moçewina	0.36
TiCl ₄ -limon kislotalasy	0.41
TiCl ₄ -laktoza	0.48

Metallohelat usulynyň täze bir görnüşleriniň biri fermentleriň geçiji (perehodnyý) metallaryň (esasan, titanyň we sirkoniniň) gidroksidleriniň esasynda immobilizlenmegidir. Fermentiň molekulalary göterijiniň üst ýüzünde helat emele getirmek ýoly bilen berkeýärler. Bu usulyň durmuşa geçmegi üçin, fermentden başga-da diňe bir reagentiň, ýagny metalyň gidroksidiniň bolmagy zerurdyr.

Fiziki adsorbsiýa ýa-da kowalent birleşme esaslanan immobilizleme usulynyň ýetmezçiligi onda katalizatoryň köp mukdarynyň ulanylmagydyr. Onuň üstesine-de, fermentleriň immobilizleme prosesinde himiki modifikasiýa duçar bolmagy olaryň katalitik işjeňligini düýpli pese gaçyrmagy mümkindir. Mundan gaçyp gutulmak fermentleriň polimer gurluşyna girmek ýoly bilen immobilizleme usulyny ulanmak arkaly mümkindir.

Titan (IV) bilen işjeňlendirilen göterijilerde immobilizlenen fermentleriň operasion durnuklylygy (J. Wudwordyň maglumaty boýunça, 1988)

Ferment	Göteriji	Temperatura, °C	Ýarym inaktiwleşdirmegiň wagty
Glýukoamilaza	Şah obmankasy	50	10 sagat
	Öýjük-öýjük aýna	45	1 sagat
Inwertaza	Şah obmankasy	25	24 gije-gündiz
	Öýjük-öýjük aýna	18	8 gije-gündiz

Polimer göterijiler hökmünde tebigy we sintetik materiallar (alginat, želatina, karraginan, kollagen, hitin, sellýuloza, poliakrilamid, ýagtylyga duýgur polimerler) ulanylýar. Fermentiň erginini göterijiniň monomeriniň ergini bilen garyşdyrýarlar. Soňra polimerleşme prosesi üçin şertleri döredýärler, onuň barşynda fermentiň göterijiniň düzümine mehaniki girizilme bolup geçýär. Munda wajyp görkezijileriň biri fermentiň molekulalarynyň göterijiniň göwrümünde gyrađen ýaýramagy we alynýan agregatlaryň birmeňzeşligidir. Birikdirme tehnikasy ulanylýan materialyň tebigatyna we häsiýetlerine baglydyr, munda emele gelýän biologik ulgamlar owuntyk (granula), süýümler, polimer torlary, ýorkalar we ş.m. görnüşinde bolýarlar.

Bu maksatlar üçin iň ýygy-ýygdydan ulanylýan poliakrilamid gelini (PAAG) immobilizleme fermentiň erginini monomeriň (N,N'-metilendiakrilamid) erginine goşmakdan ybaratdyr. Soňra saýlanyp alnan şertlerde çalt blok görnüşinde gel şekillenýär. Monolit görnüşindäki geli bölejiklere islenilýän ölçegde inedördül şekil berip ownadýarlar. Želatina ýa-da agar-agar ulanylanda ilki bilen olaryň erginlerini gyzdyrýarlar, soňra çökdürýärler we ferment goşýarlar. Soňraky sowatma prosesinde geliň formirlenmesi bolup geçýär. Alginatyň polimerleşmesi käbir kationlaryň gatnaşmagynda bolup geçýär. Şonuň üçin birinji basgançakda fermentiň we bu polisaharidleriň monomerleriniň erginlerini garyşdyrýarlar, soňra garyndyny dozalajy enjamyň kömegi bilen özünde Ca^{2+} ýa-da Ba^{2+} saklaýan (alginat üçin) ýa-da Al^{3+} , Fe^{3+} , K^{+} ýa-da Mo^{2+} saklaýan (karraginan üçin) ergine goşýarlar, munda düwür (granula) görnüşindäki şar şekilindäki polimerler emele gelýärler.

Ulanýlýan polimer materialynyň tebigatyna baglylykda, geller biri-birinden birnäçe görkezijileri bilen tapawutlanýarlar. Mysal üçin, PAAG gelleri ýeterlik durnukly dälidirler, ýöne ol meseläni aradan keramikadan edilen berk armaturany saklaýan PAAG-y ulanyp, aýryp bolýar. Geliň berkligini ýokarlandyrmak üçin seplenme derejesi artdyrylanda diffuzion päsgelçilikleriň meseleleri peýda bolýarlar. Alginat geller ýokary berkligi we oňat gidrodinamik häsiýetleri bilen tapawutlanýarlar, şeýlelikde, substratyň ferment molekulalarynyň işjeň merkezlere akmagyna we emele gelýän önümiň yzyna syrykmagyna päsgelçilik döremeýär. Kalsiý alginaty bilen işlenen-

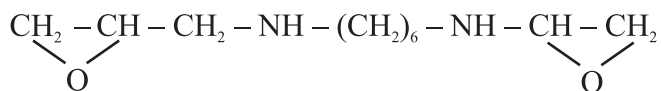
de, immobilizleýji ulgamda kalsiýni baglaşdyryp, geliň gurluşyny bozýan fosfatlar, sitratlar ýaly helatlaýjy wekillerini (agentlerini) bolmazlygy wajypdyr.

Ulanmak üçin özüne çekiji zat fermentleri inkapsulirleme usuly bilen immobilizlemekdir. Bu usulda esasy zat katalizatory göteriji bilen baglaşdyrmak üçin zerur bolan fiziki ýa-da himiki güýçleri döretmek däl-de, eýsem fermenti gurşap duran ergini saklamakdyr. Inkapsulirleme prosesinde fermentiň aýry-aýry molekulalary immobilizlenmän, fermenti saklaýan ilkibaşdaky ergin immobilizlenýär. Fermentlere gollanylmaga degişli bolan immobilizleme usuly ulanylanda, köplenç, koaserwasiýany (latynça *coacervatio* – toplanma, erginde erän madda bilen baýlaşan damjalaryň peýda bolmagy) we fazalar arasyndaky polimerleşmäni ulanýarlar. Birinji usul himiki reaksiýalar geçirmezden amala aşyrylýar we kiçijik suw damjalarynyň töwereginde assosiirlenýän we soňra üzüksiz membranany emele getirýän polimeriň kolloid bölejikleriniň faza bölünişigini öz içine alýar. Munda polimer materiallar hökmünde sellýulozanyň nitratyny ýa-da asetatyny, butadiýen kauçugyny ulanýarlar. Ýarym syzdyryjy membranany almak üçin fazalar arasynda geçirilýän polimerleşmede reagentleriň biri suwly fazada, beýlekisi organiki fazada bolýar, fazalaryň bölünýän çäginde polimerleşme reaksiýasy geçýär we organiki fazada dispergirlenen damjalaryň töwereginde polimeriň gatlagy emele gelyär. Bu usulyň kömegi bilen poliuretandan ýa-da epoksid smolalaryndan membranalary almak mümkindir. Fermentli erginleri ýapýan ýarym syzdyryjy membranalar dürli materiallardan (polistirol, poliakrilat, poliuretan, poliefirler, lipidler, polikarbonatlar we ş.m.) ýasalyp bilner. Ýarym syzdyryjylary almak üçin materiallaryň görnüşini üýtgedip, molekulalaryň ölçegleriniň barlagyny üpjün edip bolýar. Mysal üçin, fermentleriň ölçegleri boýunça uly molekulalary kapsulanyň içinde alnyp galynýarlar, ilkibaşdaky substratlaryň we sintezlenýän önümleriň has maýda molekulalary bolsa membranadan erkin diffundirlenip bilýärler. Mikroşarlaryň diametri membranalaryň galyňlygy ýüzlerçe angstromdan birnäçe mikrona çenli bolanda membranalaryň galyňlygy birnäçe mikrondan münlerçe mikrona çenli bolup bilýär. Mikrokapsulirlemegiň gürüňsiz artykmaçlygy immobilizlenen fermentiň işjeňliginiň birligine düşýän onuň üstüniň meýdanynyň uly bolmagydyr, bu ilkibaşdaky erginde fermentiň uly konsentrasiýalaryny ulanmaga we olaryň täsiriniň ýokary bolmagyna mümkinçilik berýär. Munda fermente suwsuz gurşawda hem işläp bilmek ukybyna eýe bolmaga we maksatlaýyn önümi ýokary çykym bilen we arassa almaga mümkinçilik berýär.

Inkapsulirlenmek usulyna gönükdirilen miseliýler usuly ýakyndyr. Fermenti ýapyk gurluşa suwuň mikroskopik damjasyny saklaýan üsti işjeň maddadan (lipid, detergent) girizýärler. Ferment iki fazanyň, ýagny bioreaktordaky organiki fazanyň we gönükdirilen miselliýä baglanan suwly fazanyň bölünýän araçäginde hereket edýär.

Fermentleriň içi boş süýümlere birikmesi düýpli gyzyklanma döredýär. Tebigy ýa-da sintetik polimer materiallaryndan taýýarlanan süýümler ulanylýar. Fermentiň erginini içi boş süýümleriň içine goýberýärler we soňra süýümi iki tarapyňy hem ýelimläp ýapýarlar. Ferment süýümleriň boşlugynda himiki modifikasiýalara duçar bolmaýar, şonuň üçin özüniň işjeňligini we häsiýetlerini saklaýar.

Keseligine seplemek (ýa-da himiki birleşdirme) usuly bilen immobilizleme fermentleriň molekulalaryny biri-birine keseligine sepleri emele getirmek arkaly himiki baglanyşdyrmakdan ybaratdyr. Sepleri emele getirmek üçin fermentleriň keseligine seplenmegini epoksi we immuno toparlaryň hasabyna, mysal üçin, epoksipoliiminler, üpjün edýän toparlaryň ikisini ýa-da ondan-da köpüsini saklaýan reaksiýa ukyply maddalary ulanýarlar:



Sepleýji maddalar hökmünde glutar aldegidini, geksametilendiizosianaty, triaziniň hlorly önümlerini hem giňden ulanýarlar. Usul amala aşyrylyşynyň ýönekeýligi bilen tapawutlanýar we gurluşy boýunça dürli fermentleri hem-de bitin öýjükli fermentleri seplemäge mümkinçilik berýär. Emma, köplenç, seplenende üýtgame bolup geçmegi, ýagny katalizatoryň işjeňliginiň peselmegi mümkindir.

Şeýlelikde, immobilizleme usullary diýseň dürli-dürli, üstesine-de olary utgaşdyryp ulanmak mümkinçiligi bar. Mysal üçin, göterijide adsorbsiýany in-kapsulirleme bilen gel gurluşyň adsorbsiýany hem girizmek mümkindir we ş.m. Garalan usullar diňe bir fermentleri immobilizlemekde däl-de, eýsem beýleki biokatalizatorlar, ýagny bitin öýjükler, öýjük organelleri, antitelolar, antigenler we başgalar üçin ulanylýarlar. Beýan edilen usullaryň biri-de uniwersal däl we katalizatorlaryň her bir görnüşi üçin öz ileri tutulýan usullary bardyr. Fermentleri dürli adsorbsiýa usullary ýa-da keseligine sepleme usuly bilen immobilizleýärler, bitin öýjükleri immobilizlemek üçin gowy usul, olary polimer gurluşlaryna girizmekdir.

Durnukly biokatalitik ferment ulgamlaryny döretmekden başga inžener enzimologiyasynyň wajyp meselesi bu ulgamlaryň fizika-himiki häsiýetlerini öwrenmekdir we olaryň hereket etmeginiň we ulanylmagynyň ylmy esaslaryny işläp düzmekdir.

4.2.1. Immobilizlenen fermentleriň esasynda geçirilýän prosesler

Immobilizlenen fermentleriň ulanylýan çygyrlary dürli-dürli. Bu inçe organiki sintez we energiýanyň öwrülişi, ferment seljermesi we maksatlaýyn önümleri almak, ösümlik çig malynyň konwersiýasy we derman serişdelerini öndürmekdir.

Immobilizlenen fermentleri ulanmak şu günki gün häzirki zaman biotehnologiýasynyň wajyp we iň batly ösýän bölümleriniň biridir. Senagat proseslerinde ulanylýan fermentleriň öndürilýän göwrümleri dyngysyz artýar, munda bu ugurda öňde barýan günbatar ýurtlary her ýyl ýüzlerçe mln dollarlyk fermentleri öndürýärler. Proteazlaryň, glýukoizomerazalaryň, asiltransferazalaryň öndürilişi ýüzlerçe we münlerçe t/ga ýetýär (4.6-njy tablisa).

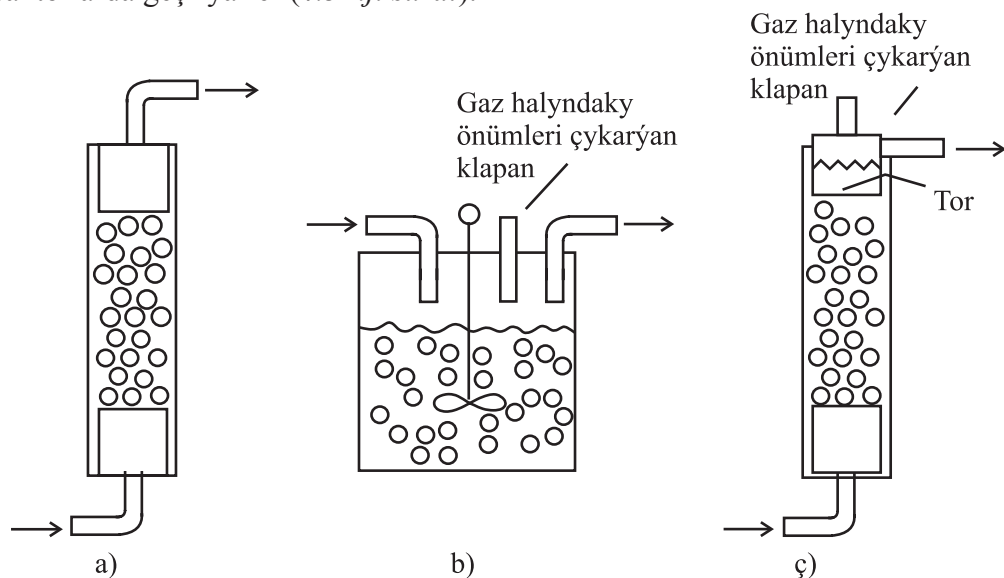
4.6-njy tablisa

**Senagatda ulanylýan immobilizlenen fermentler
(Poulsenin maglumaty boýunça, 1984)**

Immobilizlenen ferment	Çykarylan önümiň möçberi, t/ga	Alynýan önüm	Öndüriji ýurt
Aminoasilaza	5-den az	L-aminokislotalar	Ýaponiýa
Aminoglýukozidaza	1	Glýukoza	Angliýa
Glýukoizomeraza	1500-1750	Glýukoza-fruktoza şerbetleri	Daniýa, Niderlandlar, Ýaponiýa
Gidantoinaza	1-den az	Fenilglisin	Ýaponiýa
Laktaza	5	Laktoza gidroli- zatlary	Ýaponiýa
Nitrilaza	0,1	Akrilamid	Ýaponiýa
Penisillin	3-4	6 APK	Ýaponiýa, Niderlandlar Angliýa,
G-asilaza	1	6 APK	Awstriýa
Penisillin V-asilaza			

Immobilizlenen fermentleriň senagat pudaklaryna girizilmegi we olaryň esasynda ýörelgede täze, ekologiýa taýdan arassa we ykjam biotehnologik prosesleri gurnamak görnüp duran ykdysady netijelere getirýär. Şeýle prosesler üçin geterogen katalizli himiki proseslere niýetlenen reaktorlara meňzeş ýörite bioreaktorlary işläp düzýärler. Immobilizlenen ferment şeýle bioreaktorda üstünden bioöwrülişiklere duçar bolýan substrat geçýän hereketsiz fazadyr. Reaktorlaryň döwürleýin işleýänleri we üznüksiz işleýänleri bolýar. Köplenç, polimer gurluşyna girizilen ferment bir meňzeş ölçegli şar şekilli bölejiklerdir. Bu reaksiýa geçýän üstün meýdanynyň uly bolmagyny we netijede, diffuziýanyň gowulanmagyny üpjün edýär. Fermentli şar şekilli bölejikleri ýa-da düwürleri (granulalar) enjama mümkin boldugyça dykyz gaplaýarlar. Onuň netijesinde biotehnologik prosese gatnaşýan katalitik maddanyň konsentrasiýasy mikrob öýjükleriniň esasyndaky fermentleme ulgamlaryndaky garanyňda ep-esli ýokarydyr. Biokatalizatoryň konsentrasiýasyny ýokarlandyrmak enjamyň öndürilijiliginiň artmagyny we önümiň ýokary çykymyny üpjün edýär. Substratyň immobilizlenen fermentleri ulanmak bilen bir basgançakly öwrülişikle-

ri, adaty, garmaly akymly reaktorlarda, galp l bik gatlakda hem-de i i bo  s y mli reaktorlarda ge ir rler (4.3-nji surat).



4.3-nji surat. Immobilizlenen katalizatorly reaktorlaryň g r n şleri

(J. Wudwordyň maglumaty bo un a, 1988):

a – kolonka g r n şli reaktor; b – gary dyryjyly reaktor;

  – kolonka g r n şli modifisirlenen reaktor

 hli berlen ulgamlar katalizatorlaryň gyra e  b l nmedik b leginde hem-de basy yň  y tg p durmaklygynda belli bir   klendirmelere e edirler. Kolonka g r n şli reaktorlary we magnitiň  a-da asma garyjylaryň esasynda  asalan reaktorlary ulan rlar. Garyjyly reaktorlarda geli   um ak b lejeklerini  synmagy m mkindir. D w rleri (granulalar) d w ler  aly simden  asalan, gary dyrma prosesi “sebedi ” a lanmagynyň hasabyna amala a yryly an,  y  klerinde girizilen fermentli d w rler (granulalar) immobilizlenen “Sebet” g r n şli bioreaktoryň konstruksiyasy  zbolu lydyr. Bu wariantda immobilizlemegi  iki g r n  ,  agny girizilen ferment molekulaly polimer d w rleri (granulalar) sim torlaryny   y  klerinde  zleri immobilizlenendir. D w rle y n i le  n bioreaktorlarda gele monolit blok g r n  inde girizilen fermentler enjamy n hemme g w r mini doldur rlar hem-de ony birle diriji kanalsyz ulan rlar. Immobilizleme  a-da monolite  ekil berlende  a-da bu proses tamamlanandan so  gaz  al ygyny we massa  al ygyny amala a yrmak   in geli  galy lygynda dikligine kanallary emele getir rler.

Immobilizlenen biokatalizatorlar   in bioreaktorlary  e  amy  a y ba lan ar, olary  konstruksiyasy  ol konstruksiyalary  esasynda amala a yryly an d rli biotehnologik proseslerde ulanylmaga de i lilikde  zn ksiz k mille dirily ar. Bu prosesler organiki sintezi  we lukman ylygy ,  s mlik  ig malyny  konwersi asy we energi any  zgartme, azyk maddalaryny  we i gilerini   n m iligi  ygyrlaryna de i lidirler.

4.2.2. Immobilizlenen fermentler azyk senagatynda

Müňýylyklary öz içine alýan taryhy bolan azyk tehnologiýasynda immobilizlenen biokatalitik ulgamlar (fermentler, öýjükler) soňky 20-25 ýylyň içinde düýbünden täze sahypalary ýazdylar we tehnologiýalaryň öz çygrynda we ýmit önümleriniň hilini gowulandyrmakda düýpli öňe gitmeleri belgilediler. Ösen ýurtlarda glýukoza-fruktoza şerbetlerini, rasemik garyndylardan optik işjeň *L-amino-kislotalary*, laktozasyz berhiz süýdünü, kesilen süýtdeň gantlary, fumar kislotasynadan *L-asparagin* we *L-alma* kislotalaryny almaklygyň biotehnologik prosesleri barha giňden ulanylýar.

Glýukoza-fruktoza şerbetlerini almak diýetologiýa nukdaý-nazaryndan wajyp proses senagatda ilkinji ýola 1973-nji ýylda ABŞ-nyň “Klinton Korn” kompaniýasy tarapyndan amala aşyryldy. Häzirki wagt bu immobilizlenen fermentleriň esasynda senagatda ýerine ýetirilýän iň iri prosesdir.

Fruktoza glýukoza görä has ýakymly tagama eýe bolmak bilen, ol glýukozadan 60-70% süýjüdir, ýagny adaty gantdan az harçlanýar, ondan başga-da, adam organizminde fruktozanyň metabolizmi insuliniň öwrülişi bilen bagly däldir, onuň dişlere edýän zyýanly täsiri pesdir. Glýukoza-fruktoza şerbetlerini almagyň tehnologiýasy günbatar ýurtlarynyň köpüsinde gysga wagtyň içinde senagat möçberlerinde işlenip düzüldi we özleşdirildi. 1980-nji ýylda olaryň öndürilişi 3.7 mln tonna ýetdi. “Izoglýukoza” haryt ady bilen önüm 1:1 gatnaşyga ýakyn mukdarda glýukoza we fruktoza saklaýan şerbet görnüşinde bazarlara çykarylýar, suwuklyk hromatografiýasy görnüşli bölüji prosesleri ulanyp, fruktozanyň mukdaryny 90%-e çenli ýokarlandyryp bolýar. Prosesiň düýp esasy önünden mekgejöwen ýa-da kartoşka krahmalynyň immobilizlenen glýukozaizomerazasynyň täsirinde geçýän gidrolizi glýukozanyň fruktoza öwürilmegine (izomerizasiýasyna) alyp gelýär. Reaksiýa bir basgançakda tä reaksiýa geçýän garyndyda glýukozanyň we fruktozanyň gatnaşygy deňleşýänçä dowam edýär. Reaksiýanyň ahyrky önümi berlen ergin bolmagy mümkin, fruktozanyň erginden bölünip aýrylmany, glýukozanyň bolsa, soňraky izomerleşmä duçar bolmagy mümkin. Proses beýikligi 5 m bolan katalizator – polimer düwürler (granula), içi boş süýümler, geliň bölejikleri we başgalar bilen doldurylan reaksiýa kolonnalarynda üznüksiz bolup geçýär. Prosesiň ownuk-uşak tehniki taraplary we fermenti immobilizlemek usullary edebiýatda jikme-jik beýan edilmändir, çünki ol önümçiligiň syry hasaplanylýar. Fermenti ýarym inaktiwirmek wagty 20-den 50 gije-gündüze çenli bolýar, ýagny katalizatory her 2-3 aýdan çalyşmaly ýa-da täzelemeli bolýar. Bioreaktorlaryň öndürijiligi immobilizlenen fermentiň her kg-na glýukoza-fruktoza şerbedi 1-den 9 t çenli bolýar. Kuwwatlylygy ýylda 120 müň mekgejöwen dānesi bolan glýukoza-fruktoza şerbetleriniň önümçiligi

liginiň analiziniň esasynda Wengriýada ýerine ýetirilen ykdysady hasaplamalara görä, önümçiligiň şeýle görnüşi gandy gant şugundyryndan almagyň adaty usulýndan 1.5 esse amatlydyr. Daniýanyň “Nowo” kompaniýasy iň gowulary hökmünde prosesini şu görkezijilerini hödürleýär: katalizatoryň işjeňligi 200 halkara birl./g, katalizatoryň gatlagynyň beýikligi 5 m, akymyň çyzykly tizligi 3.6 m/sag., reaktoryň öndürilijligi gije-gündizde 400 t.

ABŞ-nyň “Setus” korporasiýasy glýukozanyň şerbetlerinden 100% çykym bilen fruktoza almagyň täze usulyny işläp düzdi. Birinji basgançakda glýukoza immobilizlenen piranozo-2-oksidazanyň täsirinde okislenip, D-glýukozona öwürülýär, soňra ol ikinji, himiki, basgançakda palladiý katalizatorynda amalyýet taýdan 100% çykym bilen fruktoza çenli gaýtarylýar. ABŞ-da 2000-nji ýyla çenli ulanylýan gandyň 40%-e golaýyny şunuň ýaly fruktoza şerbetleri bilen çalyşyldy, Ýaponiýa glýukozanyň fruktoza izomerizasiýasynyň biotehnologik prosesiniň hasabyna gandyň eksportyny azaltdy.

D, L-aminokislotalaryň rasemik garyndylaryny fermentleriň gatnaşmagynda bölüp, *L-aminokislotalary* almaklyk usuly senagat derejesinde “Tanabe Syýýaku” firmasy tarapyndan 1969-njy ýylda amala aşyryldy. Ilkibaşdaky çig mal hökmünde himiki sintez arkaly alnan asilirlenen *D, L-aminokislotalaryň* (metionin, walín, fenilalanin, triptofan) erginlerini göwrümi 1 m³ bolan immobilizlenen aminoasilaza bilen doldurylan kolonkadan geçirýärler. Ferment *L-asilizomerleri* gidrolizleýär, göwrümi uly bolan asil topary üzülip aýrylandan soň, *L-aminokislotalaryň* has maýda we ereýän molekulalary bioreaktordan membrananyň üsti bilen çykarylýarlar. Reaksiýa bolup geçýän garyndyda ahyrynda diňe asil *D-aminokislotalar* galýarlar, olar gyzdyrylanda, ýene-de *D-* we *L-izomerlere* rasemirlenýärler. Polimer smolasynda immobilizlenen fermentiň ýarym inaktiwleşme döwri 65 güne deňdir. Kolonka wagtal-wagtal fermentiň ýaňy taýýarlanan we ýene-de smola bilen adsorbirlenen erginini guýup durýarlar. Kolonka göterijisi çalşylman, 8 ýyldan gowrak wagat işläp bilýär.

Italiýada “Sentrale del Latte” firmasy 1980-nji ýylyň ortalarynda laktozasyz süýdi almagyň ilkinji kommersiýa prosesini amala aşyrýdy. Süýtde köp mukdarda bolýan we ereýjiligi ýaramaz laktoza süýt we süýji önümleriniň birnäçesiniň kristallaşmagyna we hiliniň peselmegine sebäp bolýar. Mundan başga-da, ilatyň belli bir bölegi tebigy süýdi ondaky süýt gandyň gidrolizläp, glýukoza we galaktoza öwürýän laktazanyň mukdarynyň azlyk edýändigini sebäpli iýip bilmeýär. Şeýle işlenenden soň süýt berhiz önüminiň häsiýetlerine eýe bolýar. Laktozasyz süýdüň öndürilişi Ýewropa ýurtlarynyň köpüsünde ýyl-ýyldan artýar.

Kesilen süýdüň ferment gidrolizi prosesinde gantlary almak süýt önümçiligiň galyndylaryndan gantly maddalaryň goşmaça mukdaryny almaga mümkinçili-

lik berýär. Kesilen süýdüň laktozasynyň immobilizlenen laktazany ulanmak arkaly gidroliziniň ilkinji senagat prosesleri 1980-nji ýylda Angliýada we Fransiýada amala aşyryldy. Öňünden mineralsyzlaşdyrylan kesilen süýdi pasterizirleýärler we soňra immobilizlenen laktaza bilen doldurylan fermentleýji kolonkadan geçirýärler. Laktozanyň 80% konwersiýasynda fermentiň ýarym inaktiwleşme döwrüni 60 gije-gündize çenli, enjamlaryň kuwwatlylygyny 1000 litr/sag çenli artdyryp bolýar. Munda alynýan glýukozanyň we galaktozanyň süýjülik derejesi adaty gantlaryň süýjülik derejesinden şol bir ykdysady görkezijilerde 1,5 esse ýokarydyr.

L-asparagin kislotasyndan fermentleme usuly bilen *L-alma* kislotasyny almak gelde immobilizlenen fumarazany ulanmaga degişlidir. Alma kislotasy azyk we derman senagatlarynda limon kislotasynyň dereginini tutujy hökmünde giňden ulanylýar. “Tanabe Suýýaku” kompaniýasyna fumarazany karragene immobilizlemek arkaly onuň operasiýa durnuklylygyny ýarym inaktiwleme döwrüni 100 gije-gündize ýetirip, fumar kislotasynyň alma kislotasyna öwürlmeginiň önümliliginii 5 esseden-de köp artdyrmak başartdy.

Gelde immobilizlenen ýarym inaktiwleşme döwri 30 gije-gündize deň bolan aspartaza fermentiniň kömegi bilen *L-asparagin* kislotasyny fumar kislotasyndan almak mümkin. Ferment fumar kislotasynyň goşa baglanyşygyna ammiagy birleşdirip, bir başgançakda *L-asparagin* kislotasynyň optik işjeň görmüşini emele getirýär. Proses gelde immobilizlenen mikrob öýjükleriniň goşmaça himiki baglama esasynda hem amala aşyryldy, aspartazanyň ýarym inaktiwirlleme döwri 120 gije-gündize çenli uzaldy, tehnologik proses amalyýet tarapdan doly awtomatlaşdyrylandyr we üznüksiz tertipde amala aşyrylýar. Enjamlaryň her gije-gündizdäki önümliligi 1,7 t/m³-a çenli barýar.

Görkezilenlerden we senagat möçberlerinde amala aşyrylan proseslerden başga immobilizlenen fermentler häzirkî wagt peýdaly we gymmatly önümleri almagyň täze biotehnologik proseslerini işläp düzmekde alnyp barylýan ylmy barlaglarda giňden ulanylýar. Glýukozany krahmaldan amilazanyň we glýukozoamilazanyň gatnaşmagynda almak prosesi inwert gandynyň (glýukozo-fruktoza şerbetleriniň analoglary) inwertazany ulanyp, saharozadan alnyşy munuň aýdyň mysalydyr. Berhiz iýmitlerini öwrenmäniň çäklerinde immobilizlenen proteazalaryň gatnaşmagynda berlen düzümdä protein gidrolizatlaryny almak prosesleri işlenip düzülýär. Glýukozany dürli sellýuloza saklaýan zyňyndylardan üznüksiz fermentleme usuly bilen alýan enjamlar özleşdirilýär.

4.2.3. Immobilizlenen fermentleriň inçe organiki sintezde ulanylyşy

Reaksiýalaryň “ýumşak” şertlerde ýokary tizlikler bilen geçmegi, fermentleriň täsiriniň seýrek düş gelýän aýratynlygy olaryň esasynda netijeli we geljegi uly

tehnologik prosesleri döretmäge mümkinçilik berýär. Häzirki wagt immobilizlenen fermentleriň esasynda inçe organiki sintezde gazanylýan sepgitler has-da derman serişdelerini (antibiotikleri, steroidleri, prostaglandinleri) almakda aýratyn guwan-dyryjydyr.

Immobilizlenen fermentleri ulanmak bilen penisillin hataryna degişli we se-falosporinleriň hereket edýän, himiki ýol bilen modifikasiýa etmek iňňän kyn düşýän antibiotikleriniň has netijeli önümlerini almagyň prosesleri döredildi. Mysal üçin, immobilizlenen penisillinamidazanyň esasynda 6-aminopenisillan kislota-syny (6-APK) almak üçin gymmatly çig mal bolan benzilpenisilliniň netijeli deasilirlenmegi amala aşyryldy. Bu diýseň ýönekeý, bir basgançakda 10-40°C-de geçýän tehnologik prosesdir. 6-APK-nyň alnyş prosesiniň senagatda amala aşyrylmagy ýarym sintetik penisillinleriň düýpli köpelmegine we olaryň arzan-lamagyna getirdi. Hut şu fermentiň esasynda täze sefalosporinleriň sintezi üçin esasy substrat bolan 7-aminodezaset-oksisefalospor kislotasyny almagyň prosesi işlenip düzüldi.

Ferment katalizini birnäçe derman serişdelerini (prostaglandinleri, tromboka-sanlary, prostasiklini we başg.) çylşyrymly poliferment ulgamlaryny ulanyp, ara-hidon kislotasynadan almak üçin ulanmagyň geljegi uludyr. Bu ýerde esasy fer-ment üç substratly reaksiýany katalizleýän prostaglandinendoperoksidsintetazadyr. Reaksiýanyň baryşynda arahidon kislotasynyň kislorod we elektronlaryň NADH görnüşindäki donory, triptofan, ferrosianid bilen baglanyşykly okislenmesi bolup geçýär. Bu reaksiýalar üçin ilkibaşdaky substrat bolan arahidon kislotasyny özbo-luşly aýratynlyga eýe bolan fosfolipazlary ulanyp, ýaglardan alyp bolýandygyny bellemelidir.

Bu babatda arzan substratlary (ammoniy fumaratyny, fenoly, indoly, ammo-niý piruwatyny) liazalaryň gatnaşmagynda seýrek duş gelýän aminokislotalara (tirozin, fenilalanin, triptofan, 5-oksitriptofan) öwürmek, organiki kislotalary fu-mar kislotasynadan almak boýunça işlenip düzülýän prosesler, nuklein kislotala-rynyň fermentli modifikasiýasy, oligo- we polipeptidleriň sintezi gyzykly ugurlar hasaplanylýar.

4.3. Fermentler mikroanalizde

Fermentleriň ýokary katalitik işjeňligi we täsiriniň ajaýyp özboluşlylygy olary analitik maksatlar üçin ulanmagyň esasy bolup durýar. Analiziň ferment usullary ýokary duýgurlygy, özboluşly aýratynlygy, takyklygy, çalt täsirliligi hem-de çylşy-rymly köp komponentli gurşawlarda ulanmaklyk mümkinçilikleri bilen häsiýetlen-dirilýärler. Analitik enzimologiyada fermentleriň ähli toparlara degişli iňňän köp

dürli görnüşleri (oksireduktazalar, transferazalar, gidrolazalar, liazalar, izomerazalar, ligazalar) ulanylýar. Munda monoferment ulgamlary bilen bir hatarda poliferment ulgamlary hem giňden ulanylýar. Häzirki wagt köpden bäri giňden ulanylýan bellige almagyň fotometrik usullary bilen bir hatarda düýbünden täze elektrohimiýa, bio- we hemolýuminessent usullary döredildi.

Ferment analizi analiziň kinetik usullaryna degişlidir, ýagny onda gözlenilýän madda reaksiýanyň şol maddanyň konsentrasiýasyna proporsional bolan tizligine görä kesgitlenilýär. Mysal üçin, A madda P önüme öwrülende: $A > P$, soňkynyň konsentrasiýasy wagta görä artýar, we reaksiýanyň başdaky tizligi V_0 A -nyň konsentrasiýasyna proporsionaldyr:

$$V_0 = k \cdot [A],$$

bu ýerde k – reaksiýa tizliginiň hemişeligi.

Gözlenilýän maddanyň ilki başdaky konsentrasiýasy näçe köp bolsa, reaksiýanyň başdaky tizligi şonça-da ýokarydyr. Öňünden gurlan V_0 -nyň $[A]$ (A önümiň konsentrasiýasyna) baglylygynyň kalibrleýji grafiki analizlenýän garyndydaky maddalaryň näbelli konsentrasiýalaryny anyklamaga mümkinçilik berýär.

Ferment elektrody – bu esasy immobilizlenen fermentli ionoselektiw elektrod-dan durýan datçiginiň (özgerdiji ölçeyji gural) kombinasiýasydyr. Ferment elektrody düşünjesini 1962-nji ýylda Klark we Laýon girizdiler; şol wagtlar ereýän fermentler ulanylýardy. 1969-njy ýylda Gilbo we Montalwo ilkinji bolup moçewinany kesgitlenýän potensiometrik ferment elektrodyny döredtiler. Bu enjam daşky naprýaženiýäniň ýoklugynda ulgamda peýda bolýan potensiallaryň tapawudyny ölçemäge mümkinçilik berýärdi. Elektrodyň konstruksiýasynda immobilizlenen fermenti ilkinji bolup 1971-nji ýylda Apdaýk we Hiks, gele immobilizlenen glýukozooksidazany polýarografik kislorod datçiginiň (özgerdiji ölçeyji gural) üst ýüzüne (datçiginiň woltmetrik ýa-da ampermetrik tipleri hemişelik naprýaženiýe goýlanda togy ölçemäge mümkinçilik berýär) berkidip, ulandylar. Şondan bäri ferment elektrodларыnyň 100-den gowrak konstruksiýasy işlenip düzüldi, olaryň birnäçesi 4.7-nji tablisa-da getirilýär.

Fermentli elektrodda, adaty, ferment immobilizlenen görnüşde ulanylýar. Munuň üçin iki usul, ýagny ferment molekulasyňyň eremezligini üpjün edýän toparlary girizmek arkaly himiki modifikasiýa usulyny hem-de fermenti inert göterijä (krahmal, PAAG) fiziki girizme (4.4-nji surat) usullaryny ulanýarlar. Ferment elektrodyny bolsa adaty ionoselektiw elektrod ýaly ulanýarlar. Potensiometrik datçikleri (özgerdiji ölçeyji gurallar) (moçewinany, penisillini, aminokislotalary kesgitlemek üçin elektrodlar) gönüden-göni san bilen aňladylýan woltmetre birikdir-

ýärler, ýarymlogarifm koordinatlarda potensialyň (mW) kesgitlenilýän maddanyň konsentrasiýasyna baglylyk grafigini düzýärler.

4.7-nji tablisa

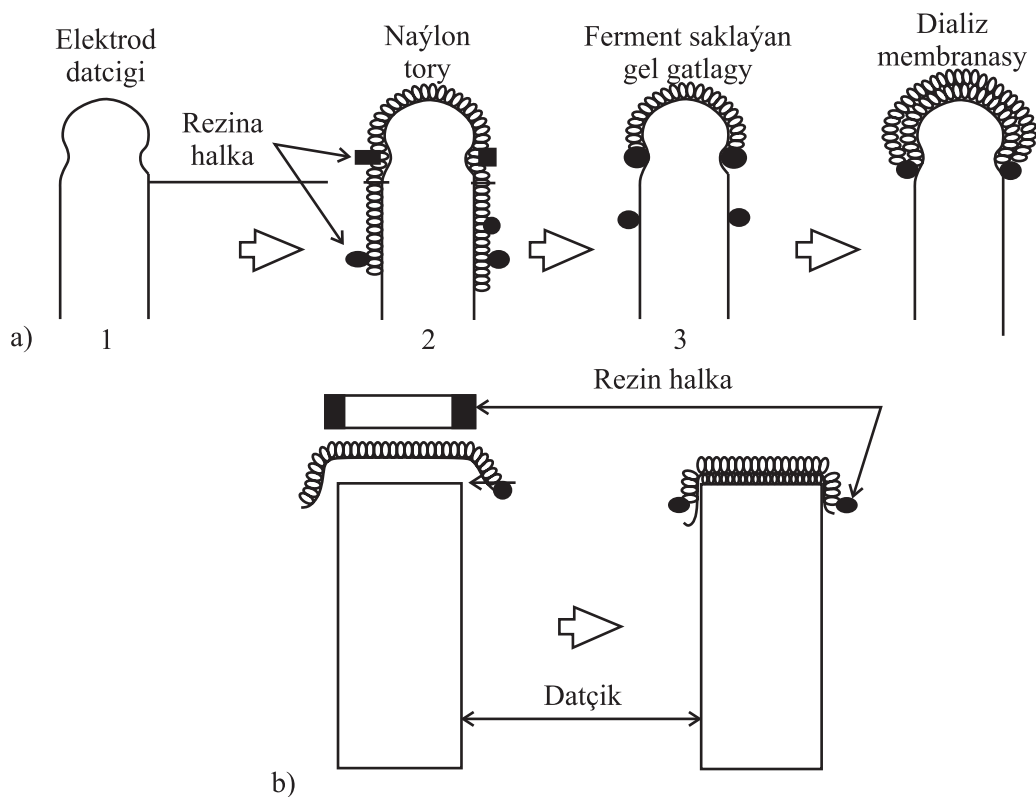
**Ferment elektrodларыnyň tipleri we olaryň parametrleri
(J. Wudwordyň maglumaty boýunça, 1988)**

Kesgitlenilýän madda	Ferment	Datçik (özgerdiji ölçeýji gural)	Durnuklylygy	Reaksiýa wagty	Duýgurlygy, M/l
Moçewina	Ureaza	Kationly gazly (NH_3)	3 hepde-1 aý	30–60 sek 2–4 min	10^{-2} – $5 \cdot 10^{-5}$ – $5 \cdot 10^{-4}$ çenli
Glýukoza	Glýukoza-oksidaza	pH-elektrod-gazly (O_2)	1 hepde-3 hepde	5–10 min 2–5 min	10^{-1} – 10^{-3} $2 \cdot 10^{-4}$
L-aminokislotalar	L-amino-kisotalaryň oksidazalary	Pt(H_2O_2)	4–6 aý.	12 sek	10^{-3} – 10^{-5}
Spiritler	Alkohol-oksidaza	Pt(H_2O_2)	1 hepde	12 sek	0.5 – 100 mg/%
Penisillin	Penisillina-za	pH-elektrod	2 hepde	0.5–2,0 min	10^{-2} – 10^{-4}
Siýdik kislotasy	Uratoksi-daza	Pt(H_2O_2)	4 aý.	30 sek	10^{-2} – 10^{-4}
Nitrat	Nitratre-duktaza	NH_4^+	2–3 min.	-	10^{-2} – 10^{-4}
Nitrit	Nitrit-reduktaza	Gazly (NH_3)	3–4 aý.	2–3 min	$5 \cdot 10^{-2}$ – $5 \cdot 10^{-4}$
Sulfat	Akrilsul-fataza	Pt	1 aý.	1 min	10^{-1} – 10^{-4}

Glýukozany, spirti kesgitlemek üçin ampermetrik elektrodlar ulanylanda (platinaly ýa-da kislorodly) polýarograf ulanýarlar. Munda tok güýjüniň (mkA) çyzykly koordinatlarda maddanyň konsentrasiýasyna baglylygynyň grafigini düzýärler. Polýrografyň deregine potensialy ampermetrik datçige (özgerdiji ölçeýji gural) berýän, togy woltmetriň registrirleýän potensiallar tapawudyny özgerdýän ýörite gurluş (adaptor) ulanmak bolýar. Ferment elektrody bilen bilelikde deňeşdiriji (mysal üçin, kalomelli) elektrod ulanýarlar. Deňeşdiriji elektrod kombinirlenen ferment elektrodynyň bölegi NH_3 , CO_2 , O_2 -niň datçiginiň (özgerdiji ölçeýji gural), onuň esasynda moçewinanyň, aminokislotalaryň, spirtiň we başgalaryň deteksiýasy üçin ferment elektrodларыny ulanýarlar.

Elektrodларыň işiniň durnuklylygy, esasan, fermenti immobilizlemegiň usulyna baglydyr, ýagny fermenti we göterijini dogry saýlap almaga, fermentiň göterijidäki konsentrasiýasyna, esasynda elektrod ýasalan datçigiň (özgerdiji ölçeýji gural) durnuklylygyna hem-de analizi geçirmegiň we elektrody saklamagyň şertlerine baglydyr.

Ferment elektrodларыny analitikanyň dürli çygyrlaryna giňden girizmek eýýamy indi başlanýar. Biosensorlar ýokary duýgurlygyndan we tiz hereket edijilik ukybyndan başga-da, analiz edilýän nusgalyklaryň göwrümini düýpli azaldýarlar, analiziň shemasyny awtomatlaşdyrýarlar we ýönekeýleşdirýärler. Aýratyn-da, analiziň fermentli usullaryny ulanmagyň daşky gurşawy gözegçilikde saklamakda, azyk we biotehnologik senagatynda, kliniki analitikada hem-de ulmy barlaglarda netijeliligi has-da uludyr. Multifermment ulgamlaryny ulanmak mümkinçilikleri giň perspektiwalary açýarlar. Olarda fermentleriň biri reaksiýanyň özboluşly aýratynlyklaryny üpjün edýän bolsa, beýlekisi bu reaksiýanyň (mysal üçin, öte turşularyň) önümleminiň deteksiýasyny üpjün edýär. Poliferment analitikasy analiziň duýgurlygyny 10–11, 10–14 M çenli ýokarlandyrýar.

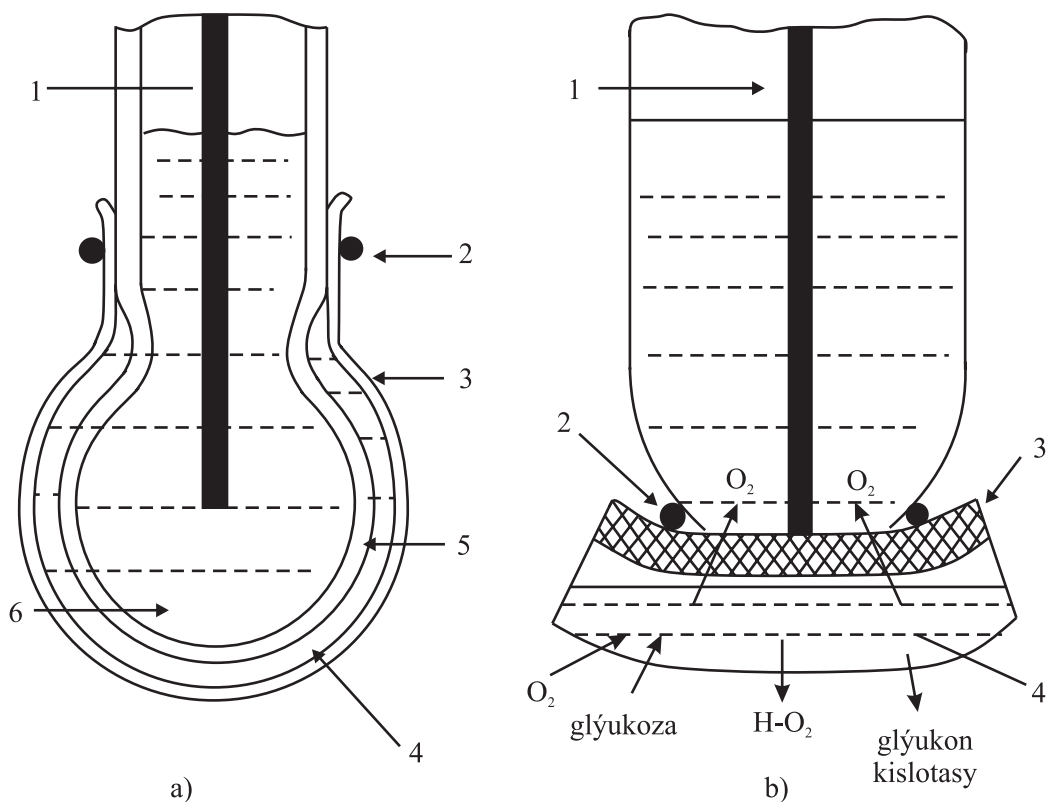


**4.4-nji surat. Ferment elektrodларыny taýýarlamak
(J. Wudwordyň maglumaty boýunça, 1988):**

*a – fiziki taýdan birikdirilen fermentleri ulanmak bilen,
b – himiki taýdan birikdirilen fermentleri ulanmak bilen*

Analiziň geljegi yly usuly diýip ýalldyrawuk tomzagyň we bakterial lýusiferazalaryň esasyndaky biolýuminent analizini hasaplaýarlar. Analiziň bu usullary, mysal üçin, ATF we NAD 10^{-14} M-e çenli duýgurlyk bilen kesgitlemäge mümkinçilik

berýär. Lýusiferazalaryň ATF we NADH emele getirýän beýleki reaksiýalary katalizirleýän fermentler bilen baglanyşyklygy analiziň ýokary spesifikaly (özboluşly), ekspres we ýokary duýgur usullaryny döretmäge giň mümkinçilikleri açýar.



4.5-nji surat. Ferment elektrodлары (N.N. Ugarowanyň maglumaty boýunça, 1987):

a – pH-ny ölçemek üçin çüýşe elektrodynyň esasynda ýasalan ferment elektrody:

1 – metallik elektrod, 2 – rezin halka, 3 – ýarym syzdyryjy membrana, 4 – ferment gatlagy,

5 – wodorod ionlaryny syzdyryjy çüýşe membrana,

6 – elektrod gapdalyndaky buffer ergini;

b – glýukozany kesgitlemek üçin elektrodyň shemasy:

1 – katod, 2 – deňşdiriji elektrod, 3 – ýarym geçiriji polimer membrana,

4 – immobilizlenen glýukozooksidazanyň gatlagy

V. GEN WE ÖYJÜK INŽENERIÝASY

Janly organizmleriň gatnaşmagynda geçýän islendik biotehnologik prosesi optimizirlenende esasy tagallalar, adaty bolşuna görä, bu maksatlar üçin soňraky skriningi we amatly wariantlary saýlap almak bilen, mutagenezi ulanyşyrlar. Soňky döwürde bu ugurda ägirt uly üýtgeşiklikler bolup geçdi. Häzirki wagt rekombinant DNK tehnologiýalaryna esaslanan prinsipial (ýörelgeli) täze usullar işlenip düzülýär we ulanylýar. Genetiki materialyň modifikasiýasy dürli usullar bilen, ýagny janly organizmde (*in vivo*) we onuň daşynda (*in vitro*) degişlilikde, bu iki ugur – **öýjük inženeriýasy we genetiki inženeriýa** arkaly amala aşyrylýar.

Bu usullaryň kömegi bilen proteinleriň we adam peptidleriniň, antigenleriň, wiruslaryň we başgalaryň täze ýokary önümlü produsentlerini almak mümkin. Gen inženeriýasynyň we öýjük inženeriýasynyň ösüşi biotehnologik senagatynyň täze önümçilik çygyrlaryny barha we barha giňden eýelemäge getirýär. Biotehnologiýanyň in täze usullarynyň peýda bolmagynyň fundamenti bolup, genetikada, molekulýar biologiýada, genetiki enzimologiýada, virusologiýada, mikrobiologiýada we beledi ylym pudaklarynda edilen açyşlar boldy.

5.1. Gen inženeriýasynyň usullary we mümkinçilikleri

Fundamental sepgitleriň önümçilige, amalyýeti çalt girizilmegi we olaryň teoretiki barlaglaryň derejesine biotehnologiýa häsiýetli bolan düýpli täsiri gen inženeriýasynyň ösüş mysalynda has görnetin ýüze çykýar. Biotehnologiýanyň ösmeğinde wajyp basgançak molekulýar biologiýanyň XX asyryň ortalarynda özbaşdak ylym pudagyna öwrülmegi boldy. Molekulýar biologiýanyň döremegi genetikanyň, fizikanyň, himiýanyň, biologiýanyň, matematikanyň we beýleki ylym pudaklarynyň özara täsiri netijesinde mümkin boldy. E. Çargaff we Z.D. Hopkins DNK-daky nukleotid esaslarynyň (adenin, guanin, sitozin, timin) molekulýar gatnaşyklaryny öwrenip, olaryň ähli organizmlerde birmeňzeşdigine göz ýetirdiler. Bu açyş soňra DNK-nyň gurluşyny subut etmekde esasy orny eýeledi. DNK-nyň gurluşyny aýdyňlaşdyrmakda bakteriýalaryň we bakteriofaglaryň genetikasynda gazanylan üstünlikler uly orun tutdylar. Alym–genetikleriň we wirusologlaryň (A. Herşi, M. Çeýz, J. Lederberg, N. Sinder) pikirine görä, **transduksiýa (genetiki materialy geçirme)** bakteriofagyň kömegi bilen amala aşyrylyp bilner, fag DNK-syna bolsa, göterijiniň nesil yzarlaýjylygy degişli bolup biler. B. Heýs bakteriýalaryň jyns gatnaşyklarynyň kanunalaýyklyklaryny (**konýugasiýasyny**) hem öwrendi, onda **F-faktora (fertillige)** eýe bolan donor öýjüklerinden genetiki material resipiýent öýjüklere geçirilýär.

J. Uotson we F. Krik DNK-nyň gurluşynyň komplimentar modelini we onuň **rep-likasiýasynyň** (giçki latynça *replicatio* – gaýtalama, autoreproduksiýa, autosintez, reduplikasiýa), DNK (käbir wiruslaryň RNK) molekulalarynyň ýörite fermentleriň gatnaşmagynda goşalanmagy, DNK-nyň örän seýrek duş gelýän häsiýeti bolan öz-özünü gaýtadan döretmek ukyby açyldy.

Mikroorganizmleriň molekulýar biologiýasynyň we genetikasynyň binýadyna XX asyryň 60-njy ýyllarynyň başlarynda molekulýar genetika kemala geldi. G. Gamow 1954-nji ýylda her bir **kodon** (bir aminokislotany kodirleýän nukleotidleriň yzygiderliligi) üç sany nukleotidden ybarat bolmaly diýen çaklamany öňe sürdi. 1961-nji ýylda eksperimental ýol bilen belogyň ilkilenji gurluşy DNK-da nukleotid tripletleriniň (kodonlar) yzygiderliliginden ybarat bolup, olaryň her haýsy 20 sany aminokislotanyň diňe birine laýyk gelýär. 1966-njy ýylda genetiki koduň gurluşy barada maglumatlar peýda bolup başlady.

Indiki mesele – nädip ýadroda ýerleşýän DNK molekulalaryndaky informasiýa ribosomalarda belogyň sinteziniň geçýän ýeri bolan sitoplazma geçip bilýär diýen sowalyň jogabydyr. DNK-da saklanylýan triplet kodonlarynyň yzygiderliligi ýaşayyş döwri gysga bolan informasiýa-RNK-nyň (i-RNK) molekulalaryna **transkribirlenýändig**i (göçürilýändig) subut edildi. Bu basgançak **DNK → i-RNK transkripsiýa** diýlip atlandyryldy, **i-RNK → protein** basgançagy bolsa **translýasiýa** diýlip atlandyryldy. Sintezlenýän protein molekulasynda aminokislotanyň geçirilişini we onuň protein molekulasyndaky ýerini kesgitlemegi **transport RNK-sy (t-RNK)** amala aşyrýar. DNK-da, matrisadaky ýaly, RNK sintezlenýär, RNK-da bolsa protein sintezlenýär. Käbir wiruslarda birinji zveno ýokdur we RNK olar üçin nesil yzarlaýjylyk materialy bolup hyzmat edýär.

Gen işjeňliginiň gözegçiliginiň mehanizmi köp wagtyň dowamynda näbelliliginde galdy. Bu babatda F. Žakobyň we Ž. Mononyň işleri uly ähmiýete eýedir. Olar bakteriýalarda belli-belli proteinleriň sintezi dogrusynda informasiýa berýän **gurluş genleriniň** we aýry-aýry genleriň ýa-da olaryň bloklarynyň girizilmegini ýa-da çykarylmagyny amala aşyrýan sazlaýjy genleriň bardygyny görkezdiler. Soňra genleri şu ýörelge boýunça sazlamak beýleki organizmlerde hem bardygy anyklanyldy. Sazlamanyň başga mehanizmleri hem bardyr.

Indiki wajyp ädim nukleotidleriň yzygiderliligini aýdyňlaşdyрма (**sekwestirleme**) boýunça geçirilen işler boldy. Ol belli bir funksiýalary ýerine ýetirýän genomyň böleginiň (uçastogynyň) ilkinji gurluşy barada informasiýa berýär. Gurluş we funksiýa umumy molekulýar-biologik aňlatma eýe boldular, onuň manysy funksional ýagdaýlar makromolekulalaryň we assosiasiýalaryň gurluş üýtgemelerini aňladýar diýiligidir.

Öýjükde genetiki materialyň öz wezipesini ýerine ýetirmek kanunalaýyklyklaryny öwrenmeklikden yzysüre barlagçylar tiz wagtda genetiki manipulásiýalara geçdiler. Öýjüklere del genleri girizmek ýaly täze eksperimental tehnologiýa

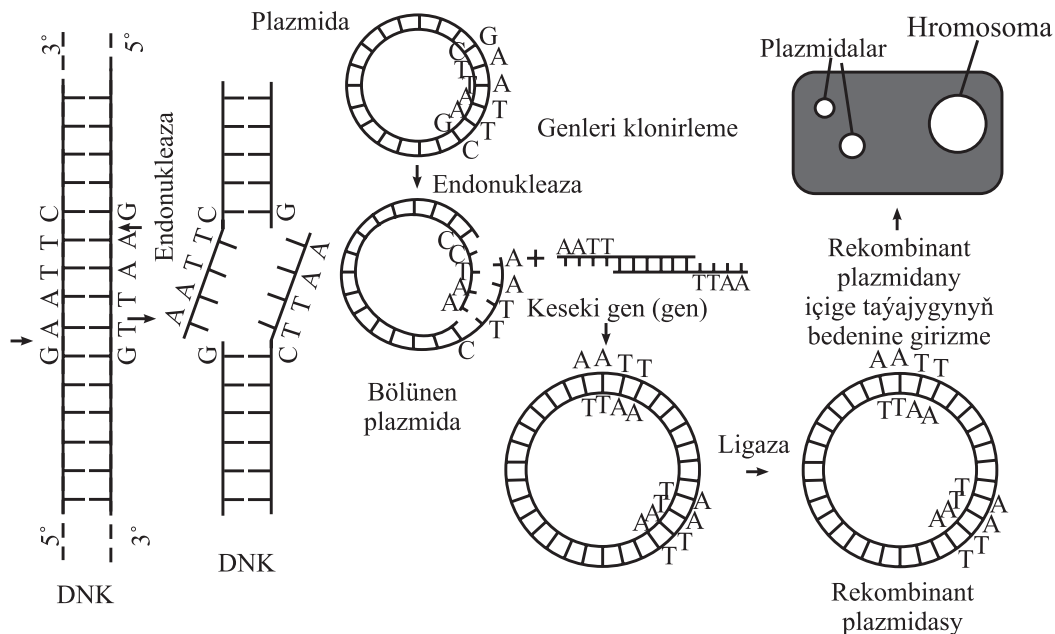
peýda boldy. “Genetiki inženeriýa” (ýa-da “gen inženeriýasy”) ýa-da “rekombinant DNK-lar bilen işlemek” düşünjeleri ekwiwalentdir.

Bu tehnologiýanyň manysy *janly öýjüge täze (“rekombinant”) genetiki gurluşlary girizmek bilen DNK-nyň parçalaryny täzeden in vitro birikdirmekden ybaratdyr.*

1972-nji ýylda Pol Berg kärdeşleri bilen OB40 wirusyň DNK-synyň parçasyn-dan we *X dvgal* bakteriofagyň *E. coliniň* galaktoza operonyndan ybarat bolan DNK-nyň ilkinji rekombinant molekulasyň döretdiler. Genetiki konstruirlemek üçin gural bolup fermentleriň iki topary – **restriktirleýji endonukleazalar (restriktazalar)** we **ligazalar** hyzmat etdiler. Birinjileri DNK-nyň birmeňzeş parçalaryny almak üçin ulanylan bolsa, ikinjileri olary birikdirmek üçin zerur boldy. Restriktazalar we ligazalar beýleki fermentler (nukleazalar, zzyňa gaýdyjy transkriptaza, DNK-polimeraza we başg.) hemme gen-iženerçilik öwrülişikleri geçirmegi üpjün edýärler.

Genetiki konstruirlemegiň tehnikasy *in vitro* birnäçe yzygiderli iş kadalaryny (proseduralary):

- 1) gerekli geni almagy;
- 2) ony replikasiýa (wektor) ukyply genetiki elementiň içinden gurmagy;
- 3) wektoryň düzümine girýän geni organizm-resipiýente girizmegi;
- 4) islenilýän geni ýa-da genleri edinen öýjükleriň deňligini subut etmegi (skrining) we saýlap almagy öz içine alýar (5.1-nji surat).



5.1-nji surat. Geni *E. coliniň* plazmidasyna girizme we rekombinant DNK-ny öýjüklerde klonirleme (A. Sassonyň maglumaty boýunça, 1987)

E.colini plazmidasy restriktaza bilen DNK-nyň iki böleginde-de ahyrynda jübütlenmedik nukleotidleriň (TTAA ýa-da AATT) emele gelmegi bilen bölünýär. Ahyrynda plazmida komplimentar bolan yzygiderliligiň (AATT ı TTAA) emele gelmegi bilen gen şu restriktazanyň kömegi bilen üzüldir. DNK-nyň ikisini hem (geniňki we plazmidanyňky) ligazanyň kömegi bilen tikýärler. Gibrid plazmidasy-ny *E. Colä* girizýärler, ol köpelende ähli öýjükleriň rekombinant plazmidasyny we keseki ýat geni saklaýan klony emele getirýär. Gen bakterial öýjükde klonirlenýär we onda belogyň sintezini indusirleýär.

5.2. Genleriň alnyşy

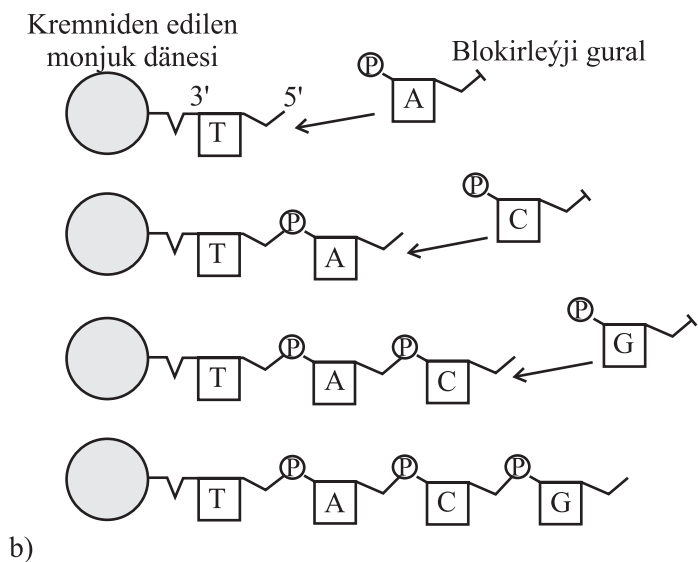
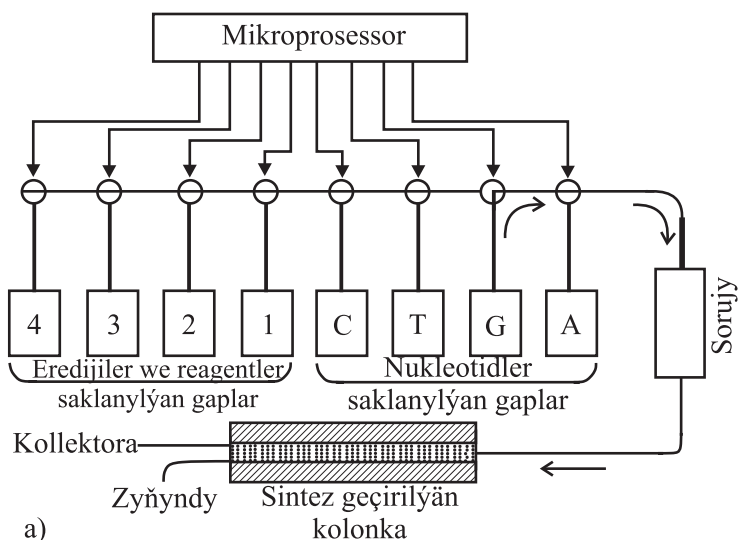
Genleri birnäçe ýollar bilen, ýagny: DNK-dan bölüp, himiki-ferment sintezi arkaly we ferment sintezi arkaly alýarlar.

Genleri DNK-dan bölüp almagy DNK-ny nukleotidleriň belli bir yzygiderligini (4-7 nukleotid jübütini) saklaýan bölegini katalizleýän restriktazalaryň kömegi bilen amala aşyrýarlar. Böleklere bölmäni nukleotid jübütleriniň tanalýan böleginiň ortasy boýunça geçirip bolar; munda DNK-nyň iki sapagy hem bir derejede “kesilýärler”. DNK-nyň emele gelýän parçalarynyň “kütäk” diýilýän uçlary bolýarlar. DNK-nyň bölünmegi süýşme bilen bolup geçmegi mümkin, munda sapaklaryň biri birnäçe nukleotidlere öňe çykýar. Munda emele gelýän “şepbeşik” uçlary özleriniň komplimentarlygy üçin özara täsirleşmäge girişýärler.

Ujy şepbeşik nukleotid yzygiderliligini öňünden şol bir restriktaza bilen işlenen wektora birleşdirýärler, özara komplimentar uçlaryny ligazalar bilen tikip, halka şekiline öwürip bolýar. Bu usul düýpli kemçiliklere eýedir, çünki gerekli geni pugta böleklere bölmek üçin fermentleriň täsirini saýlamak kyn düşýär. Gen bilen bilelikde “artykmaç” nukleotidler gurşalyp alynýar ýa-da, tersine, fermentler geniň bölegini kesyp aýyrýarlar we funksional taýdan ýeterlik bolmadyk gene öwürýärler.

Himiki-ferment sintezini haçan-da sintezini gen kodirleýän belogyň ýa-da peptidiň ilkilenji gurluşy belli bolanda ulanýarlar. Geniň nukleotid yzygiderliligini doly bilmek zerurdyr. Bu usul nukleotidleriň gerekli yzygiderliligini takyk täzedan döretmäge mümkinçilik berýär hem-de genlere restriktazalary, sazlaýjy yzygiderlilikleri we başga tanaýan bölekleri girizmäge mümkinçilik berýär. Usul DNK-nyň (oligonukleotidleriň) bir zynjyrlý parçalarynyň nukleotidleriniň, adaty, 8-16 zwenoly nukleotidleriň arasynda etap boýunça efir baglanyşyklary emele getirýän himiki sintezinden ybaratdyr. Häzirki wagtyň “gen maşynlary” bolup, olar mikroprosessor-nyň gözegçiliginde örän tiz wagtyň içinde özboluşly bir zynjyrlý DNK-nyň gysga yzygiderliligini sintezleýärler. 5.2-nji suratda Kanadanyň “Bio lodžikels” kompaniýasynyň konstruirän şeýle maşynyň shemasy getirilýär. Esaslaryň gerekli yzygiderliligi klawişli dolandyryjy pulta girizilýär. Mikroprosessor klapanlary açýar,

olaryň üstünden sorujynyň kömegi bilen sintezleýji kolonka nukleotidler hem-de zerur reagentler we eredijiler yzygiderli barýarlar. Kolonkany DNK molekulalarynyň ýygnaýan kremniden edilen monjuk däneleri bilen doldurýarlar. Bu gurluşda uzynlygy 40 nukleotide çenli bolan zynjyrlaryň 30 minutda 1 nukleotid tizlik bilen geçýän sintezi bolup geçýär. Alnan oligonukleotidler DNK-ligazanyň kömegi bilen biri-birine tikilýär we çösa zynjyrlý nukleotidler emele gelýärler. Bu usulyň kömegi bilen insuliniň, proinsuliniň, somatostatiniň A- we B-zynjyrlarynyň genleri we başgalar alyndy.



5.2-nji surat. "Gen maşynynyň" shemasy
(D. Hopwudyň maglumaty boýunça, 1984)

Bölünip aýrylan matrisa RNK-larynyň (m-RNK) esasynda geniň ferment sintezi häzirki wagat has ýaýran usuldur. Ilkibaşda öýjüklerden matrisa RNK-laryny bölüp alýarlar, olaryň arasynda bölünip alynmagy talap edilýän gen bilen kodirlenýän m-RNK bolýar. Soňra saýlanyp alnan şertlerde öýjükden bölünip alnan m-RNK-da, matrisadaky ýaly, ters transkriptazanyň (rewertazanyň) kömegi bilen sapak sintezlenilýär.

m-RNK komplimentar bolan DNK (k-DNK). Alnan komplimentar DNK (k-DNK) DNK-polimerazany ýa-da rewertazany ulanmak bilen DNK-nyň ikinji sapagyny sintezlemek üçin hyzmat edýär. Munda başyny başlaýjy bolup m-RNK-nyň 3'-ujuna komplimentar bolan oligonukleotid hyzmat edýär; DNK-nyň täze zynjyry magniý ionlarynyň gatnaşmagynda dezoksinukleozidtrifosfatlardan emele gelýär. Bu usul uly üstünlik bilen 1979-njy ýylda adamynyň ösüş gormonyň genini (somatotropini) almak üçin ulanyldy.

Ol ýa-da beýleki usul bilen alnan gen belogyň gurluşy barada informasiýa saklaýar, emma ony özi amala aşyryp bilmeýär. Şol sebäpden geniň täsirini dolandyrmak üçin goşmaça mehanizmler gerek bolýar.

Genetiki informasiýany resipiýentiň öýjüğine geçirmek wektoryň düzüminde amala aşyrylýar. Wektor bu, adatça, DNK-nyň özbaşdak replikasiýa ukyply bolan halkaly molekulasydyr. Gen wektor bilen birlikde rekombinant DNK-ny emele getirýär.

5.3. Rekombinant DNK-laryň konstruirlenişi

DNK bakteriýa öýjüğine adaty girizilende ferment hüjümine sezewar bolýar we dargaýar. Munuň şeýle bolmazlygy üçin öýjüğe girizilende awtonom (hiç zada bagly bolman ýaşap bilmeklik) bolmaga, öýjük bölünende bolsa replisirlenmäge ukyply bolan wektor molekulalary ulanylýarlar. Wektor hem öz düzüminde soňra-ky tanamaga we transgen organizmleri saýlap-seçip almaga zerur bolan genetiki alamatlary göterýär. Adatça, marker genleri hökmünde antibiotiklere durnuklylygy kesgitleýji genler ulanylýarlar.

Rekombinant DNK-lary konstruirleme *in vitro* izolirlenen DNK-lar bilen restriksiýa endonukleazlaryň kömegi bilen amala aşyrylýar, olar wektory bir böleginde (uçastogyn-da) bölýärler we ony halkaly görnüşden şepbeşik, girizilýän DNK-laryň uçlaryna komplimentar uçly göni çyzykly görnüşe öwürýärler. Wektoryň we girizilýän geniň komplimentar uçlaryny ligaza bilen çatýarlar. Alnan rekombinant DNK-ny hut şol DNK-ligazanyň kömegi bilen berkläp, halka şekilindäki molekulany emele getirýärler.

Wektorlar hökmünde plazmidleri we wiruslary ulanýarlar. Wiruslary derrew öýjükden öýjüğe daşaýarlar, olar gysga wagtyň içinde bütün organizmi zäherlemäge

ukyplydyrlar. Olar ulanylanda wajyp meseleleriň biri attenýuasiýa, ýagny hojaýyn üçin kesel döredijiligiň peselmegidir; şeýlelikde, wirus bilen zäherlenen öýjükleriň ölmän galmagy we üýtgedilen genetiki meýilnamany nesillere geçirip bilmekligi mese-mälim däl. Has giňden ýaýran wektorlar molekulýar massasy 3-10 kb deň bolan köp nusgaly plazmidlerdir. Ilkinji plazmidler bakteriýalardan bölünip alyndy, soňra olary gen inženeriýasynyň usullary bilen konstruirläp başladylar.

Umumy peýdalanmak üçin bellenen wektorlary ulanmak ýöriteleşdirilen enjamlary talap edýän çylşyrymly mesele däl. Klonirmek üçin has giňden ulanylýany plazmid wektorlary bolup, *E. coli*niň plazmidleri (pBR322, pBR325, pACYC117, pACYC 184) hem-de ColEI plazmidasynyň esasynda konstruirlenen plazmidalardyr. Häzirki zaman plazmida wektorlary hloramfenikolyň gatnaşmagynda hromosomlaryň bölünmegine bagly bolmazdan replikasiýa ukyplydyrlar, plazmidleriň nusgalary munda her öýjükde $12 \cdot 10^3$ nusga çenli köpelip biler.

Ösümlikleriň we ýokary derejeli haýwanlaryň, genomlarynyň umumy uzynlygy $3 \cdot 10^9$ çenli we ondan-da köp bolýar, genleriniň kitaphanasy alnanda wektoryň sygymy, köplenç, esasy orny tutýar. Häzirki ýagdaýda wektor hökmünde *X* fagyň DNK-syny ulanýarlar. Ýörite usullaryň kömegi bilen rekombinant DNK-lary gönüden-göni faglaryň kellejiklerine girizýärler. Mundan-da köp sygyma plazmidler – kosmidler (40 kb çenli) eýedirler, olarda *X* fagyň genomynyň cos-parçasý ösüşiniň ahyrky döwründe DNK-lary fag bölejiklerine gaplamaga gatnaşýar. DNK-ny gaplamak üçin DNK cos-uçastogyny saklamaly we onuň ölçegi aralyk, takmynan 1 genomynyň ölçegine deň bolmaly. DNK-ny kosmidleriň kömegi bilen fag kellejigine gaplamak usullary islendik organizmiň genleriniň kitaphanasyny almaga mümkinçilik berýär.

5.4. Genleri resipiýent-organizmiň öýjüklerine geçirmek

Rekombinant DNK-lary geçirmek daşama ýa-da konýugasiýa (latynça *conjugatio* – birleşdirme) ýoly bilen amala aşyrylýar. Daşama – bu öýjüğe del DNK-nyň aralaşmagy netijesinde onuň genetiki häsiýetleriniň üýtgemek prosesidir. Ilkinji ýola ol pnemokoklarda F.Giffit ýüze çykardy, ýagny bakteriýalaryň kesel döretmeýän şamlary syçanlara ýokuşdyrylanda olar hem kesel dörediji şamlar bilen birlikde kesel dörediji häsiýetlere eýe bolýarlar. Soňra şeýle daşama bakteriýalaryň dürli görnüşlerinde görkezildi we öwrenildi.

Daşama diňe käbir “başarjaň” diýilýän öýjükleriň (del DNK-lary girizmäge ukyply we aýratyn daşajy belogy sintezleýän) ukyplydygy subut edildi. Öýjükleriň “başarjaňlygy” daşky gurşawyň görkezijileri bien hem kesgitlenilýär. Muňa öýjükleri polietilenglikol ýa-da kalsiý hloridi bilen işlemek ýardam edip biler. Öýjüğe girenden soň rekombinant DNK-nyň sapaklarynyň biri kem-kemden ýaramazlaşýar,

beýlekisi bolsa resipiýent DNK-nyň birmeňzeş häsiýetli uçastogy bilen rekombinasiýasynyň hasabyna hromosoma ýa-da hromosomyň daşyndaky birlige goşulyp biler. Daşama genetiki informasiýany geçirmegiň iň uniwersal usulydyr we genetiki tehnologiýalar üçin iňňän uly ähmiýete eýedir.

Konýugasiýa (latynça conjugatio – birleşdirme) – genetiki materialy alyşmanyň usullarynyň biridir, onda genetiki informasiýanyň donordan resipiýente ýeke gönükdirilen geçmesi amala aşyrylýar. Bu geçme aýratyn konýugatiw plazmidleriň (fertillik ukyby; fertillik – organizmiň sagdyn nesil öndürmäge bolan ukyby) gözegçiliginde saklanylýar. Informasiýanyň donor öýjügendin resipiýent öýjüğine geçirme ýörite jynsy ýekeje tüýler (worsinkalar) arkaly amala aşyrylýar. Informasiýany geçirme konýugatiw bolmadyk plazmidleriň kömegi bilen kömekçi plazmidleriň gatnaşmagynda hem mümkindir.

Öýjükdä fag bölejikleriniň ösüşine getirýän wirusyň ýa-da fagyň genleriniň hemme toplumyny gowşurma **transfeksiýa** diýilýär. Bakteriýa öýjüklerine ulanyp bolýan usulyýet sfereoplastlaryň alnyşyny, inkubasiýa gurşawyny nukleazlardan arassalamagy we arassalanan fag DNK-syny (protaminsulfatyň gatnaşmagy transfeksiýanyň netijeliligini ýokarlandyrýar) goşmagy öz içine alýar. Usulyýet haýwan we ösümlik öýjüklerine ýörite üznüksiz (naýçaly) wirus wektorlarynyň gatnaşmagynda ulanyp bolýar.

5.5. Skrining we rekombinant öýjükleri seçip alma

Konstruirlenen DNK-lary geçirmeden soň, adatça, resipiýent öýjükleriň diňe uly bolmadyk bölegi zerur geni edinýär. Şonuň üçin örän wajyp basgançak gen-nyşany göteriji öýjükleriň deňdigini subut etmek işlerini geçirmekdir.

Birinji basgançakda, esasynda, DNK-nyň geçirmesi amala aşyrylan öýjükleri identifikirleýärler (deňligini subut edýärler) we esasynda DNK-ny göçürmesi amala aşyrylan wektor saýlanyp alynýar. Saýlap almagy wektorlaryň belgilenen genetiki markerleri boýunça geçirýärler. Esasan, markerler bolup, antibiotiklere bolan durnuklylygyň genleri hyzmat edýärler. Şonuň üçin saýlap-seçmegi öýjükleri takyk antibiotigi saklaýan gurşawlarda ekip, geçirýärler. Ekilenden soň bu gurşawlarda düzüminde antibiotiklere durnukly genleri bolan wektorlary saklaýan öýjükler ösýärler.

Ikinji basgançakda wektory we gen-nyşany göterýän öýjükleri saýlaýarlar. Munuň üçin usullaryň iki toparyny: 1) resipiýent-öýjükleriň DNK-larynyň dogrudan-dogry analizine esaslanan we 2) gen-nyşanyň kodirleýän alamatyny identifikirlenmegine esaslanan usullary ulanýarlar. Usullaryň birinji topary ulanylanda çen bilen gerekli geni saklaýan öýjüklerden wektor DNK-syny bölüp alýarlar we şonda şu geni göterýän meýdançalaryň gözlegi geçirilýär. Soňra geniň nukleotid

zyygiderliliği böleginiň sekwenirlenmegi geçirilýär. Başga bir usul hem mümkindir, ýagny öýjüklerden bölünip alnan zondly DNK-nyň (gözlenilýän gen ýa-da oňa degişli m-RNK); bölünip alnan DNK-ny bir zynjyrlý ýagdaýa geçirýärler we ony zond bilen özara täsirleşmä girizýärler. Soňra DNK-nyň iki zynjyrlý gibrid molekularynyň bardygyny kesgitleýärler. Ikinji wariantda transkripsiýanyň protein-önümini we gen-nyşanyň translyasiýasyny sintezleýän öýjükleriň gönüden-göni saýlanyp-seçilip alynmagy mümkin. Diňe gen-nyşan edinen öýjükleri goldaýan selektiw gurşawlar hem ulanylýarlar.

Gen inženeriýasynyň usullarynyň kömegi bilen berlen maksatnama boýunça mikroorganizmleriň dürli önümleri, şol sanda eukariot organizmleri sintezläp bilýän täze görnüşlerini konstruirlemek mümkin. Rekombinant mikrob öýjükler gözegçilik edilýän şertlerde çalt köpeliýärler we şeýlelikde dürli-dürli, şol sanda gymmat bolmadyk substratlary peýdaly ulanmaga ukyplydyrlar.

Genetiki manipulyasiýalarda ýüze çykyan meseleler şulardan ybarat: 1) genler transformasiýada keseki gurşawa düşüp, proteazalaryň täsirine duçar bolýarlar, şonuň üçin olary goramaly; 2) adaty, transplantirlenen geniň önümi öýjüklerde akumulirlenýär we gurşawa bölünip çykmaýar; 3) arzuwlanýan alamatlaryň aglabasy bir gen bilen däl-de, genler topary bilen kodirlenýär. Munuň hemmesi geçirmäni düýpli kynlaşdyrýar we her bir geniň zygiderli trabsplantasiýasynyň tehnologiýasyny işläp düzmeği talap edýär.

Häzirki wagt gen inženeriýasy janly dünýäni doly ele aldy. “Keseki” genleri (*ekspressiýa*) diýilýän fenotipik aňlatma bakteriýalardan, maýalardan, kömeklerden, ösümliklerden we haýwanlardan alyndy. Ajaýyp üstünlikler in doly we hemmetaraplaýyn öwrenilen mikroorganizmleriň öýjüklerinde gazanyldy. Rekombinant DNK-laryň ösümliklere we haýwanlara ulanylmaga degişli bolan eýýamy ýaňy başlanýar. Haýwanlaryň gen inženeriýasy ugrunda syçanlaryň p-globininiň, X fagyň genleri klonirlenildi. Ýaşyl afrika martyşkasynyň (makakalar tohumyndan bolan kiçijik maýmyn) böwrek öýjüklerinden başga haýwan öýjükleriniň ösdürmeleriniň täze görnüşleri, şol sanda adam öýjükleri-de synag edilýär. Mysal üçin, bitaý ýüpek gurçugynyň öýjüklerinde wirus wektoryny ulanyp, adamyň p-interferonynyň geniniň ekspressiýasyny gazanmak başardy. Bu gen süýt emdirijileriň öýjüklerinde hem klonirlenildi. Adamyň gen inženeriýasynda, ösümlikleriň genetiki konstruirleşiňdäki ýaly, häzirikçe genleriň öýjük özboluşly aňlatmasyny gazanyp bolmaýar. Bu meseläniň çözgüdini konstruirlenýän wektorlara sazlaýjy uçastoklaryň belli promotorlaryny girizmegiň ýollaryndan gözleýärler. Oba hojalyk mallaryny gowulandyrmagyň meseleleriniň çözgüdi häzirikçe çözgüdi uzakdaky meseleligine galýar. Häzirki wagt amaly taýdan önümlilik, süýdün çykymy we ýaglylygy, kesellere durnuklylyk we başgalar ýaly alamatlaryň genetikasynda degişli maglumatlar ýok. Bu şu ugurdaky genetiki manipulyasiýalara synanyşyklara päsgelçilik döredýär.

Genetiki inženeriýa biotehnologlaryň ellerine diňe bir gymmatly birleşmeleriň täze produsentlerini bermän, eýsem adaty ulanylyp gelinýän organizmleriň gymmatly häsiýetlerini gowulandyrýar we olaryň netijeliligini ýokarlandyrýar. Peýdaly önümiň çykymyny ýokarlandyrmagyň giňden ýaýran usuly ***amplifikasiýadyr (genleriň nusgasyny (kopiýasyny) köpeltmekdir)***. Köp maksatlaýyn önümleriň (aminokislotalar, witaminler, antibiotikler we başg.) emele gelmegi bir sany geniň däl-de, onlarça genler bilen dolandyrylýan uzyn biohimiki sintez ýoly bilen häsiýetlendirilýär. Bu genleriň bölünip alynmagy we amplifikasiýanyň kömegi bilen klonirlenmegi diýseň kyn, ýöne köp ýagdaýlarda çözülmegi mümkin bolan meseledir. Peýdaly önümiň çykymyny ýokarlandyrmak hem ***çäklendirilen (saýt-spesifikasi) mutageneziň in vitro*** kömegi bilen, ýagny himiki mutageneziň kömegi bilen öýjügiň hemme genomy däl-de, onuň restriksiýasy arkaly alnan parçasý işlenilýär.

5.6. Senagat üçin wajyp önümleriň gen inženeriýasy

Rekombinant DNK-laryň tehnikasynyň ösüşi eukariotlaryň genlerini bölüp almagy we olary geterolitik ulgamlara ekspressirlemäge mümkinçilik berýär. Häzirki wagt genetiki inženeriýanyň usullary prokariotlaryň we eukariotlaryň öýjüklerinde hereket etmäge ukyply genetiki ulgamlary konstruirlemäge mümkinçilik berýär. Bu mümkinçilikler täze gymmatly häsiýetlere eýe bolan organizmleri, mysal üçin, eukariotik proteinleri sintezlemäge ukyply bakterial şamlary döretmäge ýardam berýärler.

Uly üns berilýän protein maddalarynyň arasynda gormonlar ýaly biologik işjeň maddalar aýratyn saýlanýarlar. Olaryň arasynda möhüm orny proteinli we peptidli gormonlar eýeleýärler. Köpüsi lukmançylykda juda zerur bolan bu gormonlar, eger-de gormon gös-görtele görünüş aýratynlygyna eýe bolmasa, ýaňy-ýakyna çenli haýwan dokumalaryndan ekstraksiýa arkaly alynýardy. Gysga zynjyrly peptidleri himiki sintez arkaly almaga synanyşýardylar. Emma, gormonlary almagyň beýle ýoly uzyn zynjyrly proteinleri saklaýan gormonlary almak üçin amatsyzdy. Görnüş aýratynlygy juda görnüp duran ösüş gormonlarynyň ýeke-täk çeşmesi ölen adamlaryň degişli bedenleridi.

Genetiki inženeriýanyň üstünlikleri mikrob öýjüklerinde ençeme gormonlaryň sinteziniň gormonlaryny klonirllemäge umyt döretdi. Bu umytlar belli bi derejede, ilkinji nobatda, peptid gormonlarynyň mikrobiologik sinteziniň mysalynda dogry çykdy.

Ilkinji şowly netijeler himiki ýol bilen sintezirlenen DNK-nyň nukleotid yzygierliligi 14-zwenoly peptid gormony bolan somatostatin (somatotropiniň antagonist) 1977-nji ýylda ABŞ-da “Genetik” kompaniýasy tarapyndan alyndy. Gormo-

nyň bakterial öýjüklerde peptidazanyň täsirinde dargama prosesiniň önüni almak üçin awtorlaryň ulanan çemeleşmesi soňra beýleki peptid gormonlaryny almakda üstünlikli ulanyldy. Gibrin genini konstruirledildi, onuň bir bölegi içege taýajygynyň p-galaktozidaza fermentiniň geninden alyndy, galyndysy bolsa, somatostatini kodirleýji parçadur (parça himiki ýol bilen sintezlenildi). Bakterial öýjüklere girizilen gibrin geni bolan 90%-den-de gowrak p-galaktozidazanyň aminokislota yzygiderliginden durýan protein-himeranyň sintezini ugrukdyrýar. Galan bölegi samotastatinden ybarat. Ilkibaşdaky iki genini meýdançasynyň çatrygynda metionin aminokislotasynyň kodony ýerleşýärdi. Metionin gibrin belogy metioniniň emele getiren peptid baglanyşygyny üzýän bromsian bilen işlemäge mümkinçilik berdi, dargama önümleriniň içinde somatostatiniň bardygy anyklanyldy. Bu çemeleşme köp sanly peptid gormonlaryny (insuliniň A we B zynjyrlaryny, leýenkefalin neýropeptidini, angiotenzini, bradikinini we başg.) almakda ulanyldy.

Gen-inžener usullary bilen gysga wagtyň içinde ýokary çykymly wiruslaryň we haýwanlaryň birgiden proteinlerini almaga mümkinçilik berýän mikroorganizmler-superprodusentler döredildi. Öýjük proteinleriniň 20%-ne çenlisi gen-inžener önümlerini tutýan ştamlar, mysal üçin, wirus B gepatitiniň sygyr antigeni, agsyl wirusynyň kapsid antigeni, gölejigiň renini, B gepatitiniň wirusynyň üst ýüzüniň antigeni we başgalar döredildi.

5.7. Rekombinant insuliniň alnyşy

Insulin gormony iki sany uzynlykdan, degişlilikde 20 we 30 aminokislotalardan ybarat bolan A we B polipeptid zynjyryndan gurlandyr. Zynjyrlaryň yzygiderliligi 1955-nji ýylda F.Senger tarapyndan kesgitlenildi. Iki zynjyryň hem 170 sany himiki reaksiýadan durýan sintezi 1963-nji ýylda ABŞ-da, GFR-de we Hytaýda amala aşyryldy. Emma, şeýle çylşyrymly prosesi senagata geçirmek mümkin bolmady. Insulini 1980-nji ýylda çenli aşgazanasty mäsden (sygryň aşgazanasty mäsiniň agramy 200-250 g., 100 g kristalik insulini almak üçin 1 kg-a çenli aşgazanasty mäsini talap edilýär) almak kyndy. Şonuň üçin insuline bolan islegler doly kanagatlandyrylmaýardy. Mysal üçin, 1979-njy ýylda süýji kesellileriň bellige alnan 6 mln-dan insulini diňe 4 mln alypdyr. 1980-nji ýylda Daniýanyň “Nowo indatastri” kompaniýasy doňzuň insuliniň B zynjyrynyň 30-njy aminokislota bolan alaniniň galyndysyny fermentiň kömegi bilen treoniniň galyndysyna çalşyp, adam insulinine öwürmegiň usulyny işläp düzdi. Netijede, bir komponentli, arassalygy 99% bolan adam insulini alyndy. Haýwan organiziminde iki polipeptid zynjyry ilkibaşda uzynlygy 109 aminokislota deň bolan bir protein molekulasyň – preproinsuliniň, bölekleri bolup durýarlar. Sintezde aşgazanasty mäsiniň öýjüklerinde ilkinji

23 aminokislota öýjügiň membranasyň arasyndan daşalmagy (transporty) üçin yşarat (signal) bolup hyzmat edýärler. Bu aminokislotalar üzülýärler we uzynlygy 86 aminokislotadan ybarat bolan proinsulin emele gelýär.

1980-nji ýylda U.Gilbert işdeşleri bilen alakanyň (şol wagtlar adamyň genleri bilen manipulirlenmäge rugsat berilmeyärdi) (5.3-nji surat) aşgazanasty mäsiniň p-öýjükleriniň çişinden insuliniň m-RNK-syny bölüp aldy. Alnan m-RNK-nyň DNK nusgasy pBR 322 plazmidanyň içinden, penisillinaza (adaty ýagdaýda ferment öýjükden bölünip çykýar) geniniň ortadaky bölegine oturdylar, ony bakteriýa daşadylar. Konstruirlenen plazmida, soň belli bolşy ýaly, preproinsuliniň däl-de, proinsuliniň gurluşy barada maglumat saklapdyr. m-RNK-nyň E. Coliniň öýjüklerinde translyasiýasynda penisillinazanyň we proinsuliniň zygiderligini saklaýan gibrin belogy sintezlendi. Gormony by proteinden tripsin bilen bölüp aldylar. Şeýle ýol bilen alnan belogyň aşgazanasty mäsiniň gormony ýaly gandyň çalşygyna täsir edýändigini subut edildi. 1979-njy ýylda ABŞ-da üç aýyň dowamynda insuliniň A we B zynjyrlaryny kodirleýän genleri sintezlediler, genler, deňşilikde, 18 we 11 oligonukleotidlerden ýygaldy. Soňra genler, somatostatiniň alnyşyndaky ýaly, plazmida içege taýajygynyň p-galaktozidasasynyň geniniň ahyryna dakylady.

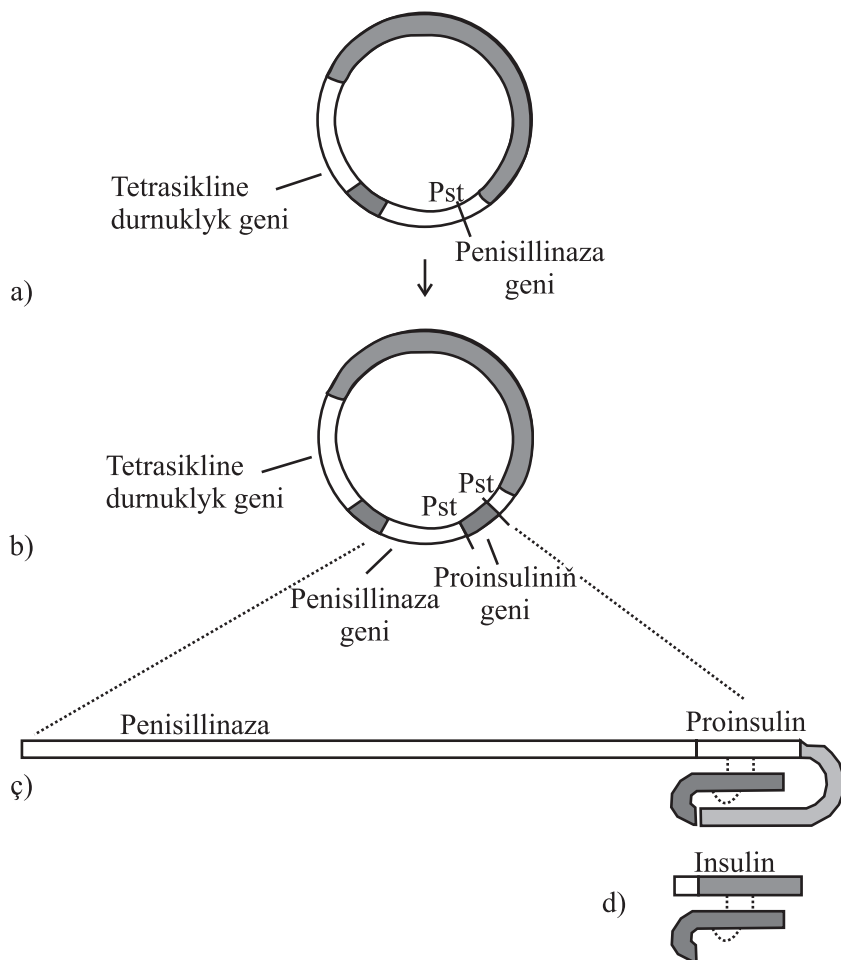
E. coliniň öýjüklerinde hem proinsuliniň diňe aýry-aýry zynjyrlarynyň däl-de, onuň bitin molekulasyň sintezi amala aşyryldy. Bölünip alnan matrisa m-RNK-synda DNK nusgasy sintezlendi. Proinsuliniň sintezi belli bir derejede artykmaçlyklara eýedir, çünki gormonyň ekstraktsiýa we arassalama prosesleri örän azdyr.

Gen-ižener ştamlarynyň-produsentleriniň alnyş tehnikasynyň dürli ýollary (plazmidleriň amplifikasiýasy, girizilýän rekombinant DNK-laryň inkapsulirlenmegi, resipiýent öýjükleriň proteolitik işjeňligini basmak) ulanyp kämilleşdirilmegi gormonyň ýokary çykymalaryny (200 mg/litr ösdürime çenli) almaga mümkinçilik berdi. Gen-ižener belogynyň mediko-biologik we kliniki synaglary serişdäniň ulanmaga ýaramlydygyny görkezdi; onuň senagatda öndürilmegine 1982-nji ýylda rugsat berildi.

5.8. Somatotropiniň biosintezi

Somatotropin (gipofizdäki ösüş gormony) ilkinji gezek 1963-nji ýylda maslykdan bölünip alyndy. Gormonyň çykymy bir gipofizadan taýýar farmasewtik serişdä hasaplanylanda 4-6 mg golaý boldy. Göýdükligi (karlikowost) bejermek üçin bir ýylyň dowamynda her hepdede 6 mg somatotropin gerek bolýar. Massasynyň azlygyndan başga-da, ekstraktsiýa arkaly alynýan serişde geterogenligi bilen tapawutlanýardy, oňa garşy organizmde gormonyň täsirini ýoga çykarýan antitelolar öndürilip çykarylýardy. Galyberse-de, alynýan serişde organizmde haýallyk bilen

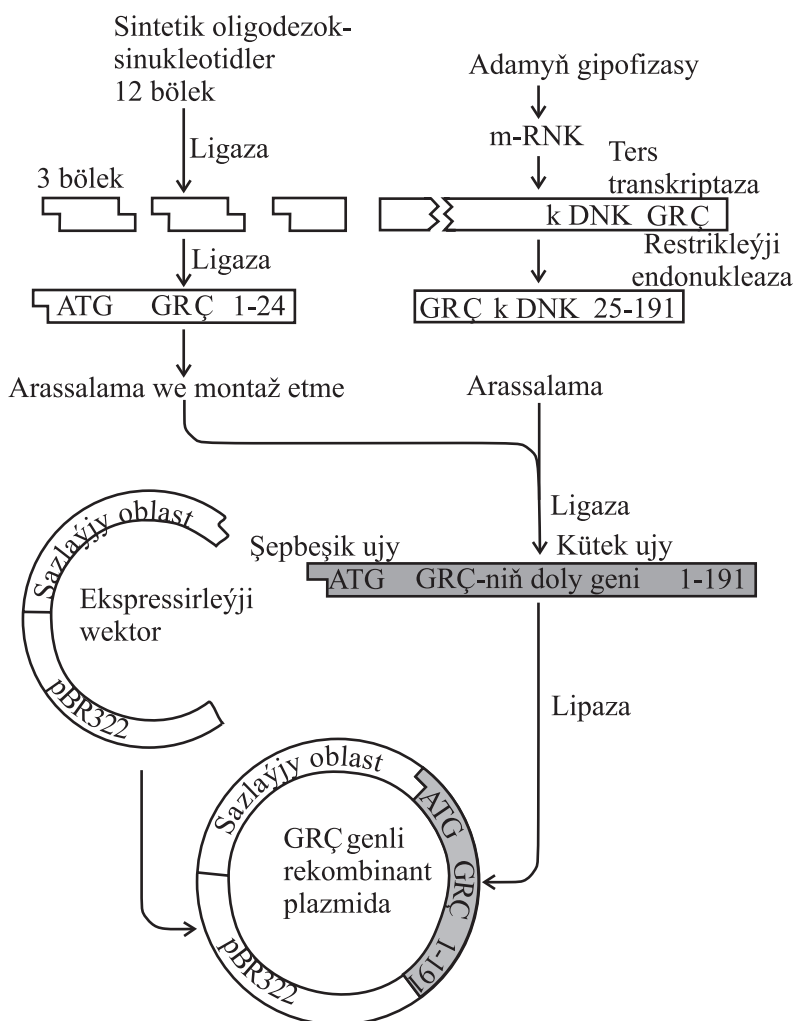
ösüp barýan wiruslar bilen zäherlenmegi mümkindir. Şonuň üçin bu serişde bilen bejerilýän çagalar köp ýyllaryň dowamynda lukmanlaryň gözegçiligine mätäç bolýarlar.



5.3-nji surat. Alakanyň insulininiň *E. coliniň* konstruirilen öýjüklerinde geçýän biosintezi (Gilbert we başgalaryň maglumaty boýunça, 1980):

a) iki genli – penisillinaza we tetrasikline durnuklylyk, p-BR322 plazmidanyň kartasy;
 b) *E. Coliniň* insulini produsirleýji klonundaky rekombinant plazmidanyň k-DNK-synyň yzygiderliligi kesgitlenendäki kartasy; ç) gibrid belogy; d) penisillinaza we proinsuliniň segmenti aýrylandan soň biologik işjeň insulin

Gen-inžener serişdäniň görnüp duran artykmaçlyklary bardyr: köp mukdar-da alyp bolýanlygy, gomogenligi, wirusdan azatdygy. 191 sany aminokislota galýndysyndan ybarat bolan somatotropiniň sintezi ABŞ-da Geddel we onuň kärdeşleri tarapyndan (“Genentek” kompaniýasy) 1979-njy ýylda amala aşyryldy (5.4-nji surat).



5.4-nji surat. Himiki sintezini we tebigy m-RNK-syny bölüp almagy urnaşdyрма (kombinirleme) arkaly somatotropiniň genini konstruirlemegiň shemasy (P. Newmarkyň maglumaty boýunça, 1979)

DNK-nyň himiko-ferment sintezinde somatotropiniň özünden öňürti gelyän maddanyň geni emele gelyär, şonuň üçin klonirlemäniň ýörite ýoly saýlanyp alyndy. Birinji basgançakda m-RNK-nyň iki sapakly DNK-nusgasy klonirlenildi we restriktazalar bilen dargadyp, gormonyň tutuş aminokislota yzygiderliligini kodirleyji yzygiderliligi, ilkinji 23 sany aminokislota başgasy alyndy. Soňra şu 23 aminokislota laýyk gelyän, başynda startçy kodony bolan sintetiki polinukleotid klonirlenildi. Alnan iki parça birleşdirilip, lac-promotorlar jübütine we ribosomlary birleşdiriji ülüşine goşmaça gurnaldy. Konstruirlenen gen *E. coli* transplantirlenildi. Bakteriýalarda sintezirlenen gormon molekulanyň talap edilýän massasyna eýe bolmak bilen, hiç bir beloga bagly däldi; onuň çykymy her öýjükde 100 000 mole-

kula boldy. Emma, gormon polipeptid zynjyrynyň N-ujunda metioniniň goşmaça galyndysyny saklaýardy, ol aýrylanda gormonyň çykymy peselýärdi.

1980-nji ýylda alnan maglumatlardan görnüşi ýaly, gen-inžener somatotropin tebigy gormonyň biologik işjeňligine eýedigi subut edildi. Serişdäniň kliniki synaglary hem üstünlikli geçdi. Bu gormon şeýle-de 1982-nji ýylda Parižň Paster institutynda konstruirlenen içege taýajygynyň esasynda hem alyndy. 1990-njy ýyla çenli gormonyň bahasy 5 dollar/birl. çenli arzanlady.

Häzirki wagt bu gormony maldarçylykda öý haýwanlarynyň ösüşini, sagymyny we başgalary stimuilirmek üçin ulanýarlar.

5.9. Interferonlaryň alnyşy

Interferonlar – oňurgaly haýwanlaryň ýadrolarynyň öýjüklerinde produsirlenmäge ukyply proteinleriň toparydyr. Bu kuwwatly indusibel proteinler bolup, olar organizmiň gomeostazyny gorap saklaýan ýörite bolmadyk kesellere durnuklylyk faktorydyr. Interferonlar ulgamy organizmde sazlaýjy hyzmat eýedir, çünki dürli biohimiki prosesleri modifisirlemäge ukyplydyr. Oňurgalylaryň, şol sanda adamyň interferonlaryny üç topara bölýärler: **a**, **p**, **y**, degişlilikde, leýkositler, fibroblast we immunly interferonlar.

1970-nji ýyllaryň ahyrlarynda interferonlaryň lukmançylyk üçin, şol sanda çiş keselleriniň önüni almakda uly ähmiýeti aç-açan mälum boldy. Interferonyň ýeterlik mukdarynyň ýokdugy hem-de köne usullar bilen alnan (gandan bölünip alynýardy) serişdeleriň bahasynyň gymmatlygy üçin kliniki synaglar bökdençlik çekýärdiler. Mysal üçin, 1978-nji ýylda 0,1 g arassa interferony Helsinkiň Merkezi saglygy goraýyş laboratoriasynda (bu laboratoriya bütün dünýäde sagdyn adamlaryň leýkositlerinden interferon öndürmek boýunça iň öndebaryjy laboratoriadyr) 50 000 litr gany gaýtadan işläp alýardylar. Interferonyň şol mukdary wirusdan ýokan kesellileriň 10 000 sanysyny bejermegi üpjün edip bilýärdi. Interferonlary almagyň geljegini gen inženeriýasy bilen baglanyşdyrýarlar.

1980-nji ýylda ABŞ-ly alymlar Gilberte we Weýssmana genetiki tarapdan konstruirlenen *E. colide* interferony almak başartdy. Olara duş gelen ilkinji kynçylyk m-RNK-nyň leýkositlerdäki, hatda, wirus bilen ýokuşdyrylyp stimuilirlenenlerinde hem, derejesiniň pes bolmagydyr. 17 litr gan gaýtadan işlenende m-RNK-ny bölüp almak we DNK-nusgany almak başartdy. DNK-nusgany plazmidanyň içinde oturdylar we *E. Colini* klonirlediler. 20 000-den gowrak klonlar synalyp görüldi. Aýry-aýry klonlar interferonlary sintezlemäge ukyply bolup çykdy, emma pes çykymda her öýjüğe bary-ýogy 1-2 molekula. Şuňa meňzeş işler Ýaponiýada, Angliýada, Fransiýada, Russiýada geçirildi.

1980-nji ýylda **a-** we **p-**interferonlaryň nukleotid yzygiderliligi anyklanyldy: fibroplast interferonynyň m-RNK-sy 836 nukleotidden durýar, olardan 72 we 203 nukleotid 5'- we 3- translirlenmeýän çygyrlara gabat gelýär, 63-si öýjüklerden interferonyň sekresiýasyna jogap berýän peptidi kodirleýärler we 498 nukleotidler 166 sany interferonyň aminokislota galyndylaryny kodirleýärler. Mundan soňra himiki sintez arkaly **a-** we **p-**interferonlaryň *E. colide* klonirlän genleri alyndy. 1981-nji ýylda immun interferonynyň nukleotid yzygiderliligi kesgitle-nildi, olar ilkinji ikisinden düýpli tapawutlanýarlar, ýöne molekulalarynyň ululygy boýunça biri-birine ýakyndyr. Wajyp wakalaryň biri – Beýik Britaniýanyň “Im-perial kemikal indastri” firmasynyň we Lester uniwersitetiniň biologiýa ylymlary Mekdebiniň işgärleri tarapyndan adamyň leýkositar interferonynyň geniniň doly sinteziniň amala aşyrylmagy boldy. Bir ýarym ýylyň dowamynda interferonyň DNK-nusgasynyň **al**-interferony kodirlemäge ukyply doly yzygiderliligi sintez-lenildi. Oligonukleotidleriniň sintezi geniň sintezini düýpli çaltlaşdyran täze usul boýunça amala aşyryldy. Ilkibaşda poliakriamid smolasyna nukleotid birleşdirildi, soňra kondensirleýji agenti ulanyp, suwsuz piridinde nukleotid jübütini birikdirdiler. Prosesiň her bir döwri bir ýarym sagada çekdi, şonuň üçin bir ýylda uzynlygy 5000 nukleotide deň bolan yzygiderliligi sintezläp bolýardy. Jemi 67 sany oligonukleotid sintezlenilip, olar ligazanyň kömegi bilen 514 jübüt nukleotidlerden durýan goşa sapakly DNK birleşdirildi. Alnan gen iki bakteriýanyň: *E. coliniň*, *Methylophilus methylotrophus*nyň öýjükleriniň içine dakylady we ekspressiýa alyndy.

Gen-inžener interferonyny almak üçin edilen tagallalar öýjük ösdürimi usuly bilen deňeşdirilende çykdajylary 100 esse azaltmaga mümkinçilik berdi. Bakteriýalaryň we maýalaryň gen-inžener öýjükleriniň esasynda interferonlaryň dürli görnüşleri alyndy. Bu serişdeleriň lukmançylyk-biologik we kliniki synag-laryny giňden açmaga mümkinçilik berdi. Interferonyň 1980-1981-nji ýyllarda alnan serişdeleri 80% arassalanyldy, olaryň udel işjeňligi 1 mg beloga 107 halka-ra birliginden hem gowrak boldy. Interferonlaryň şol döwürde başlanan kliniki synaglarynyň giňeldilmegi onyň arassalyk derejesiniň ýokarlandyrylmagyna bag-lydy. Bu ugurda öňe gidişlikler monoklonal antitelolar ulanylyp gazanyldy, olary affin hromatografiýasynda ulanmak mümkindir (munda gerekli proteinler antitelo-ly kolonkada saklanyp galýarlar).

5.10. Öýjük inženeriýasy

Adatça bolşy ýaly, has işeň biologik agentleri almak üçin seçgi we mutagenez ulanylypdyr. Seçgi – bu mutantlary saýlamagyň gönükdirilen ýoludyr, **mutantlar – nukleotid yzygiderliliginde gurluş modifikasiýasynyň netijesinde nesilden-nesle geçijiligiň böküş görnüşlilige geçmegidir.** Seçginiň baş ýoly – bu gerekli

produsentleri köre-kör saýlamakdan olaryň genomyny akylyly-paýhasly konstruirlemek ýoluna geçmekdir. Saýlamagyň adat bolup gelýän usullary öz wagtynda mikroorganizmleri ulanýan dürli tehnologiýalaryň ösmeginde wajyp orun eýelediler. Piwo, çakyr, çörek bişirmekde ulanylýan, sirke turşy we başga mikroorganizmleriň şamlary saýlanylýp alnypdyr. Seçgi usulynyň çäklendirmeleri genomdaky özgerişlere alyp gelýän öz-özünden geçýän mutasiýalaryň ýygylgynyň pesligi bilen baglanyşyklydyr. Mutasiýanyň ýüze çykmagy üçin gen ortaça 10^6 – 10^8 gezek goşalanmalydyr.

Seçgi prosesiniň düýpli tizlenmegine **indusirlenen mutagenез** (genom emeli zaýalananda biologik materialyň mutasiýasynyň ýygylgynyň artmagy) alyp barýar. Mutagen täsirine ultramelewşe we rentgen şöhleleri, birnäçe himiki maddalar (azotly kislota, bromurasil, antibiotikler we başg.) eýedirler. Populýasiýa mutagen bilen işlenenden soň alnan klonlaryň ahlumumy skrinigini (barlag) geçirýärler we iň önümlilerini saýlaýarlar. Saýlanyp alnan klonlary gaýtadan işleýärler, önümlü klonlary ýene-de saýlaýarlar, ýagny gyzyklandyryýan alamatlar boýunça basgançakly saýlama geçirýärler.

Bu iş köp zähmeti we wagty talap edýär. Basgançakly saýlamanyň ýetmezçiliklerini, esasan, gen çalşygy usuly bilen utgaşdyryp, aradan aýryp bolýar.

Genetiki konstruirleme *in vivo* (öýjük inženeriýasy) mutantlary almagy we bölmegi we janly öýjükleriň nesil informasiýasyny alyşmagyň dürli usullaryny ulanmagy öz içine alýar.

Öýjük inženeriýasynyň esasy bolup, jynsy bolmadyk öýjükleriň goşulmagy (somatik öýjükleriň gibritleşmesi) hyzmat edýär, ýagny bu bütin bir zadyň emele gelmegidir. Öýjükleriň goşulmasy doly bolmagy ýa-da resipiýent-öýjük donor öýjüginin aýry-aýry böleklerini (mitohondriýalary, sitoplazmany, ýadro genomyny, hloroplastlary we başg.) edinmegi mümkindir. Rekombinasiýa janly öýjükleriň genetiki informasiýany alşandaky dürli prosesleri (eukariot öýjükleriň jynsy we paraseksual prosesleri, prokariotlaryň konjugasiýasy, transformasiýasy we transduksiýasy hem-de uniwersal usul – protoplastlaryň birleşmesi) öz içine alýar.

Gibritleşmede mikroorganizmleriň genetiki markirlenen şamlaryny (köplenç, auksotrof mutantlary ýa-da ösüş ingibitorlaryna durnukly bolan mutantlary) alýarlar. Öýjükleriň birleşmesi (kopulýasiýa) netijesinde maýalarda, kömeleklerde, suwotularda gibridleriň emele gelmegi bolup geçýär. Eger-de ilki başdaky öýjükler gaploid öýjükler bolsa, ýadrolaryň birleşmesi netijesinde ýadrosynda hromosomlaryň goşa toplumyny göterýän diploid öýjük (zigota) peýda bolýar. Aýry-aýry wekillerde ýadro şobada meýýoza duçar bolýar, onuň barşynda hromosomlaryň her biri bölünýär. Gomologik hromosomlar jübütleri emele getirýärler we hromatidleriniň böleklerini krossingoweriň netijesinde çalyşýarlar. Soňra gaploid jynsy sporalar

emele gelyärler, olaryň her haýsy ene-atalarynyň biri-birinden şol bir hromosomyň hem-de dürli hromosomlaryň hromosom jübütleri bölünende genleriniň rekombinasiýasy netijesinde tapawut edýän genleriň toplumyny saklaýarlar. Eger-de öýjükler birigende ýadrolar birikmeseler, onda aralyk sitoplazmaly we aralyk ýadroly görnüşler (geterokarionlar) emele gelyärler. Şeýle görnüşler kömelekler, has-da penisillinleriň produsentlerine häsiýetlidirler. Alnan geterozigot diploidler ýa-da geterokarionlar köpelende bölünme bolup geçýär – nesilde ene-atalaryň diňe bir dominant alamatlary däl, eýsem olaryň resessiw alamatlary hem ýüze çykýarlar. Jynsy we paraseksual proses senagat üçin wajyp mikroorganizmleriň-produsentleriň genetiki amalyýetinde giňden ulanylýar.

Bakteriýalarda genetiki informasiýanyň çalşygy ***konýugatiw plazmidalaryň (konýugasiýanyň)*** özara täsirleşmesiniň netijesinde bolup geçýär. Ilkinji gezek konýugasiýany *E. coli* K-12-de gözegçilik etdiler. Konýugasion çaknyşdyrmak üçin donoryň we resipiýentiň ösdürimini garyşdyrýarlar we bilelikde iýmitlendiriji çorbada ýa-da agarlandyrylan gurşawlaryň ýüzünde inkubirleýärler. Emele gelyän konýugasiýa köpürijiginiň kömegi bilen öýjükler öz biri-birleri bilen birleşýärler; köprüjigik arkaly plazmida hromosomynyň belli bir saýtynyň resipiýente geçirilmesi bolýar. Mysal üçin, 37°C-de ähli hromosomany geçirmek üçin 90 minuta golaý wagt gerek bolýar. Konýugasiýa genetiki analiz we şamlary konstruirlemek üçin giň geljegi açdy we açýar.

Transduksiýa – genetiki informasiýany resipiýentiň öýjüginde fagyň kömegi bilen donor-öýjüğe geçirmek prosesidir. Ilkinji gezek bu proses 1952-nji ýylda Sinder we Liderberg tarapyndan ýazylyp beýan edildi. Transduksiýa faglaryň bakteriýalarda köpeliş prosesinde özünde fag DNK-syny we bakterial DNK-nyň parçalaryny saklaýan bölekleriň emele gelmekleriniň mümkinçiliklerine esaslanandyr. Transduksiýany amala aşyrmak üçin ştam-donoryň öýjüklerinde fagy köpeltmeli bolýar, soňra bolsa olar bilen resipiýentiň öýjüklerini ýokuşdyrýarlar. Rekombinant görnüşleri saýlamagy ilkibaşdaky görnüşleriniň ösüşini goldamaýan selektiv gurşawlarda geçirýärler.

Soňky ýyllarda protoplastlary birleşdirme usuly örän giňden ulanylýar. Bu usulyň genetiki informasiýany gelip çykyşy dürli bolan öýjüklere girizmäniň uniwersal usuly bolmagy ähtimaldyr. Usulyň ýönekeýligi ony senagat möçberindäki wajyp produsentleriň seçgisinde ulanmaga mümkinçilik berýär. Usul görnüşara we maşgalara gibridleri almak we janly organizmleriň filogenetiki taýdan daşlaşan görnüşlerini çaknyşdyrmak üçin täze-täze mümkinçilikleri açýar. Bakteriýalaryň, maýalaryň we ösümlik öýjükleriniň birikmeginden oňyn netijeler alyndy. Maýalaryň görnüşara we maşgalara gibridleri alyndy. Bakteriýalaryň we kömelekleriň dürli görnüşleriniň öýjükleriniň birigýändigleri barada maglumatlar bar. Organizmleriň dürli dünýäsi-

ne, ýagny haýwanlara we ösümlüklere degişli organizmleriň öýjükleriniň birikmegi netijesinde gibríd öýjüklerini almak başartdy. Gurbaganyň ýadrosynyň öýjükleri kăşiriň protoplastlary bilen birikdirildi, ösümlük-haýwan öýjügi ösümlük öýjükleri üçin niýetlenen gurşawlarda ösdürildi, emma, örän tiz wagtyň içinde ýadrosyny ýitirip, öýjük sütünjigi bilen örtüldi.

Soňky ýyllarda dürli organizmleriň öýjükleriniň assosiasiyasyny döretmek boýunça işler üstünlikli alnyp barylýar, ýagny iki we ondan köp organizmleriň peýwentini (simbiozyny) almak üçin öýjükleriniň ösdürimlerini alýarlar. Temmäki ösümligine azot berkidiji organizm bolan *Anabaena variabilisi* girizmek boýunça tejribeler üstünlikli geçirildi. *A. Variabilisi* gönüden-göni ýetişen ösümlükleriň bal-daklaryna girizmek üçin edilen synanyşyklar oňyn netijeleri bermediler. Emma, temmäkiniň we sianbakteriýalaryň mezofil dokumalaryny bilelikde ösdürilende, sianbakteriýalary saklaýan ösümlük-regenerantlaryny almak başartdy. Ženşeniň we itüzümiň öýjükleriniň sianbakteriýa *Chlorogleae fritschii* bilen assosiasiyalary alyndy.

Haýwan öýjükleriniň klonly ösüşiniň genetiki manipulýasiýalarynyň geljegi uludyr. Biologik işeň birleşmeleri almak üçin haýwan öýjükleriniň ösdüriminiň tehnikasynyň uly geljegi bar, emma welin, bu ugurda hâzire çenli diňe ilkinji ädimler edildi. Çiş öýjükleriniň ösdürmeleri ýa-da *in vitro* transformirlenen adaty öýjükler birnäçe ýagdaýlarda mahsus bolan önümleri öndürmäge ukybyny saklaýarlar. Köp sanly hâzire çenli ýeňip geçilmedik kynçylyklara garamazdan, haýwan öýjükleri-niň ösdürmesinde birnäçe maddalary almagyň mümkinçilikleri görkezildi.

5.1-nji tablisa

Antitelolaryň ulanylyşy

Önüm	Öýjükler ýa-da olaryň çeşmeleri
Ösdüriji gormon	Gipofizanyň çiş
Kollagen	Fibroblastlar
Kortikosteroidler	Böwregiň üstündäki mäzleryň çiş
Gistamin	Semiz öýjükleriň çiş
Melanin	Setçatkanyň (gözüň ýagtylyk kabul edýän bardasy) älemgoşar ýaly gabygynyň melanomasy (reňkleýji maddalary – pigmentleri, işläp çykarýan öýjüklerden döreýän dömme çiş)
Mukopolisaharidler	Fibroblastlar
Nerw dokumasynyň ösüş faktory	Neýroblastoma

Öýjük inženeriýasynyň wajyp ugry irki düwünçek basgançaklary bilen bagly-dyr. Mysal üçin, aýallaryň jyns öýjügiň probirkada tohumlandyrylmagy önelge-sizligiň önüni almaga mümkinçilik berýär. Gormonlary inýeksiýa etmek arkaly bir

haýwandan onlarça aýal jyns öýjüginini almak, emeli usul bilen olary *in vitro* tohumlandyrmak hem-de beýleki haýwanlaryň ýatgysyna implantirlemek mümkin. Bu tehnologiýa maldarçylykda monozigot ekizleri almak üçin ulanylýar. Irki düwünçeğiň indiividual öýjügininiň ösüp, kadaly çaga öwrülip bilmek ukybyna esaslanan täze usul işlenip düzüldi. Düwünçeğiň öýjüklerini birnäçe deň böleklere bölýärler we resipiýent bilen transplantirleýärler. Bu dürli haýwanlary çaltlandyrylan ýol bilen köpeltmäge mümkinçilik berýär. Düwünçeklerde geçirilýän manipulýasiýalary dürli haýwanlaryň düwünçeklerini döretmek üçin ulanýarlar. Şeýle çemeleşme görnüşler arasyndaky päsgelçiligiň hötdesinden gelmäge we himera-haýwanlary döretmäge mümkinçilik berýär. Şu ýol bilen, mysal üçin, goýun-geçi himeri alyndy.

Öýjük inženeriýasynyň geljegi has uly bolan ugry ***gibridom tehnologiýasydyr***. Gibrid öýjükler (***gibridomlar***) dürli genetiki programmaly öýjükler, mysal üçin, kadaly differensirlenen we transformirlenen öýjükler birigende emele gelýärler. Bu tehnologiýanyň üstünlüginin ajaýyp mysaly kadaly limfositleriň we miýelom öýjükleriň birikmegi netijesinde alnan gibridomlardyr. Bu gibrid öýjükler özüne mahsus antitelolary sintezlemek ukybyna hem-de ösdürme prosesinde çäklendirilmedik ösüşe eýedirler.

Antitelolary almagyň könedan gelýän tehnikaşyndan tapawutlylykda, gibridom tehnikaşy ilkinji ýola monoklonly antitelolary (ýeke-täk öýjügiň nesilleri tarapyndan produsirlenýän antitelolary) almaga mümkinçilik döretdi. Monoklonly antitelolar ýokary aýratynlykly, olar bir antigen determinanta garşy gönükdirilendir. Dürli antigen determinantlara birnäçe monoklonly antitelolary, şol sanda çylşyrymly makromolekulalary almak mümkindir.

Monoklonly antitelolar senagat möçberinde ýaňy-ýakynda alyndy. Mälim bolşy ýaly, kadaly immun ulgamy del agentlere (antigenlere) jogap edip, milliona çenli dürli görnüşli antitelolary işläp çykarmaga ukyplydyr, emma ölüm howply öýjük diňe antitelonyň bir görnüşini sintezleýär. Miýelom öýjükler çalt köpeliýärler. Şonuň üçin, ýeke-täk miýeloma öýjüginde alnan ösdürmäni örän uzak wagtyň dowamynda gorap saklamak mümkindir. Emma, miýelom öýjüklerini antitelolary belli bir antigeni işläp çykarmaga mejbur edip bolmaýar. Bu meseläni 1975-nji ýylda Sezar Milşteýne çözmek başardy. Kembrijiň medisina ylmy-barlag molekulýar biologiýasy barlaghanasynyň işgärlerinde syçan miýelomasynyň öýjüklerini syçanyň haýsydyr bir aýratynlykly agent bilen immunizirlenen dalagyndan alnan B-limfositler bilen birikdirmek pikiri ýüze çykdy. Birikme netijesinde emele gelen gibrid öýjükler ene-ata öýjükleriniň ikisiniň hem häsiýetlerini, ýagny ölmez-ýitmezlik we haýsydyr bir görnüşli antigeniň ägirt köp sanyny sekretirläp bilmek ukybyny alýarlar. Bu işler ägirt uly ähmiýete eýedirler we eksperimental immunologiýada täze eýýamy açdylar.

1980-nji ýylda Karlo M. Kroçe işgärleri bilen (ABŞ) miyeloma (süňk ýiligi) keselliniň (panpanensefalit) *B*-limfositlerini kelle beýnisiniň çiş keseli bilen keselän bimaryň merkezden uzakdaky limfositleri bilen birikdirip, durnukly antigenleri öndürüp bilýän, görnüşçe adam gibridomasyny döretmek başartdy.

Gibridom tehnikasyny almagyň esasy basgançaklary şulardan ybarat: syçanlary antigen bilen immunizirleýärler, soňra dalakdan splenositleri bölüp alýarlar, olary polietilenglikollaryň gatnaşmagynda şikesli çiş öýjükleri (adaty, nukleotidleriň – gipoksantiniň ýa-da tiaminiň biosinteziniň ätiýaç ýolunyň fermentleri boýunça şikesli) bilen birikdirýärler. Soňra diňe gibrid öýjüklere köpelmäge mümkinçilik berýän selektiv gurşawda olary seçip alýarlar. Ösýän gibrodromaly iýmitlendiriji gurşawy antitelolaryň barlygyna testirleýärler. Oňyn öýjükleri saýlap alýarlar we klonirleýärler. Antitelolary produsirleýän çiş öýjüklerini emele getirmek üçin klonlary haýwanlara inýesirleýärler ýa-da olary ösdürmede ýetişdirýärler. Syçanyň assit suwuklygy 10-30 mg/ml çenli monoklonly antitelolary saklap bilýär.

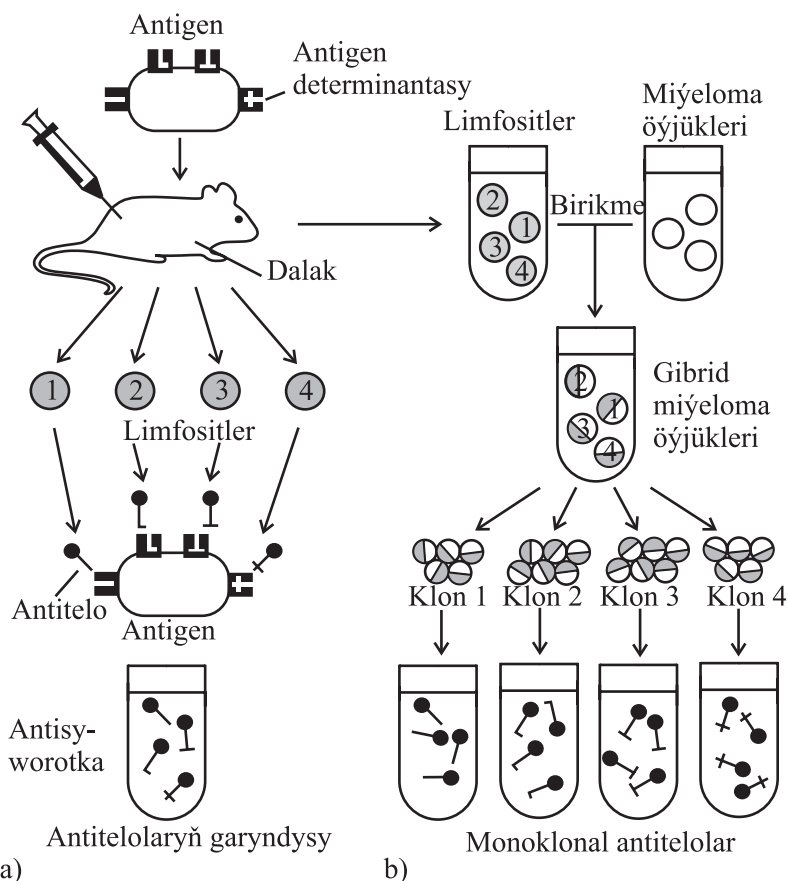
Gibridomalary sowadyp, doňdurylan ýagdaýda saklap bolýar we islendik wagt şeýle klonuň haýwanyň birikdirmek üçin haýsy liniýasyndan öýjükler alnan bolsa, şoňa girizmeli bolýar. Häzirki wagt monoklonly antitelolaryň banklary döredildi. Antitelolar dürli-dürli keselleri anyklamak we terapewtik maksatlar üçin, şol sanda çiş keseline garşy göreş çärelerinde ulanylýarlar (5.1-nji tablisa).

Monoklonly antitelolary terapiýada ulanmagyň netijeli usuly olary öýjük üçin zäherli maddalar (sitotoksinler) bilen baglamadyr. Zäherler bilen konýugirlenen antitelolar makroorganizmde çiş keselli belli bir aýratynlykly öýjükleri yzarlaýarlar we ýok edýärler.

Şeýlelikde, öýjük inženeriýasy biologik obýektleri modifisirlemäniň netijeli usuly bolup, täze gymmatly produsentleri organizm, dokuma we öýjük derejelerinde almaga mümkinçilik berýär.

VI. TEHNOLOGIK BIOENERGETIKA WE MINERAL ÇIG MALLARY BIOLOGIK GAÝTADAN IŞLEME

Energiýa görerijileri öndürmegiň we çig mal baýlyklarynyň öwezini dolmagyň täze we netijeli usullaryny işläp düzmek zerurlygy soňky iki-üç onýyllyklarda has wajyp meseleleriň birine öwrüldi, çünki çig malyň we energiýanyň ýetmezçiligi hem-de tehnologiýalaryň ekologiýa taýdan howpsuzlygyna degişli talaplaryň ýokarlanýandygy indi dünýä çapýnda duýlup başlady. Şol sebäpli biotehnologiýanyň täze bölümleri bolan **“Bioenergetika”** we **“Metallaryň biotehnologiýasy”** güýçli depginler bilen ösüp başladylar.



6.1-nji surat. Limfositleriň we miyeloma öýjükleriniň emele getiren gibridomasynyň monoklonly antitelolary öndürişiniň shemasy (G.Fafftyň maglumaty boýunça, 1984):

a – antigen üst ýüzi dört sany antigen determinanty; antigeniň inýeksiýasyndan soň syçanyň limfositleri antigenleriň dört görnüşini produsirleýär; syçanyň ganyndaky antisýworotka antitelolaryň garyndysyny saklaýar; b – limfositler miyeloma öýjükleri bilen birigýärler; gibrid öýjükleri (arassa antitelolaryň çeşmesi) klonlaýarlar

**Antitelolary ulanmagyň mümkin bolan ugurlary we usullary
(I. Higginsiň maglumaty boýunça, 1988)**

Lukmançylygyň ugry	Ulanmagyň usuly
Analiz	Öýjükleriň üst ýüzüniň aýratynlyklaryny deň hasap etmek (identifikirlmek) üçin gurluş zondlary
Dert anyklaýyş	Göwreliligi anyklamak üçin reaktiwleriň toplumy. Süýt mäsleriniň çiş keseliniň diagnostikasy üçin estrogen reseptorlaryny ýüze çykarmak
Immuno dert anyklaýyş	Özüne mahsus antigenleriň mukdarynyň takyk kesgitlenilişi
Immunoarassalama	Antigenleri (mysal üçin, interferonlary) arassalama
Terapiýa	Toksinleri çiş keselli öýjüklerе gönükdirilen geçirmesi, zäherleriň inaktiwleşmegi, passiw immunlaşdyrma, autoimmun keselleri bejerme

6.1. Bioenergetika

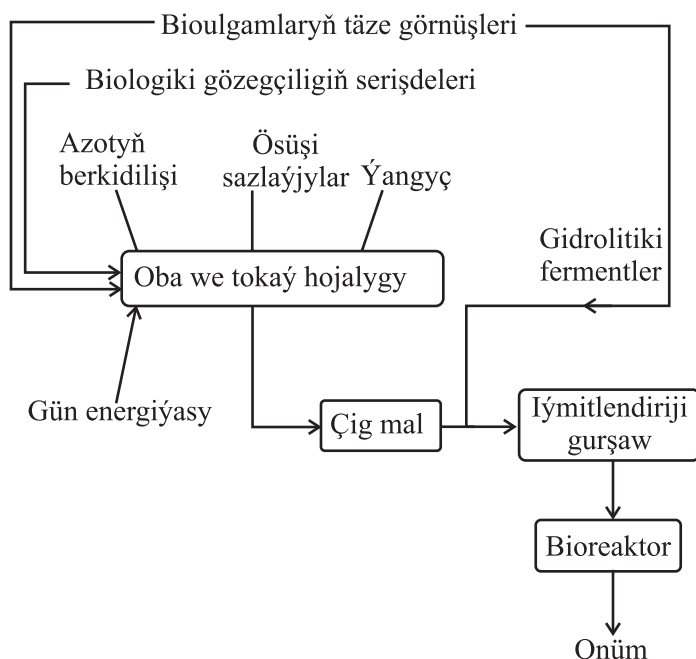
Tehnologik bioenergetika, ýagny energiýanyň biologik ulgamlardaky daşalyşynyň (transformasiýasynyň) ýollary we mehanizmleri baradaky ylma bolan ýokarlandyrylan üns birnäçe sebäpler bilen düşündirilýär. Ýurduň energiýa bilen üpjünçiligi jemgyýetiň ösüş derejesini kesgitleýän esasy zatdyr. Soňky wagtda şol ýa-da beýleki prosesleriň we tehnologiýalaryň netijeliligini deňeşdirmek üçin, köplenç, ekologiýada has öňden bári ulanylýan energetiki analize ýüzlenýärler. Energetiki analiziň esasy meselesi gazylyp alynýan baýlyklaryň we täzeden dikelýän energoresurslaryň has netijeli ulanylmagyny hem-de daşky gurşawy goramagy üpjün edýän önümçilik usullaryny meýilleşdirmekden ybaratdyr.

Adamzat jemgyýetiniň ösüş taryhynda her adam başyna ulanylýan energiýanyň mukdary 100 esseden-de gowrak artdy. Bütin dünýäde energiýanyň ulanylyşy her 10-15 ýyldan iki esse artýar. Şol bir wagtyň özünde energiýanyň könedan ulanylyp gelinýän çeşmelerinden – nebitiň, kömrüň, gazyň gorlary barha azalýar. Galyberse-de, gazylyp alynýan ýangyçlary ýakmak daşky gurşawyň barha güýçli depginde hapalanmagyna getirýär. Şol sebäpden energiýany arassa tehnologiýalar bilen almaklyk örän wajyplygynda galýar. Ýeriň ýüzünde energiýanyň egsilmez çeşmesi Gündür. Her ýyl Ýeriň üstüne Günden $3 \cdot 10^{24}$ J energiýa gelip gowuşýar. Şol bir wagtyň özünde nebitiň, kömrüň, tebigy gazyň we uranyň agtaryş işleriň netijesinde kesgitlenen mukdary energiýanyň $2,5 \cdot 10^{22}$ J ekwiwalentdir, ýagny ol Günden bir hepdede gelýän energiýanyň mukdaryna ýakyndyr. Her ýylda fotosintez prosesinde 170 mlrd tonnadan gowrak gury organiki madda emele gelýär, ondaky energiýanyň mukdary her ýylda ulanylýan energiýanyň mukdaryndan 20 esseden-de köpdür. Emma, gün şöhleleriniň energiýasyny ulanmaga esaslanan energetika jemgyýetiň energiýa bolan barha artyp barýan isleglerini kanagatlandyrmaga ukyplymyka diýen sorag ýüze çykýar.

Hemmetaraplaýyn möçberde Gün energetikasy adamzadyň şu günki we geljekdäki energiýa çykdaýylaryny doly üpjün edip bilýär. Meselem, Çün energiýasynyň özleşdiril-

medik ýerlere, mysal üçin, çöllere ($2 \cdot 10^7 \text{ km}^2$) düşýän mukdary $5 \cdot 10^{18} \text{ kWt}$ sagada barabardyr. Energiýanyň bu mukdary iň bolmanda 5% p.t.k. bilen özleşdirilende hem bütin dünýäde öndürilýän energiýanyň mukdaryny 200 esseden gowrak artdyrmak mümkindir. Şeýlelikde, planetamyzyň ilatynyň sany 10 mlrd adama ýetende hem diňe çöllere düşýän energiýanyň mukdary bütin adamzadyň ulanjak energiýasyndan 10-12 esse köp boljak ekeni. Munda, önünden görüşi ýaly, energiýanyň her adam başyna sarp edilişi häzirki derejesinden 5 esse köpelmeli. Aslynda deňizleriň we ummanlaryň üstüne düşýän energiýany ulanmak mümkinçiligi hem göz önünde tutulmalydyr. Munda ilkilenji prosesde Çün energiýasynyň öwrülmesi fitoplanktonyň (deňizlerde we ummanlarda ösýän mikroskopik ösümlükleriň, esasan, suwotularyň jemi) ikinji gezekki proses birinji prosesde emele gelen biomassanyň metana we metanola konwersiýasydyr. Mikrosuwotularyň ekinzarlygy (plantasiýasy) hünärmenleriň hasaplamalaryna görä, iň önümlü ulgamlardyr: ýylda 50-100 t/ga. Ýeriň ösümlük örtügi: tokaý, ot-çöp we oba hojalyk ekoulgamlarynyň fotosintez prosesinde emele getiren 1800 mlrd t gury maddalarydyr. Biomassanyň energetiki güýjüniň düýpli bölegi adam tarapyndan peýdalanylýar. Gury madda üçin biomassany energiýa öwürmegiň iň sada usuly ony ýakmakdyr, onuň netijesinde soňra mehaniki we elektrik energiýasyna öwürülýän ýylylyk bölünip çykýar. Çig biomassany hem biometanogenez we spiritleriň alnyş proseslerinde energiýa öwürüp bolar.

6.2-nji suratdan görnüşi ýaly, “biomassa – biotehnologiýa” shemasy boýunça ýangyjyň alnyşy fotosinteziň, maldarçylygyň, ot-íým önümçiliginiň we fermentlemäniň ol ýa-da beýleki biologiki agentleri ulanyp utgaşdyrylmagyna esaslanandyr.



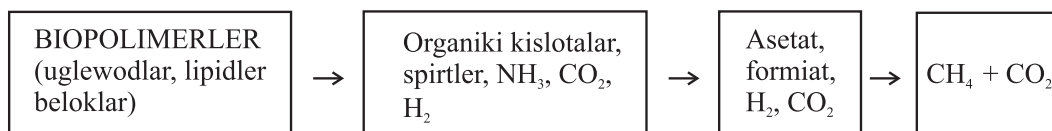
6.2-nji surat. Biomassa bilen biotehnologiýanyň arasyndaky özara baglanyşyk (D. Holl we başgalaryň maglumatlary boýunça, 1988)

Soňky onýylyklaryň ylmy we analitiki barlaglary Gün energiýasyny öwürmegiň iri möçberlerde amala aşyrmagyň has netijeli we ygtybarly usullary bioulgamlary ulanmaga esaslanan usullardyr. Bu usullaryň hatarynda ýeterlik derejede özleşdirilen biomassany biometanogenez we spirt öndürmek proseslerinde energiýa göterijilere öwürmek hem-de fotosintez prosesini modifisirlemek we onuň netijeliligini ýokarlandyrmak, bioýangyç elementlerini döretmek, fotowodorody almak, bioelektrokataliz ýaly biotehnologik öwrülişiklerdir.

6.2. Biometanogenez

Biometanogenez ýa-da metanly “ajama” – biomassanyň energiýa öwürilmeginiň ir wagtdan bäri belli bolan prosesidir. Bu proses 1776-njy ýylda Alessandro Wolta tarapyndan açylyp, ol batga gazynda metanyň bardygyny kesgitleýdi. Biometanogeneziň barşynda organiki çig maldan dürli çylşyrymly organiki substratlaryň dargamagy netijesinde mikroorganizm assosiasýalarynyň garyndylarynyň gatnaşmagynda alynýan biogaz 65-75% metandan we 20-35% kömür kislotasyndan hem-de kükürtli wodorodyň, azodyň, wodorodyň ujypsyzja mukdaryndan ybaratdyr. Biogazyň ýylylyk berijiligi metanyň we kömür kislotasynyň gatnaşygyna baglydyr we 5-7 kkal/m³ bolýar; biogazyň 1 m³ elektrik energiýasynyň 4 kwt/sagadyna, kerosiniň 0,6 litrine, kömrüň 1,5 kg, odunyň 3,5 kg ekwiwalentdir (deň bahalydyr). Arassalanmadyk biogaz dyrmuşda jaýlary ýylatmak we nahar bişirmek üçin hem-de elektrik energiýasyny öndürýän stasionar gurluşlar üçin ýangyç hökmünde ulanylýar. Öňinçä arassalanyp kompreslenen biogazy ulagly daşap we içinde ýakýan hereketlendirijiler üçin ýangyç hökmünde ulanyp bolýar. Arassalanan biogaz tebigy gaza meňzeşdir. Biometanogenez proseslerinde ýeke bir energiýany gaýtadan döretme meselesi çözülmeyär, bu prosesler ekologiýa nukdaýnazaryndan iňňän wajypdyr, çünki dürli önümçilikleriň we tehnologiýalaryň, oba hojalyk we senagat hem-de ýaşayş-durmuş, şol sanda akar suwlaryň we şäherleriň zir-zibil taşlanýan ýerleriniň zyňyndylaryny peýdaly ulanmak we gaýtadan işlemek meselelerini çözmäge mümkinçilik berýär.

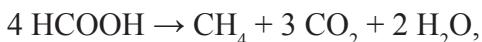
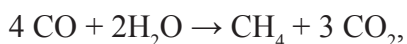
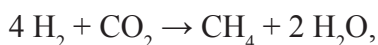
Organiki substratlaryň çylşyrymly dargama we metanyň emele geliş proseslerinde dürli mikroorganizmleriň mikrob assosiasýasy gatnaşýar. Assosiasýa çylşyrymly organiki massanyň gidrolizine sebäp bolýan, netijede organiki kislotalary (ýag, propion, süýt kislotalary) hem-de pes derejeli spirtleri, ammiagy, wodorody emele getirýän mikroorganizmler-destruktorlar (gurluşlary bozujylar); bu kislotalary sirke kislotasyna, wodoroda we uglerod oksidlerine öwürýän asetogenler, ahyrynda metanogenler – kislotalary, spirtleri we uglerod oksidlerini wodorod bilen metana çenli gaýtarýan mikroorganizmler gatnaşýarlar:



Biohimiki nukdaýnazardan metanly “ajama” – bu kislorodsyz dem alyş prosesi, onuň barşynda organiki maddanyň elektronlary kömür kislotasyna geçirilýär; kömür kislotasy soňra metana çenli gaýtarylýar (çynlakaý ajamada elektronlaryň ahyrky akseptory bolup, ajamanyň ahyrky önümi bolan organiki maddanyň molekulasy hyzmat edýär). Metanogenler üçin elektronlaryň donory wodorod hem-de sirke kislotasydyr.

Organiki massanyň gurluşynyň bozulmagyny we kislotalaryň emele gelmegini hökmany (obligat) we fakultativ anaerob (kislorodsyz) organizmler döredýärler, olaryň arasynda gidrolitikler, kislotagenler, asetogenler we başg.; olar *Enterobacteriaceae*, *Lactobacillaceae*, *Sterptococcaceae*, *Clostridium*, *Butyrivibrio* maşgalalaryň wekilleridirler. Organiki massalary dargatmakda sellýuloza dargadyjy mikroorganizmler işjeň orun tutýarlar, çünki biometanogeneze prosesine goşulan ösümlük biomassalary sellýulozanyň (ligninsellýulozanyň) ýokary mukdary bilen tapawutlanýarlar. Organiki kislotalaryň sirke kislotasyna öwürilmeginde asetogenler – anaerob (kislorodsyz şertlerde ýaşaýan) ýöriteleşdirilen bakteriýalaryň topary wajyp hyzmaty ýerine ýetirýärler.

Metan toparynyň “täji” metanyň sintezine alyp gelyän gaýtaryjy reaksiýalary katalizirleýji metanogen ýa-da metan emele getiriji bakteriýalardyr. Bu reaksiýalary amala aşyrmak üçin substratlar wodorod we kömür kislotasy hem-de uglerod (II) oksidi we suw, garynja kislorasy, metanol we başg.:



Metan emele getiriji bakteriýalaryň ýaňy-ýakynda, ýagny 1980-nji ýyllaryň ortalarynda, bölünip alnandygyna we ýazylyp beýan edilendigine garamazdan, olaryň peýda bolmagyny Arheý eýýamyna degişli edýärler we ýaşyny 3,0-3,5 mlrd ýyl diýip çaklaýarlar. Bu mikroorganizmler tebigatda kislorodsyz zolaklarda giňden ýaýrandyr we beýleki mikroorganizmler bilen bilelikde organiki maddalaryň dargamagynda we onuň netijesinde deňiz çökündilerinde, batgalyklarda, derýalaryň we kölleriniň gyrmançalarynda biogazyň emele gelmeginde işjeň gatnaşýarlar. Arhebakteriýalar prokariot mikroorganizmlerden öýjük diwarjagazynda mureiniň ýokdugy; lipidleriň özboluşly, ýag kislotalaryny saklamaýan düzümi bilen; metabo-

lizminde özboluşly komponentleriň – koferment M (2-merkaptotransulfon kislota-sy) we F420 faktoryň (özbaşdak flaviniň); özüne mahsus nukleotid ýzygiderliligi 16S r-RNK bardygy bilen tapawutlanýarlar.

Bu toparyň içindäki metan emele getiriji bakteriýalaryň aýry-aýry wekilleri bir-näçe görkezijiler, şol sanda DNK-da GS-niň mukdary boýunça biri-birinden düýpli tapawut edip bilerler, şol esasyda olary öz içine birnäçe maşgalalary we uruglary alýan üç tertibe bölýärler. Häzirki wagta çenli arassa ösdüremde 30-a golaý metan emele getiriji bakteriýalar bölünip alyndy we ýazylyp beýan edildi; bu sanawyň üsti üznüksiz doldurylýar. Şol bakteriýalaryň içinde has doly öwrenilenleri *Methanobacterium thermoautotrophicum*, *Methanosarcina barkerii*, *Methanobrevibacter ruminantium*dyr. Metanogenleriň ählisi hökmany anaeroblardyr, olaryň arasynda hem mezofil, hem termofil görnüşleri, geterotroflar we awtotroflar gabat gelýärler. Metan emele getiriji bakteriýalaryň aýratynlyklaryna metanyň emele gelmegi üçin metanogenleri degişli şertler we substratlar bilen üpjün edýän mikroorganizmleriň beýleki toparlary bilen ysnyşykly peýwentde (simbiozda) işjeň ösüp bilmek ukyby girýär.

Metanogenezi proseslerinde her hili çig mallary, dürli ösümlik biomassasyny, şol sanda agajyň galyndylaryny, oba hojalyk ösümlikleriniň iýilmeýän böleklerini, gaýtadan işleýän senagatyň zyňyndylaryny, ýörite ösdürilip ýetişdirilen ösümlikleri (suw giasinti, ägirt uly gyzylymtyl goňur suwotulary), oba hojalyk fermalaryň suwuk zyňyndylaryny, senagat we ýaşaýyş-durmuşyň işlenen suwlaryny, arassalaýjy desgalaryň gyrmançalaryny hem-de şäherleriň zir-zibil dökülýän ýerleriniň hapalaryny gaýtadan işlemek mümkindir. Gaýtadan işlemekligi kyn bolan sellýulozanyň köp mukdaryny saklaýan çig mallar hem aňsatlyk bilen ajama prosesine goşulýarlar we biogaza öwürülýärler.

Biometanogezi geçirmek üçin desgalary göwrümlerine we önümliligine görä birnäçe toparlara bölüp bolýar: oba ýerleriniň uly bolmadyk fermalary üçin reaktorlar ($1-20 \text{ m}^3$); ösen ýurtlaryň fermalary üçin reaktorlar ($50-500 \text{ m}^3$); senagatyň (spirt we gant senagatlary) işlenen suwlary üçin reaktorlar ($500-10\,000 \text{ m}^3$) we şäheriň gaty görnüşdäki zir-zibillerini gaýtadan işlemek üçin reaktorlar ($1 - 20 \cdot 10^6 \text{ m}^3$). Metaldan ýa-da demir-betondan ýasalan metanotenkler dürli şekilli, şol sanda kub we silindrik şekilli bolup bilýärler. Bu desgalaryň konstruksiýalary we bölekleri görnüşlerini üýtgedip bilýärler, bu esasan, gaýtadan işlenilýän çig malyň görnüşine bagly bolýar. Metanogenezi proseslerini amala aşyrmak üçin gurluşlaryň ägirt köp görnüşleri bolup, olaryň konstruksiýa bölekleri we ýerleşdirilişi anyk proseslerde çözülýän meselä baglylykda kesgitlenilýär: bu zyňyndylary peydaly ulanmak we işlenen ikilenji suwlary arassalamak ýa-da talaba laýyk häsiýetli biogazy almakdyr. Mysal üçin, ösen döwletlerde işleýän biogazy arassalaýan we kompresleýän, elektrogeneratorlar we suwy arassalaýan gurluşlar bilen üpjün edilen desgalaryň arasynda hem ortaça ululykdakylary, hem-de göwrümi boýunça uly enjamlar (daý-

jesterler) bolýarlar. Şeýle enjamlar senagat kärhanalary (gandy gaýtadan işleýän, spirt zawodlary, süýt zawodlary), kanalizasiýa stansiýalary ýa-da ýöriteleşdirilen iri fermalar bilen kompleksleriň düzümine girip bilerler. Haçan-da prosesiniň esasy maksady zyňyndylary peýdaly ulanmak bolsa, enjamlaryň düzüminde iri gaty bölekleri fraksionirleýän we bölüp aýyran blok bolmalydyr.

Metanotenkler, edil anaerob biosüzüjiler ýa-da ýalan suwuklandyrylan gatlakly reaktorlar ýaly, doly garyşdyrma, doly gysyp çykarma hem-de kontaktly prosesler düzgüninde işläp bilerler. Metanotenkiniň iň ýönekeý konstruksiýasy toprakda edilen göwrümi belgilenen gazly adaty ajadyjy çukurdyr. Metanotenk bu ýylylyk geçirmezlik üçin ýere bölekleyin gömülen jebis ýapylan gapdyr, ol çig maly ölçäp beriji we ony ýyladyjy enjamlar hem-de gazy ýygnamak üçin göwrümi üýtgäp duran gap - gazgolder bilen hem üpjün edilendir. Metanotenkleriň konstruksiýasynda örän wajyp zatlaryň biri enjamyň içindeki geterogen garyndyny ýeterlik derejede garyşdyrmakdyr. Şonuň bilen birlikde metanyň iň köp mukdarda bölünip çykmagy gowşak garyşdyrylýan ulgamlarda bolup geçýär. Şonuň üçin güýçli aerasiýany we garyşdyrmany talap edýän aerob proseslerden tapawutlylykda, metanogenezi prosesinde garyşdyrma ilkinji nobatda ajama prosesi geçýän massanyň gomogenirlenmegini üpjün etmelidir, gaty bölekleriň emele gelmegine we ýüzüp ýören gaty gapagyň emele gelmegine böwet bolmalydyr.

Metanotenkde ajadylýan ilkişadaky materialyň görnüşine baglylykda, prosesiniň depginliliginiň, şol sanda çig malyň berliş we gaýtadan işlemegiň dolulygynyň hem-de emele gelýän biogazyň düzüminiň wariantlaryny düýpli üýtgedip durýarlar. Maldarçylyk fermalaryň suwuk zyňyndylary gaýtadan işlenilende, dolduryp salýan massada gaty komponentler bilen suwuň mukdary takmynan 1:1 gatnaşykda bolmalydyr, bu gaty maddalaryň agramy boýunça 8-den 11%-ine laýyk gelýär. Materialyň garyndysyna, adadça, öňki aýlawynyň (sikliniň) ýa-da başga metanotenkiniň ajan massanyň löderesinden asetogen we metan emele getiriji mikroorganizmleri ekýärler. Temperatura we prosesiniň geçiş tizligi ulanylýan metan bileleşiginiň görnüşine baglydyrlar. Termofil organizmler üçin proses 50-60°C-de amala aşyrylýar, mezofil organizmler üçin 30-40°C-de we psihrofil organizmler üçin bolsa 20°C-de amala aşyrylýar. Ýokarlandyrylan temperaturalarda prosesiniň tizligi mezofil şertlerdäkä garanynda, 2-3 esse ýokarydyr.

Organiki massanyň ajamasynyň barşynda birinji **“kislotaly”** diýilýän **fazasynda** organiki kislotalaryň emele gelmegi netijesinde gurşawyň pH-y peselýär. Gurşawyň pH-y birden peselende, metanogenleriň ingibirlenmegi mümkindir. Şonuň üçin prosesi pH-yň 7,0-8,5 aralygynda geçirýärler. Öte turşamaga garşy hek ulanýarlar. Gurşawyň pH-nyň peselmegi organiki maddalaryň organiki kislotalaryň emele gelmegi bilen dargamagynyň tamamlanandygynyň özboluşly duýduryşdyr, ýagny gaýtadan işlemek üçin enjama çig malyň täze toplumyny bermek bolýar. Gaýtadan işlenilýän organiki massada C:N optimal gatnaşygy 11-16:1 aralygynda

bolýar. Başlangyç materialda C:N gatnaşygynyň azodyň mukdarynyň köpelmegi tarapyna üýtgedilmegi ammiagyň bölünip çykmagyna we gurşawyň aşgarlanmagyna alyp gelýär. Şonuň üçin azot saklaýan komponentlere baý bolan suwuk ders galyndylaryny kesilen sypal ýa-da dürli lötler bilen suwuklandyryrlar.

Metanly ajamada geçýän prosesler endotermik (ýylylygyň ýuwudylmagy bilen geçýär) bolandygy sebäpli, daşyndan energiýanyň (ýylylyk görnüşinde) berilmegini talap edýär. Gaýtadan işlemäge berilýän çig maly gyzdymak we prosesiniň temperaturasyny gerekli derejesinde saklamak üçin, adaty, emele gelýän biogazyň bir bölegini ýakýrlar. Temperaturasy baglylykda prosesi gyzdymak üçin sarp bolýan biogazyň mukdary alynýan biogazyň 30%-ne çenli ýetýär.

Çig malyň gaýtadan işlenilmäge barşynyň tizligi ýa-da çig malyň enjamda saklanyş tizligi gözegçilik edip bolýan wajyp görkezijilerdir. Ajama prosesi näçe depginli geçýän bolsa, şonça-da enjamy çig mal bilen doldurma tizligi ýokarydyr we onuň saklanma wagty azdyr. Emma, biometanogenezi prosesiniň durnuklylygynyň wajyp şerti hut akymly islendik kultiwasiýaly ulgamdaky ýaly, substratyň akymynyň produsentiň köpeliş tizligi bilen balansirlenenligidir. Substratyň metanoteni eltip berme tizligi metan toparynyň bakteriýalarynyň ösüş tizligine deň bolmalydyr, munda substratyň konsentrasiasy (organiki madda boýunça) 2%-den pes bolmadyk derejede durnugan bolmalydyr. Substratyň konsentrasiasy peselende, bakteriýalar maşgalasynyň dykzlygy peselýär, netijede, metanogenezi prosesi haýallaýar. Önümiň iň ýokary çykymyny substraty eltip bermegiň ýokary tizligi üpjün edýär, ol, öz gezeginde, enjamda mikroorganizmleriň ýokary konsentrasiasynyň durnukly bolmagyny talap edýär. Munda prosesiň çylşyrymlaşmagy mümkin, ol gaýtadan işlenilýän organikanyň häsiýetine baglydyr. Eger gaýtadan işlenilýän material kyn ereýän maddalary köp saklaýan bolsa, reaktorda dargamadyk gaty maddalaryň toplanmagy mümkindir (çökündi 80%-e çenli). Ereýän we elýeterli organikanyň mukdary köp bolanda, köp mukdarda (90%-e çenli) reaktorda saklamasy kyn bolan işjeň gyrmança görnüşinde mikrob biomassasy emele gelýär. Bu kynçylyklary aradan aýyrmak üçin birnäçe çözümleri ulanýrlar: başdaky çig maly ownutmadan başga-da, onuň himiki ýa-da fermentli gidrolizini geçirmek; eltilip berilýän çig malyň işjeň gyrmança bilen optimal garylmagyny, çökündiniň göwneläý garylmagyny üpjün etmek we baş.

Amala aşyrylýan metanogenezi proseslerinde ýüklenilýän çig malyň möçberini substratyň göwrüminiň bioreaktoryň göwrüminden bir gije-gündizde 7-20%-iň çäklerinde üýtgeýär. Prosesiň aýlawlylygy (siklicnost) 5-14 gije-gündizdir. Adaty, maldarçylygyň zyňyndylarynyň ajama wagty 2 hepde golaýdyr. Ösümlik galyndylarynyň gaýtadan işlemeli wagty uzagrakdyr (20 gije-gündizden gowrak). Gaýtadan işlemek üçin iň kyn düşýän substratlar – gaty galyndylar, olar has uzak wagtlap işlenilýärler.

Prosesi modifisirleme we kämilleşdirme netijesinde çig malyň metanotenkden geçmeginiň tizligini düýpli üýtgedip bolýar. Çig malyň metanotenkden geçmeginiň tizligini gije-gündizdäki umumy göwrümüne görä 150-400% artdyryp, prosesiniň aýlawlygyny (sikličnost) 5-15 sagada çenli gysgaldyp bolýar. Prosesiniň önümliligini termofil maşgalasyny ulanmak we prosesiniň temperaturasyny ýokarlandyrmak netijesinde artdyryp bolýar, emma bu energiýanyň degişli goşmaça çykdajylaryny talap edýär. Metan maşgalasynyň netijeliligini anaerob biosüzgüçleri diýilýäni ýa-da metanotenkleriň ikinji neslini ulanyp, gazanyp bolýar. Anaerob biosüzgüçde mikroorganizmler immobilizlenen ýagdaýda bolýarlar. Göteriji hökmünde çagyly, keramziti, aýna süýümini we başg. ulanyp bolýar. Şeýle gurluşlarda substratyň deslapky konsentrasiýasy düýpli az (gury maddalaryň 0,5%) bolan materialy ýokary tizlikler bilen ajatma mümkin bolýar. Bu reaktorlaryň göwrümleri kiçelende, zyňyndylaryň dargamagynyň depginligini ýokarlandyrmaga mümkinçilik berýär.

Prosesiniň himizmi nukdaýnazaryndan onuň häsiýetli iki fazalylygyna degişlikde, giňişlikde bölmek hem netijelidir. Proses iki sany yzygiderli birleşdirilen reaktorlarda amala aşyrylýar. Birinji enjamda organiki maddalaryň kislotalaryň, uglerod oksidleriniň we wodorodyň (kislota basgançagy) emele gelmegi bilen anaerob dargamagy bolup geçýär. Enjamda ajama prosesiniň parametrleri kislotalaryň talap edilýän çykymyny we pH-y 6,5-dan ýokary bolmadyk bahasyny üpjün etjek derejede kesgitleýärler. Alnan ajama (bražka) ikinji enjama geçýär, onda metanyň emele gelme prosesi bolup geçýär. Şeýle ulgamda her enjamda fermentlemäniň şertlerini (akymyň tizligi, pH, temperatura), birinji enjamda mikroorganizmleriň-dargadyjylaryň we ikinjide metanogenleriň ösmegi üçin optimal şertleriň döredilmegini göz önünde tutup, özbaşdak üýtgedip bolýar. Umuman, şeýle biosistemany ulanyp, prosesi 2-3 esse depginlendirip bolýar.

Ondan başga-da, prosesi has işjeň metanogen mikroorganizmleri ulanyp hem güýçlendirip bolýar. Mysal üçin, “Masusita elektrik indastrial K^o” ýapon firmasynyň işgärleri özleriniň tapan *Methanobacterium kadomensis* St.23 bakteriýasynyň ajama prosesini we metanogezi 15-20 gije-gündizde däl-de, bary-ýogy 8 gije-gündizde tamamaýan köpçülikleýin ösdürimini aldylar.

Nazaryýet nukdaýnazaryndan metan emele getiriji bakteriýalar metanyň sin-tezi prosesinde ulanylýan uglerodyň 90-95%-ine çenlisini metana öwürýärler we diňe 5-10%-ini biomassany emele getirmäge peýdalanýarlar. Metanogenlerde uglerodyň metana şeýle ýokary derejeli konwersiýasy sebäpli, ajama we metanogenezi prosesinde gaýtadan işlenilýän başdaky organiki massanyň 80-90% çenlisi biogaza öwürülýär. Prosesiniň energetikasy ajadylýan organiki maddalaryň görnüşine düýpli baglydyr. Eger-de substrat ýeňil peýdalanylýan glýukoza bolsa, energiýa boýunça nazary çykymy 90%-den gowrak bolýar, emma gazyň agrama görä çykymy diňe 27%-dir. Amaly energetiki çykymlar organiki çig malyň görnüşine we çylşyry-

mlylygyna baglylykda 20-den 50%-e çenli, degişlilikde gazyň çykymy 80%-den 50%-e çenli bolýar. Gazyň düzümi başdaky çig malyň düzümine we tebigatyna, bioreaktorda prosesiniň tizligine we şertlerine baglylykda düýpli üýtgeýär. Nazaryýet tarapdan biogazda kömür kislotasynyň we metanyň gatnaşygy takmynan deň bolmaly. Emma, ajama prosesinde bölünip çykýan kömürturşy gazynyň diňe belli bir mukdary gaz fazasyna geçýär, galany suwuk fazada eräp, biokarbonatlary emele getirýär. Biokarbonatyň konsentrasıýasy, öz nobatynda, emele gelýän kömür kislotasynyň umumy göwrümi gaýtadan işlenilýän çig malda bar bolan okislenen maddalaryň mukdaryna güýçli derejede baglydyr: has güýçli okislenen substratlar turşy önümleriň çykymyny we biogazda CO_2 -niň ýokary çykymyny üpjün edýärler; has doly gaýtarylan H_2 we CH_4 hem ýokary çykym bilen emele gelýärler. Bu alynýan biogazyň kaloriýalylygyny kesgitleýär, ol 5-den 7 kkal/ m^3 -a çenli üýtgeýär. Çig malyň görnüşine we biometanogeneziň prosesiniň depginliligine baglylykda, biogazyň çykymy 300-den 600 m^3/t çenli organiki massa metanyň 170-den 400 m^3/t . Substratyň gaýtadan işlenilişiniň çuňlugy 20-den 70%-e çenli barýar.

Metanogeneziň prosesinde emele gelýän suwuk ýa-da gaty şlam (nemesçe Schlamm – hapa) meýdanlara äkidilýär we dökün hökmünde ulanylýar. Şlamyň şeýle ulanylyşy metanogenerasiýanyň şertleri, ýagny onda kesel dörediji enterobakteriýalar (grekçe *entero* – içege), entero-wiruslar hem-de mugthor populýasiýalar (*Ascaris lumbricoides*, *Ancylostoma*) amaly tarapdan doly ölýärler. Prosesiniň gaty galyndysy (ýa-da işjeň gyrmança) hem birnäçe biologiki işjeň maddalary almak üçin himiki gidroliz ýa-da mikrobiologik sintez proseslerinde ulanylyp bilner.

Ulanmagyň ekologiýa taýdan howpsuzlygy we koloriýalylygy, şol sanda ony almagyň tehnologiýasynyň sadalygy hem-de gaýtadan işlenilmeli zyňyndylaryň mukdarynyň ägirt köplügi, ýagny bularyň hemmesi gejekde biogaz senagatyny ösdürmekde we ýaýratmakda oňyn görkezijilerdir. Bu netijeli biotehnologik ugryň döremegine 1970-nji ýyllaryň ortalarynda gopan energetiki krizis itergi berdi. Biogazy öndürmeklik Ýuwaş ummanynyň birnäçe döwletleriniň energetik syýasatynyň esasy ýörelgeleriniň biri boldy. Hytaý Halk Respublikasynyň hökümeti biogaz senagatynyň, esasan-da, oba ýerlerinde döremegine köp üns berdi we köp serişdeler goýberdi. Milli maksatnamalaryň çäklerinde biogaz gurluşlary öndürýän zawodlaryň ulgamlarynyň peýda bolmaklary üçin şertler döredildi. Hökümet bu ugry hemmetaraplaýyn höweslendirdi we hatda biogaz maksatnamasyna jogapkär sebitleýin we ýerli edaralary açdy. Döwlet banklary ilata bu gurluşlary gurmak üçin ýeňillikli ssudalary berdi. Eýýäm 1978-nji ýylda maksatnama kabul edilenden 3 ýyldan soň, ýurtda 7 mln gowrak gurluş hereket edýärdi, bu 1975-nji ýylyň dejesinden 15 esse köpdür. Her ýylda 2,6 mlrd m^3 biogaz öndürildi, bu 1,5 mln t nebite deň bahalydyr. 1980-nji ýyllaryň başlarynda HHR-da 110 mlrd m^3 biogaz öndürildi, bu 60-80 mln t çig nebite deň bahalydyr, 1980-nji ýyllaryň ortalaryna

70 mln gurluş döredildi, olar daýhan maşgalalarynyň takmynan 70%-niň energiýa sarp edişini ýapýardy. Hindistanda hem energiýany biometanogenez prosesi bilen oba hojalyk zyňyndylaryny peýdaly ulanyp almaklyga uly üns berilýär. Biogaz gurluşlarynyň gurluşygy Filippinlerde, Ysraýylda, Latyn Amerikasynyň ýurtlarynda başlandy. Bu tehnologiýa bolan üns 1980-nji ýý. Ortalarynda merkezy Ýewropa ýurtlarynda hem, aýratyn-da, GFR-de we Fransiýada güýçlendi. Fransiýanyň Gün energiýasy boýunça Komissarlygy 1990-njy ýyllaryň ortalarynda oba ýerlerinde biogaz gurluşlaryny döretmek we ýaýratmak üçin 240 mln frank goýberdi. Fransiýanyň amaly ähmiýetli himiýa barlag instituty oba hojalyk fermalarynyň dersi peýdaly ulanylanda we gaýtadan işlenilende 30 sany iri şahly mallardan ýa-da 500 sany jojukdan ybarat kompleksleriň energiýa bolan talaplaryny kanagatlandyryp bolýandygyny görkezdi. 1990-njy ýyllaryň ortalarynda Ýewropanyň ykdysady bileleşiginiň ýurtlarynda oba hojalygynyň suwuk zyňyndylaryndan biogazy öndüriji gurluşlaryň 600-si, şäheriň gaty zir-zibilini gaýtadan işleýän gurluşlaryň bolsa 20-si hereket edýärdiler. Nýu-Ýork şäheriniň etegindäki zir-zibilleri gaýtadan işleýän gurluş ýylda 100 mln m³ biogazy öndürýär. Oba hojalyk galyndylarynyň ägirt köp mukdaryna (dünýäniň 90%-den gowrak sitruslarynyň, bananlarynyň we kofäniň, 70%-e golaý şeker çňriginiň we 40%-e golaý dünýä mallarynyň galyndylaryna) eýe bolan Afrika we Latyn Amerikasy ýurtlarynyň integrirlenen maksatnamalary häzirki wagt biogaz öndürmeklige gönükdirilendir.

6.3. Etil spirtiniň alnyşy

Etil spirtini maýalaryň esasynda almak usuly gadym eýýamlardan bári bellidir. Emma arassa etil spirtini öndürmek usuly gaýtadan işleme (peregionka) edilmedik spirtli içgilerden has täzeräk hem bolsa, onuň kökleri taryhyň asyrlarynda ýitip gidýär. Soňky ýyllarda etil spirtini himiki ýol bilen ýokary temperaturada katalizatoryň we suwuň gatnaşmagynda spirte öwürülýän etilenden alýarlar. Emma, mikrobiologik sintez öz işjeňligini saklaýar.

Pes derejeli spirtleri (metanol, etanol) ulanmagyň geljegi hem-de asetonyň we beýleki eredijileriň içinde ýakýan hereketlendirijileriň ýangyjy hökmünde ulanylmagy soňky ýyllarda olary giň möçberlerde dürli ösümlük çig mallaryny ulanyp, mikrobiologik ýollar bilen alynmagyna uly gyzyklanma dörettdi. Etil spirti içinde ýakýan hereketlendirijiler üçin ajaýyp ekologiki arassa ýangyçdyr. Gyt benzini ýangyjyň beýleki görnüşleri bilen çalyşmak häzirki döwrüň aktual meselesidir. Bu mesele has ýiti Amerika we Günbatar Ýewropa ýurtlarynda durýar. Arassa etanolyň ýa-da onuň benzin bilen garyndysynyň (gazohol) ulanylmagy daşky gurşawyň maşynlaryň çykaryjy turbasynyň gazlar bilen hapalanmagyny düýpli azaldýar, çünki etanol ýananda diňe suw bilen kömürturşy gazy bölünip çykýar. Şonuň üçin her

ýyl ýokary hasyl bilen üpjün edýän tebigy ösümlük materialy we degişli toprak-kli-mat şertleri bolan ýurtlarda motor ýangyçlaryny öndürmekligi mikrobiologik aja-ma prosesine ugrukdyrmak maksadalaýyk hasaplanylýar.

Spirti ýangyç hökmünde ulanmaklyk ABŞ-da we Germaniýada 1930-1940-njy ýyllarda başlandy. Ýangyç hökmünde spirtlere üns birden 1970-nji ýyllarda güýçlendi. Mysal üçin, Braziliýada içinde ýakýan hereketlendirijilerde etanol indi birnäçe on ýyllyklardan bäri ulanylyp gelinýär. 1982-nji ýylda Şwesiýanyň “Alfa Lýawal” firmasynyň tehnologiýasy boýunça özünde gant saklaýan çig malyň esa-synda öndürijiligi bir gije-gündizde 150 müň litr 95%-li spirte barabar bolan spirt zawodlarynyň gurluşygy depginli başlandy. Russiýa federasionynda Sankt-Peter-burgyň “WNIIGidroliz” firmasynyň tehnologiýasy boýunça gidroliz spirtini ön-dürýän gurluşlar hereket edýärler. Ýaponiýada 1990-njy ýyllaryň ahylarlaryna immo-bilizlenen mikrob öýjükleriniň esasynda alynýan spirtiň hasabyna nebitiň eksporty 72-den 49%-e çenli gysgaldyldy.

Spirтли ajama prosesleri üçin çig mal bolup dürli biomassalar, şol sanda krahmal saklaýan (däne, kartoşka), gant saklaýan materiallar (mala berilýän toşap, agaç işläp taýýarlaýan senagatyň galyndylary) hem-de ýörite süýji we deňiz suwlarda ösdürilip ýetişdirilen ösümlükleriň we suwotularyň biomassasy hyzmat edýär. Pro-ses birnäçe basgançakdan durýar: çig maly taýýarlamak, ajama prosesi, spirti kow-ma we arassalama, denaturasiýa, goýy gök reňkli galyndylary gaýtadan işlemek.

Adatça, etil spirtini geksozalardan bakteriýalaryň (*Zymomonas mobilis*, *Z. ana-erobica*, *Sarcina ventriculi*), taýajyk görnüşli bakteriýalaryň sporalary emele getir-ýän anaeroblar maşgalasyndan bolan klostridiýalaryň (*Clostridium thermocellum*) we maýalaryň (*Saccharomyces cerevisiae*) döredýän ajama prosesi arkaly alýarlar:



Tehniki maksatlar üçin niýetlenilen spirtler alnanda, esasy çözülyän mesele – bu bahasy gymmat bolan krahmal saklaýan, ýimit görnüşinde ulanylýan substratla-ry ýimit görnüşinde ulanyлмаýan arzan çig mal bilen çalyşmakdyr.

Etanoly maýalaryň emele getirmegi – bu anaerob proses, emma maýalary kö-peltmek üçin ujypsyzja mukdarda kislorod hem gerekdir. Gant saklaýan substratyň spirte öwrülmesinde (konwersiýasynda) bolup geçýän prosesler öz içine produsen-tiň öýjükleriniň metabolizmi we ösüş proseslerini hem alýar, şonuň üçin, umuman, spirtiň alnyşynyň biologik prosesi birnäçe görkezijilere (substratyň, kislorodyň hem-de ahyrky önümiň konsentrasiýasyna) baglydyr. Ösdürmede spirtiň belli bir konsentrasiýalara çenli toplananda, öýjükleriň ingibirlenme prosesi başlanýar. Şo-nuň üçin spirte durnukly şamlary almak uly ähmiýete eýe bolýar.

Ajamanyň senagat prosesi dürli shemalar boýunça, ýagny üzüksiz, döwür-leýin we biomassanyň gaýdyp gelmegi bilen döwürleýin amala aşyrylyp bilner.

Döwürleýin prosesde substrat ýaňy ösdürilip ýetişdirilen, adaty, anaerob şertlerde alynýan inokulýat goşulandan soň ajadylýar. Substratyň ajamasy tamamlanandan soň, produsentiň öýjüklerini aýyrýarlar we täze aýlaw üçin ekilýän materialyň terpaýyny alýarlar. Bu ep-esli gymmat düşýän prosesdir, çünki maýalaryň köpelmeginiň aerob prosesinde köp substrat sarp bolýar. Prosesde ykdysady çykym substratdan massa boýunça 48%-e golaý bolýar (substratyň bir bölegi öýjükleriň ösüşine we metabolizmine hem-de beýleki önümleriň, ýagny sirke kislotasynyň, gliserolyň, ýokary derejeli spirtleriň emele gelmegine harç edilýär). Eger-de ajama proseslerinde produsent hökmünde maýalar ulanylsa, önümlilik 1-2 g etanol/g öýjük sagat bolýar. Laboratoriýa derejesinde produsent hökmünde *Zymomonas mobilis* bakteriýasy ulanylanda, bu ululyk amaly taýdan 2 esse artykdyr. Senagat proseslerinde enjamlaryň öndürilijiligi produsentiň fiziologik aýratynlyklaryna, biomassanyň dykzlygyna, enjamyň görnüşine we fermentlemäniň düzgünine güýçli derejede baglydyr; ol örän giň, ýagny 1-den 10 g/l sagat aralygynda üýtgeýär. Aýlawyň dowamlylygy 36 sagada golaý, spirtiň ahyrky konsentrasiýasy 5% (agram/göwrüm) bolýar.

Prosesiň ýetmezçiliklerini (esasan, haýallygy we substratyň doly ulanylmazlygy) biomassanyň gaýtadan ulanylmagy bilen geçirilýän prosesi ulanyp, az-kem aýryp bolýar. Bu shema boýunça spirtiň çykymyny 10 g/litr sagada çenli köpeldip bolýar.

Üznüksiz proses amala aşyrylanda, substraty ulanmagyň dolulygy, esasan, prosesiniň depginliligine, ýagny çig malyň akymynyň tizligine baglydyr. Emma, munda iki görkezijiniň arasynda, adaty, ajamany optimizirlenýän çaprazlyk, ýagny spirtiň ahyrky çykymy we gantlary ulanmagyň dolulygy ýüze çykýar. Ajama prosesi tamamlananda, spirtiň ajama massasyndaky (bražka) konsentrasiýasy 6-dan 12%-e çenli bolup biler. Spirtiň ahyrky konsentrasiýasy näçe ýokary bolsa, peregonka prosesiniň energiýa sygymlylygy şonça-da pesdir. Mysal üçin, spirtiň 5% konsentrasiýaly ergininiň 96%-li spirt almak üçin peregonkasynda buguň sarp edilişi 4 kg/litrden gowrak; bražkadaky spirtiň mukdary 10%-e ýetende, bu ululyk 2,25 g/l-e çenli azalýar.

Spirtli ajamanyň gapdal önümleri kömür kislotsy, siwuha ýaglary, goýy gök reňkli galyndylar, maýalardyr. Bu önümleriň her biriniň kesgitli bahasy we özbaşdak ulanylan çygyrlary bardyr.

Ajama prosesini kämilleşdirmäniň birnäçe ugry bardyr. Bu üznüksiz proseslere geçme, spirte has durnukly şamlary alma we başlangyç çig mallary arzanlatmadyr. Ajatmanyň üznüksiz prosesleri spirtiň ahyrky konsentrasiýasyny 12%-e çenli köpeltmäge mümkinçilik berýär. Spirtiň şeýle konsentrasiýasy durnukly täze şamlar, esasan-da, bakteriýa ösdürmeleriniň arasyndan alyndy. Soňky ýyllarda amala aşyrylýan işläp düzmelere erkin däl-de immobilizlenen mikrob öýjüklerini ulanmaga esaslanan ugur degişlidir. Immobilizlenen öýjükler spirte ýokary tolerantlyk (la-

tyňça *tolerantia* – kanagat) görkezip, bir wagtyň özünde iki görkeziji boýunça optimizirleme meselesini çözmäge, ýagny substraty ulanmagyň dolulygyny we spirtiň ahyrky çykymyny ýokarlandyrmaga mümkinçilik berýär.

Spirtleri motor ýangyçlary hökmünde çykarmak olary köp mukdarda, ýagny onlarça mln t öndürmekligi göz önünde tutýar. Tehniki spirt öndürmek üçin başlangyç substrat hökmünde şeker çîňriginiň galyndylary bolan bagassalary hem-de manioky (süýtleňňiçler maşgalasyna degişli gyrymsy agaç), badaty, süýji jöweni, tapinambury ulanmak ykdysady taýdan özüni ödeýär. Emma, bu ösümlükler ýyly klimatly ýurtlar üçin, meselem, Latyn Amerikasy ýurtlary üçin häsiýetlidirler. Tokaýlaryň uly massiwlerine eýe bolan aram klimatly sebitler üçin agaç galyndylarynyň gidrolizatlaryny ulanmak amatly bolýar. Ýöne, munuň üçin energiýany köp talap edýän lignini we sellýulozany dargadyp, suwda ereýän gantlary almak prosesini amala aşyrmaly bolýar. Gidroliz prosesi üznüksiz kämilleşýär. Gidroliz prosesinde gandyň çykymyny artdyrmak we energiýanyň sarp edilişini azaltmak üçin ligno-sellýulozalary dargatmagyň fiziki, himiki, fermentli usullary hem-de olaryň utgaşdyrylan usullary ulanylýar. Tokaýy kesmegiň we agajy işlemegiň galyndylaryndan başga-da sypaly, torfy, gamşy ulanmak hem mümkindir.

Etanoly ýangyç hökmünde öndürmegiň we ulanmagyň ekologiýa taýdan artykmaçlyklary aýykdyr. Ykdysady artykmaçlygy nukdaýnazardan ol birnäçe şertler: klimat, ýaşyl biomassanyň önümliligi, oba hojalyk önümleriniň özüne düşýän bahasy we nebit, tebigy gaz ýa-da kömür ýaly energiýa görterijileriň barlygy (ýa-da ýoklugy) bilen kesgitlenilýär.

6.4. Suwuk uglewodorodlar

Fotosintezleýji organizmleriň arasyndan suwuk uglewodorodlar görnüşindäki enegogöterijileriň potensial produsentleriniň ilkinji gözlegleri 1978-nji ýylda başlandy, şonda alymlar käbir ösümlükleriň, esasan-da, süýtleňňiçler maşgalasyna degişli ösümlükleriň şiresinde suwuk uglewodorodlary tapmaga synanyşyk etdiler. Emma, bu synanyşyklar üstünlige getirmedi, çünki ýokary derejeli ösümlüklerde uglewodorodlaryň konsentrasiýasy iňňän az bolup çykdy. Biraz wagtdan soňra suwuk uglewodorodlary sintezlemek ukybynyň suwotularda we bakteriýalarda bardygyny ýüze çykaryldy.

Botryococcus braunii ýaşyl suwotularynda uglewodorodlaryň mukdary lipidleriň jeminiň 15-den 75%-ine çenli bolup bilýändigini ýüze çykaryldy. Bu ýeke öýjükli ýaşyl suwoty süýji suwly we şorrak suwly howdanlarda aram we tropiki giňliklerde ösýär. Bu suwoty gyzyly we ýaşyl görnüşde gabat gelýär, sebäbi bu suwotynyň hloroplastlary hlorofilleriň ähli görnüşleriniň hem-de karotinleriň we olaryň okislenen önümleriniň (ksantofiller, lýutein, neoksantin, zeoksantin we başg.) bardygyny se-

bäpli dürli öwüşginlere eýe bolup bilýär. Suwotynyň öýjük gabygynyň düzüminde ýagdan, proteinlerden, uglewodlardan we içki sellýuloza gatlagyndan başga-da, okislenen karotiniň polimerlerinden we karotin maddalaryndan ybarat bolan sporopollen gatlagynyň bardygy anyklanyldy. Haýsydyr bir biogeniň gytçylygy ýa-da gurşawyň duzlulygynyň ýokarlanmagy bilen ýüze çykýan ösüşiň amatsyz şertlerinde pigmentleriň esasy toparynyň gatnaşygy karotinoidleriň agdyklyk edýän tarapy-na üýtgeýär, we onda suwotular gyzył-mämişi reňke eýe bolýarlar. Gurşawda, mysal üçin, magniý ionlary ýetmezçilik etse, öýjük diwarjagazynda uglewodorodlaryň konsentrasiýasy 70-75%-e ýetýär. Munda ýaşyl suwotynyň uglerod atomlarynyň täk sanyny (C_{25} - C_{31}) saklaýan göni zynjyrlý uglewodorodlary sintezleýändigini we olaryň düzüminde doýmadyk baglanyşyklaryň azdygy anyklanyldy. Suwotynyň gyzył görnüşi uglerod atomlarynyň jüb sanyny (C_{34} - C_{38}) saklaýan göni zynjyrlý we doýmadyk baglanyşyklaryň ep-esli sanyny saklaýan uglewodorodlary sintezleýär. Bu uglewodorodlar, “botrio-kokksenler”, suwotynyň ösüş fazasynda öýjük diwarjagazlarynda toplanýarlar. Uglewodorodlary öýjükleri dargatman almak üçin suwotynyň biomassasyny sentrifugirleýärler, netijede, uglewodorodlar öýjüklerden “akyp çykýarlar”. Öýjükleri ýene-de gurşawa uglewodorodlaryň toplanýan şertlerinde ýerleşdirip bolýar. Ösüş şertlerini, ýagtylandylyşyny, temperaturasyny, duzlaryň konsentrasiýasyny üýtgedip, Fransiýanyň nebit institutynyň işgärleri iki esse köpeltmegiň wagtyny 7 gije-gündizden 2 gije-gündize çenli azaltdylar, munda uglewodorodlaryň çykymy gije-gündizde 0,09 g/l-e, ýagny ýylda 60 t/ga ýetirildi. Suwotynyň sintezleýän uglewodorodlarynyň fraksiýasy kerosine ýa-da dizel ýanjyyna meňzeşdir.

Mälim bolşuna görä, bu suwoty tebigatda giňden ýaýran, onuň dürli künjeklerinde: Awstraliýanyň şor köllerinden Londonyň eteklerindäki suw howdanlaryna çenli gabat gelýär. Geçmişde Awstraliýada tapylan bu suwotynyň “koornangit” ady bilen belli bolan gury galyndylary özboluşly nebit “galagoplylygynyň” döremegine sebäp bolupdyr. Meňzeş jynslar (uglewod-produsirleýji suwotynyň galyndylary) wagtal-wagtal Ýeriň dürli künjeklerinde – Afrikada Mozambik kölüniň töwereklerinde (“*N'haugellite*”), Gazagystanda Balhaş kölüniň töwereklerinde (“balhaşit”) tapylýar.

Häzirki wagt bu uglewodorodlary derman senagatynda ulanmaklygy netijeli hasap edýärler. ABŞ-da howdanynyň jemi meýdany 52 müň ga ýetýän B. braunii suwotusyny ösdürüp ýetişdirýän ferma bar. Uglewodorodlary almak prosesiniň önümliligi bir gije-gündizde 4800 m³ çenli barýar. Ýangyçlyk häsiýetlerini gowulandyrmak üçin suwotularynyň uglewodorodlaryny gidrirleýärler.

Bu usulyň suwuk uglewodorodlaryň çeşmeleriniň öwezini doldurmakda geljeginiň uludygy barada netije çykarmazdan owal, ylmy we tejribe-konstruktorlyk meseleleriniň toplumyny çözmek, şol sanda suwoty bilen bilelikde ösýän bakte-

riýalaryň uglewodorodlary sintezlemekdäki ähmiýetini, biosinteziniň we ekstrak-siýasynyň şertlerini, laýyk enjamlary we suwotyny emeli usulda uly meýdanlarda ösdürip ýetişdirmegiň şertlerini işläp düzmek hem-de alynýan uglewodorodlary ol ýa-da beýleki sferalarda ulanmagyň geljegini kesgitlemek gerek. Suwotularyň uglewodorodlary sintezlemek mehanizmini öwrenmek tebigatda nebitiň emele geliş prosesine düşünmäge mümkinçilik berer, çünki suwotynyň öýjük diwarjagazy Ýer gabygynda millionlarça ýyllaryň dowamynda geçýän nebitiň emele geliş prosesini yzarlamaga synanyşmak üçin nusga obýekti bolup hyzmat eder. Eger-de gazylyp alynýan ýangyçlaryň genezisini meňzedip gaýtalamak başarsa, kerogeniň – suwuk nebitden ozalky massanyň nebite transformirlenmesiniň wagty kesgitlemek mümkin bolardy. Bu kerogeni saklaýan ene jynsdaky nebitiň potensialyny hasaplamaga mümkinçilik bererdi.

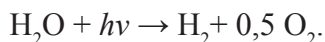
6.5. Wodorodyň biologik alnyşy

Wodorody almak meselesi birnäçe senagat pudaklarynyň, şol sanda energetikanyň tehniki progresiniň esasy meseleleriniň biridir. Wodorod geljekde baş energiýa göränişi, bir tarapdan şu döwrüň esasy energiýa göränişlerinden – nebitden we tebigy gazlardan agdyklyk edýän hökmünde seredilýär. Wodorodyň ýylylyk berijilik ukyby ýeterlik derejede ýokarydyr (28,53 kkal/kg), ol benziniňkiden 2,8 esse artykdyr. Wodorod dürli faza ýagdaýlarynda ýeňillik bilen daşalýar we toplanýar; gaz halatynda zäherli däl, dürli faza ýagdaýlarynda ýokary ýylylyk geçirijilige we pes şepbeşiklige eýedir. Emma, onuň esasy artykmaçlygy ekologiýa tarapdan arassalygydyr, ýananda onuň ahyrky önümi suw bilen kömürturşy gazydyr. Ekspertleriň çaklamalaryna görä, geljegiň energetik ulgamy “wodorod energiýasy” bolar, ýagny iki sany energiýa göränişleri transportda we senagat tehnologiýalarynda ulanmaga has amatly elektrikçiligi we wodorody ulanmaklyga esaslanýar. Geljekde iri möçberli wodorod önümçiligini döretmek ylmyň önünde wodorody başlangyç energiýanyň agyr elementleri hökmünde bölmek, termoyadro sinteziniň we Günüň energiýasyny ulanyp almagyň has tygşytly we ekologik tarapdan amatly usullarynyň gözleglerini geçirmeklik meseleleri hem öz çözgüdine garaşýar. Gün energiýasyny ekspluatasiýa etmegiň problemasy häzirki wagt işjeň derňelýär. Bu hem ýangyç gorlarynyň gutarmak howpy hem daşky gurşawy goramak meseleleriniň barha ýitileşmegi bilen baglydyr, çünki ýylylyk energetikasy howa we suw basseýnleriniň ýylylyk we himiki hapalanmasynyň esasy sebäpkärleriniň biridir. Ýeriň üstüne düşýän Çün energiýasynyň mukdary gaýtalanýan energiýanyň ähli görnüşlerinden ýüzlerçe we münlerçe esse artykdyr. Gün energiýasynyň diňe 0,1-0,2%-ini ýaşyl ösümlikler özüne siňdirýärler, fotosintez prosesinde emele gelýän önümleriň bolsa, diňe 1%-ini adamlar iýmit hökmünde ulanýarlar. Şonuň üçin Gün

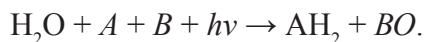
energiýasyny has netijeli ulanmak meselesi adamzadyň öňünde öz ýitiligi bilen ör boýuna galýar. Häzirki zaman ylmy bu meseleleriň çözümlerini köp ugurlarda, şol sanda, himiki we biologik ugurlarda hem gözleýär. Geljegi aýratyn uly ugur bolan wodorody Gün energiýasyny ulanyp, şol sanda iň arzan we almasy aňsat substrat bolan suwdan almakdyr. Dünýä ummanlarynda suwuň gurlary $1,3 \cdot 10^{18}$ tonna barabardyr, ýagny örän köpdür.

Wodorody suwy elektrolizläp alyp bolýar hem-de atom stansiýalarynyň yza gaýdan gyzgynlygyny ulanyp, suwy termohimiki dargatmak netijesinde alýarlar.

Suw Çün şöhleleriniň täsirinde ***gönüden-göni fotodargama*** duçar bolup bilýär:



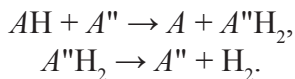
Wodorody ***suwuň fotohimiki dargamagy*** netijesinde almagyň usullary hem işlenip düzülýär. Usulyň esasynda fotosensibilizatoryň (A) we ýagtylyga duýgur bolmadyk birleşmäniň (B) gatnaşmagynda geçýän reaksiýalar ýatandyr, proses suwly gurşawda geçýär:



Aýlaw şeýle reaksiýalar bilen ýapylýar:



Göze görünýän şöhleleriň energiýasynyň ýetmezçilik etmeginde AH_2 birleşmäni dargatmak üçin prosesi ulgama aralyk okisleýjini A” girizip, iki basgançakda amala aşyryp bolýar:



Wodorodyň emele gelmeginiň şeýle prosesine mysal bolup fotosensibilizator (A) hökmünde riboflawin bilen trietanolamin gaýtaryjynyň (B), metilwiologen bol-sa okisleýjiniň (A) ornuny tutýan ulgamy bolup biler.

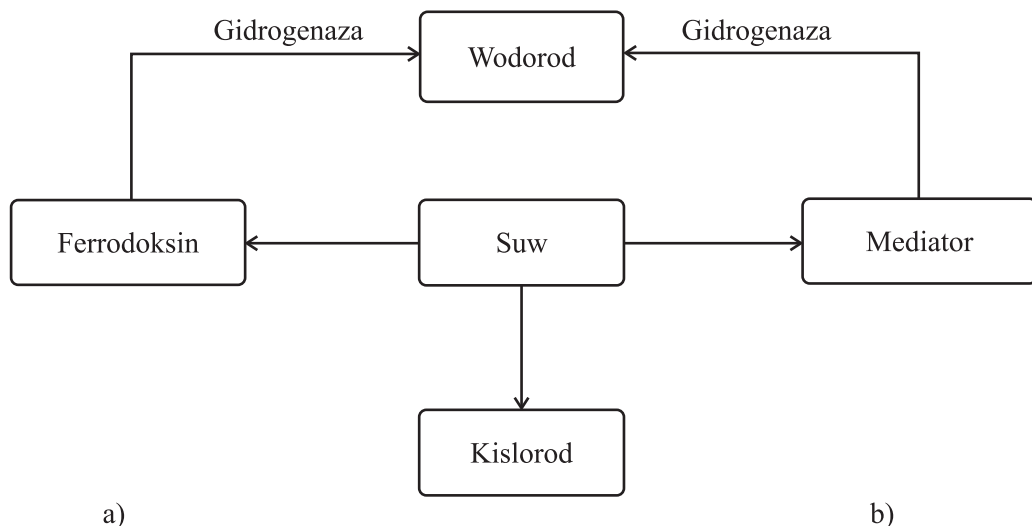
Mundan birazrak öň suwy biokatalitik agentleriň gatnaşmagynda wodorod almagyň ýörite mümkinçiligi görkezildi.

1960-njy ýyllaryň başlarynda ysmanakdan bölünip alnan hloroplastlar elektronlaryň emeli donorlarynyň we gidrogenaza fermentini saklaýan bakteriýa ekstraktlaryň gatnaşmagynda wodorody produsirläp bilýändigini anyklanyldy. Ulgamda elektronlaryň donorlary bolup ferrodoksin hyzmat edýär, gidrogenaza elektronlary ferrodoksinden alýar, ýagny diňe fotoulgam I işe girizilendir. On ýyldan gowrak wagt geçenden soň, ABŞ-nyň alymlary ysmanagyň hloroplastlary gidrogenazalary we elektronlary geçiriji hökmünde ferrodoksini saklaýan bakteriýa gurluşlary

göze görinýän şöhleler bilen şöhlelendirilende, wodorodyň bölüp çykýandygyny subut etdiler. Ulgamyň bu wariantynda fotoulgamyň ikisi hem – I we II işe girizildi. Klostridiýleriň oksidlere duýgur gidrogenazasy ulanylandygy sebäpli, reaksiýa azodyň gurşawynda we kislorodyň düýbünden ýok şertlerinde geçirildi. Reaksiýa wodorodyň emele gelmegi bilen geçýär, munda substratyň fotoliziniň önümi bolan suw artykmaç mukdarda gatnaşýar, ýagny çäklendirilen başlangyç çig mal däl, bu ýagdaýda energiýa çeşmesi bolan Gün şöhlesidir, ol hem çäklendirilen däl.

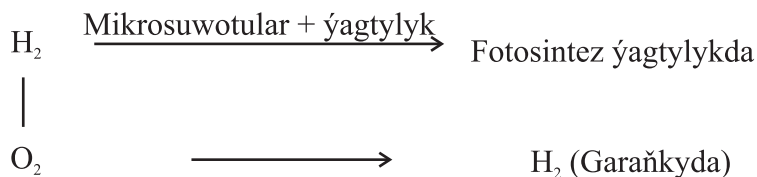
Şeýle ulgamda wodorodyň çykymyny ýokarlandyrmak üçin durnukly we ýokary işjeň gidrogenazalaryň çeşmesi gerek. Şeýle gidrogenazalar tapyldy, şol sanda gyrgyzlyga durnuklylar hem tapyldy, olar hemoawtotrof wodorodokisleyji bakteriýalaryň dürli wekilleri tarapyndan produsirlenýärler. Şeýle gidrogenazalar hloroplastlar we metilwiologen bilen (elektron daşajy) garyndyda wodorodyň emele geliş prosesini uzak wagtlap katalizirleýärler, munda prosesin durnuklylygy, esasan, hloroplastlaryň ýagdaýyna baglydyr.

Suwuň biofotolizi ulgamlaryny döretmek boýunça işler köp ýurtlarda işjeň geçirilýär. Bu çäreler ulgamlaryň dürli görnüşleriniň döredilmegine getirdi. Bu ulgamlaryň, olary düzyň komponentlere bagly bolmazdan, iki sany elementi: 1) fotosintezin suwy dargadyan ulgamyny öz içine alýan elektron-daşajy ulgamy; 2) wodorody emele getiriji katalizatorlar bolmaly. Wodorody emele getiriji katalizatorlar hökmünde hem organiki däl katalizatorlar (platina metaly), hem-de ferment katalizatorlary (gidrogenazalar) bolmaly. Gidrogenaza katalizatorlary hem erän görnüşde, hem immobilizlenen ýagdaýda öz wezipesini ýerine ýetirip bilerler. Ulgamyň ýörite shemasy 6.3-nji suratda berilýär.

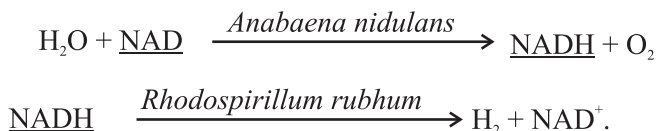


6.3-nji surat. Katalizator hökmünde gidrogenazany ulanmak bilen geçirilýän suwuň biofotoliziniň shemasy

Soňky ýyllaryň işläp düzmeleri öz içine: 1) ösümlikleriň hloroplastlaryny, ferrodoksini we bakteriýa gidrogenazalary alýan (6.3-nji *a* surat) ulgamlary; 2) hloroplastlary, mediatory (kiçi molekulaly elektron daşajyýlar) we bakteriýa gidrogenazalary (6.3-nji *b* surat); 3) fotosintezleýji suwotulary:



hem-de immobilizlenen bakteriýa öýjükleri ulanýan dürli ulgamlary alýarlar:



Biofotoliziň şeýle ulgamlarynyň barlaghanada hereket etmegi prosesiniň netijeliligi barada öňünden käbir netijeleri çykaryp bolýar.

Mysal üçin, bir gije-gündizde 106 J/m^2 (100 Wt/m^2) Gün energiýasyny ulanýan ulgam gije-gündisinde 90 litre çenli H_2/m^2 öndürüp bilýär, bu 400 J barabar bolan energiýadyr.

Gidrogenazalaryň esasynda ýörelge boýunça islendik ösümlik fotoulgamy wodorody öndürmäge ukyplydyr. Bu barlaglaryň maksady tebigy suwotular ýa-da bakteriýa-ösümlik ulgamlarynyň shemasy boýunça işleýän doly emeli ulgamlary işläp düzmekdir. Ýörelge boýunça şeýle ulgamda gidrogenazanyň deregine FeS tipli katalizatory, hloroplastyň ýerine bolsa – hlorofil serişdesini hem-de kislorody suwdan çykarmak we protonlary we elektronlary boşatmak üçin marganes katalizatoryny ulanmak mümkin bolar.

Wodorody almagyň biokatalitik ulgamy häzirlikçe ýagtylygyň göze görünýän şöhlelerinde işläp bilýän bir basgançakly ulgamyň ýeke-täk mysalydyr. Bu ulgam iňňän ähmiýetlidir, çünki ol energiýanyň we çig malyň azalmaýan çeşmelerinde (Günüň ýagtylygy we suw) işleýär we ekologiýa tarapdan arassa we ýokary kaloriýaly energiýa görteriji bolan – wodorody öndürýär. Şeýle ulgamlary kämilleşdirmek Gün energiýasyny wodoroda öwürmek prosesinde möhüm basgançak bolar.

Geljekde we häzirki wagt işlenip ýörülen ugurlar – bu wodorody hemosintezleýji we fotosintezleýji organizmleriň ösüp oturan mikrob populýasiýalaryndan almakdyr.

Wodorodyň produsenti hökmünde hemotrof mikroorganizmleriň arasynda has köp ünsi özlerine arzan substratlarda ösmäge ukyply görnüşler çekýärler. Mysal üçin, taýajyk görnüşli bakteriýalaryň sporalary emele getirýän anaeroblar maşgala-syndan bolan klostridiniň (*Clostridium thermocellum*) ösdürmesi dürli organikany ajadyp, 10 litrlik enjamda sagatda 23 litre çenli wodorod öndürüp bilýär. Şeýle esas-

da iri möçberli ulgamy döretmek kyn däl, çünki klostridiýleri ulanyp, aseto-butil ajamasynyň önümlerini almak prosesleri işlenip düzüldi we senagata ornaşdyryldy. Käbir içege bakteriýalary (enterobakteriýalar) ajama proseslerinde wodorody produsirlmäge ukyplydyrlar, emma, prosesin netijeliligi munda ulanylýan substratyň energiýasynyň 33%-inden ýokary bolmaýar. Şeýlelik bilen, wodorody almak üçin hemotroflary ulanmak şu maksatlar üçin biometanogenezi proseslerini ulanmakdan amatsyzdyr.

Geljegi has uly bolan produsentler – bular fototrof mikroorganizmlerdir, çünki olaryň wodorod emele getirmesi ýagtylygyň energiýasyny siňdirmek prosesleri bilen baglydyr we şeýlelikde, Günün radiasiýasyny ulanmagyň depginliligini ýokarlandyrmagy mümkindir. Wodorody in uly tizlik bilen käbir goýy gyrmyzy bakteriýalar bölüp çykarýarlar, mysal üçin, *Rh. capsulatus* käbir şamlary, gury organikanıň bir gramyndan sagatda 150-400 ml wodorod bölüp çykarýar. Substrat hökmünde goýy gyrmyzy bakteriýalar dürli organiki birleşmeleri ulanýarlar; bakteriýalar olary kömür kislotasyny we wodorody emele getirmek bilen dargadýarlar. Mysal üçin, goýy gyrmyzy bakteriýalar 1 g laktaty dargadyp, 1350 litre çenli wodorody emele getirýärler. Munda ýagtylygyň konwersiýasynyň depginliligi 2,8%-e çenli ýetýär (bakteriýalar ýagtylygy 800-900 nm çygrynda, käbir görnüşleri tolkun uzynlyklary 1100 nm çenli bolan çygrylarda, ýagny fotosintezleýji organizmlerin başga hiç haýsynyň ulanmaýan şöhlelerini siňdirýärler). Wajyp pursatyň biri goýy gyrmyzy bakteriýalaryň organiki birleşmelerden başga-da, tiosulfary we kükürdiň gaýtarylan gaýry birleşmelerini ulanyp, wodorody produsirläp bilýänligidir. Substrat hökmünde käbir zyňndylary, şol sanda dersi hem ulanyp bolýar. Wodorodyň önümliligi munda 50 kg $H_2/m^2 \cdot g$ çenli barýar.

Wodorody almagyň has amatly mikrobiologik usuly suwuň biofotolizini geçirip bilýän fototrof organizmleri, ýagny fotosintez prosesinde suwy elektronlaryň donory hökmünde ulanýan organizmleri ulanmakydyr. Bu babatda wodorody ýagtylykda aerob şertlerde çykaryp bilýän bir wagtyň özünde kislorody emele getirýän azotberkidiji sianbakteriýalar täsindirler. Sianbakteriýalaryň ösdüriminde wodorodyň 30-40 ml $H_2/sagat \cdot g$ ASB tizlik bilen durnukly bölünip çykması gazanyldy. Energiýany ulanmagyň netijeliligi emeli ýagtylandyrylanda 1,5-2,7% we tebigy ýagtylykda 0,1-0,2% boldy. Ýagny, bular umytlandyryjy netijelerdir. Fotowodorody almak üçin dürli ulgamlar, şol sanda köp komponentli bioulgamlar, sianbakteriýalaryň we gyrmyzy-gyzyl bakteriýalaryň liofilleşdirilen öýjüklerini saklaýan ulgamlar işlenip düzülýär. Köçükli ösümlikler ulgamyny azotberkidiji *Rhizobium* bakteriýaly klubenkoları bolan iki komponentli wodorod emele getiriji ulgam ýaly seredip bolýar. Şuňa meňzeş peýwent bileleşige suwly paprotnigi *Azolla* dan we sianbakteriýalardan ybarat bolan toplumy degişli edip bolar. Emma, şeýle bioulgamlaryň amaly taýdan ulanylmagyna çenli heniz wagt kän. Buňa 2000-nji ýyllaryň birinji ýarymynda garaşýarlar.

6.6. Bioýangyç elementleri we bioelektrokataliz

Ýangyçlaryň himiki energiýasyny elektrik energiýasyna öwürmek üçin geljegi uly bolan çemeleşme – **ýangyç elementleri** diýilýänleri döretmek ugrudyr. Ýangyç elementleri, gysgaça aýdylanda, toguň elektrohimi generatorlarydyr. Prosesiň esasynda elektrodarda bolup geçýän ýangyjyň elektrohimi okislenmegi we okisleýjiniň (kislorodyň) gaýtarylmagydyr, munda wodorodyň suwa çenli gaýtarylma prosesiniň erkin energiýasyna laýyk gelýän elektrohimi potensial emele gelýär (generiruyetsya):



Ýangyç elementlerinde himiki energiýanyň elektrik energiýasyna öwürülme derejesi ýokarydyr, mysal üçin, häzirki zaman wodorod-kislorod ýangyç elementleriniň p.t.k.-sy 80%-e çenli barýar.

Bu babatda belli bir derejede gowy geljege ýangyç elementleriniň gurluşynda biologik ulgamlaryň – fermentleriň ýa-da mikrob öýjükleriniň ulanylmagyndan garaşylýar. Bu çemeleşmeler häzirikçe diňe barlaghana derejesinde amala aşyryldy. Bioýangyç elementlerini konstruirlemekde häzirki wagt birnäçe çemeleşmeler anyklanyldy:

- wodorody elektrohimi işjeň elektrodarda aňsat okislenýän birleşmelere öwürmek. Şeýle ulgamda mikroorganizmler birnäçe substratlaryň (uglewodlar, metan, spirtler we başg.) esasynda wodorody üznüksiz emele getirýär, ol soňra “wodorod-kislorod” elementinde elektrik energiýasyny öndürmek bilen okislenýär.

- gös-göni ösdürme gurşawynda duran elektrodarda elektrohimi potensiallarynyň emele gelmegi: substratyň konwersiýanyň barşynda emele gelýän madda çalşygynyň önümleri belli bir derejede elektrohimi işjeňlige eýe bolmagy mümkindir;

- elektronlaryň ýangyçdan elektroda geçirilmegini fermentler, şol sanda immobilizlenen fermentler katalizleýärler.

Iňňän köp dürli birleşmeleri ajatma prosesine duçar etmäge ukyply anaerob mikroorganizmleriň esasynda döredilen bioýangyç elementleri örän netijelidir. Şeýle bioýangyç elementinde katod we mikrob öýjüklerini saklaýan bioanod işleýärler. Ýangyjyň ornuny tutýan substraty mikroorganizm kislorodsyz atmosferada gaýtadan işleýär. Ýangyç elementiniň göwrüminiň birligine düşýän energiýanyň ýetilen kuwwaty häzirikçe şeýle bir uly däl. Şonuň bilen birlikde, bu ulgamlarda dürli aňsat alynýan we gymmat bolmadyk, öz içine senagat we oba hojalyk zyňyndylaryny alýan substratlary ulanmak mümkindir. Mikrob öýjükleriniň deregine izolirlenen fermentleri ulanmak, alymlaryň pikirine görä, himiki baglanyşyklaryň energiýasyny elektrik energiýasyna transformasiýasyny has amatly eder. Şeýle bioýangyç elementlerine

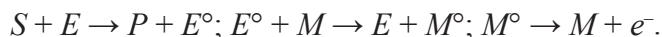
mysal bolup, alkogoldegidrogenazalaryň gatnaşmagynda metanolyň okislenip, sirke kislotasyna; formiatdegidrogenazanyň gatnaşmagynda garynja kislotasynyň kömür kislotasyna; glýukozooksidaza fermentiniň gatnaşmagynda glýukozanyň glýukuron kislotasyna öwürülmek ulgamlaryny görkezmek bolar.

Tehnologik bioenergetikanyň täze ugry we inžener enzimologiyasynyň bölegi **bioelektrokatalizdir**. Bu ugryň maksady – immobilizlenen fermentleriň esasynda ýokary netijeli energiýa özgerdijileri döretmekdir. Munda fermentli we elektrohimiki reaksiýalary utgaşdyrmak, ýagny fermentleriň işjeň merkezinden elektroda elektronlaryň işjeň transportyny upjün etmek in wajyp mesele bolup durýar. Soňky ýyllarda geçirilen barlaglaryň görkezişi ýaly, bu maksady birnäçe ýollar arkaly:

- mediatorlary (kiçi molekulaly diffuzion hereketçeň elektronlary elektroddan akseptirläp, olary fermentiň işjeň merkezine bermäge ukyply daşajýylary) ulanmak arkaly;

- fermentleriň işjeň merkezlerini gönüden-göni elektrohimiki ýol bilen okisläp-gaýtaryp, ýagny, elektronlary fermentleriň işjeň merkezinden gönüden-göni elektroda geçirip (ýa-da, tersine) çözüp bolýar.

Organiki ýarym geçirijiniň matrisasyna birikdirilen fermentleri ulanyp, mediatoryň gatnaşmagynda elektronlaryň geçirilişini şeýle göz önüne getirip bolar:



Bu ýerde: E we E° – fermentiň işjeň merkeziniň okislenen we gaýtarylan formalary; M we M° – mediatoryň okislenen we gaýtarylan formalary.

Mediatoryň gatnaşmagynda bioelektrokatalitik ulgama mysal “gidrogenaza-metilwilogen-kömür elektrody” ulgamydyr; şeýle ulgamda wodorodyň ýokary güýçlülük talap etmezden, amalyýet tarapdan deňagramly şertlerde elektrohimiki okislenmesi mümkindir.

Elektronlaryň gönüden-göni geçirilmesinde fermentiň işjeň merkezi bilen elektrodyň arasynda kislorodyň termodinamiki potensialyna ýakyn potensial ýola goýulýar. Bu geçirme mehanizmi mis saklaýan oksidazanyň gatnaşmagynda kislorodyň suwa çenli elektrohimiki gaýtarylma reaksiýasynda hem-de wodorodyň elektrohimiki gaýtarylmasynda amala aşyrylandyr.

Elektronlary geçirmegiň üçünji ýoly immobilizlenen, ýagny ýarym geçirijiniň matrisasyna birikdirilen fermentleri ulanmaga esaslanýar. Bu maksatlar üçin biribirine bagly baglanyşykly şeýle baglanyşyklaryň uzyn zynjyryna eýe bolan polimer materiallaryny hem-de zarýady geçirilýän kompleksleri bolan polimerleri (güýçli owradylan gurum) ulanýarlar. Şu ýörelge boýunça käbir elektrohimiki reaksiýalar, şol sanda glýukozanyň glýukozooksidazanyň gatnaşmagynda elektrohimiki okislenmesi amala aşyryldy.

Energiýany üýtgetmegiň elektrohimiki ýollaryny işläp düzmeklik iki ugur boýunça: fermentleriň dürli substratlaryň okislenmesini katalizirläp bilmek ukybyny ulanmak ukybyny hem-de ýokary udel häsiýetnamaly elektrohimiki üýtgedijileri döretmek arkaly alnyp barylýar.

6.7. Metallaryň biogeotehnologiýasy

Metallaryň biogeotehnologiýasy bu metallary magdanlardan, konsentratlardan, dag jynslaryndan we suwly erginlerden mikroorganizmleriň ýa-da olaryň ýaşayşynyň netijesinde emele gelýän önümleriň täsirinde ýokary basyşda we fiziologik temperaturada (5-den 90°C-a çenli) almakdyr.

Biogeotehnologiýanyň düzüm bölekleri: 1) biogidrometallurgiýa ýa-da magdanlary bakteriýalaryň kömegi bilen aşgarlap almakdan; 2) metallaryň erginlerden biosorbsiýasy (biosiňdirilmesinden); 3) magdanlary baýlaşdyrmakdan ybaratdyr.

6.7.1. Metallary magdanlardan bakteriýalaryň kömegi bilen aşgarlap almak

Biotehnolog K.Braýerliniň ýazyşyna görä, “Ähtimal, mikrobiologik tehnologiýanyň ähli jähtlerinden minerallardan metallary ekstraksiýalap almakda mikroorganizmleri ulanmak iň az mazamlanýan we iň kembaha garalýan ugurdyr...”. Metallaryň biotehnologiýasyny ulanmagyň wajyplygy tebigy mineral baýlyklaryň gurlarynyň gutaryp barýanlygy we olaryň baý bolmadyk, gazyp almasy kyn bolan ýataklarynyň gözleginiň zerurlygy bilen baglydyr. Munda biologik tehnologiýalar, gazylyp alynýan baýlyklary açyk usul bilen almaklykdan, onuň netijesinde peýdaly ulanylýan meýdanlaryň ep-esli bölegi zaýalanýar, ýeriň üstüniň görkünü aýyрмаýar, howany zäherlemeýär we suw howdanlaryny hapalamaýar. Biotehnologik usullar, mikrobiologik siňdirilme (adsorbsiýa) we bakterial aşgarlap almaklyk magdan baýlaşdyryjy fabrikalaryň “guýrukлары”, metallurgiýa önümçiliginiň şlamларыny we zyňyndylaryny peýdaly ulanmagyň hem-de deňiz suwlaryndan we akar suwlardan alnan deňagramlylygyny saklap başlan magdanlar diýilýänleri gaýtadan işläp, reňkli metallaryň goşmaça mukdaryny almaga mümkinçilik berýär. Biologik usullaryň ulanylmagy mineral çig mallaryň alnyşynyň depginliligini güýçlendirýär, arzanladýar, munda agyr zähmeti talap edýän dag tehnologiýalary ulanmak zerurlygyny aradan aýyrýar; prosesleri awtomatlaşdyrmaga mümkinçilik döredýär. Biziň eýýamymyzdan münlerçe ýyl mundan owal rimliler, finikiýalylar, we dürli siwilizasiýanyň wekilleri magdan suwlaryndan mis alypdyrlar. Orta asyrlarda Ispaniýada we Angliýada mis saklaýjy minerallardan mis almak üçin “aşgarlap almak” prosesini ulanypdyrlar. Elbetde, gadymy dag-magdan senagatynyň işgärleri bu prosesini işjeň elementiniň mikroorganizmlerdigini bilmeýärdiler. Häzirki wagt misi bakteriýalaryň kömegi bilen aşgarlap almak prosesi hemme ýerde giňden ulanylýar; urany bakteriýalaryň kömegi bilen aşgarlap almagy az möçberlerde bolsa hem ulanýarlar. Köp sanly barlaglaryň netijesinde bakteriýalaryň kömegi bilen aşgarlap

almagy gazylyp alynýan baýlyklary çykarýan senagata girizmegiň geljegi uly çäre hasaplaýarlar. Gazylyp alynýan baýlyklary çykarýan senagatda beýleki biotehnologik proses – metallary suwly erginlerden almak prosesi az möçberlerde ulanylýar. Bu ugruň geljegi uly bolar diýip hasaplaýarlar, çünki ol suwlary arassalamagyň has arzan proseslerini we munda çig malyň tygşyly alynymagyny göz önünde tutýar.

Metallary magdanlardan almagyň tehnologik prosesleriniň adamzada hyzmat edip başlanyna köp wagt geçenligine garamazdan, bu prosesde mikroorganizmleriň işjeňligi diňe 1950-nji ýyllarda subut edildi. 1947-nji ýylda ABŞ-da Kolmer we Hinkli şahtalaryň drenaj suwlaryndan iki walentli demri okisleýän we kükürdi gaýtarýan mikroorganizmleri bölüp aldylar. Mikroorganizmleriň *Thiobacillus ferroxydans* bakteriýasydygy identifikirlendi. Köp wagt geçmänkä, bu okisleýji bakteriýalaryň demri okisleme prosesinde magdan mineralyndaky misi ergine geçirýändigleri subut edildi. Soňra sulfid minerallaryny okisleme prosesinde gatnaşýan köp sanly beýleki mikroorganizmler bölünip alyndy we ýazylyp beýan edildi. Birnäçe ýyl geçenden soň, 1958-nji ýylda ABŞ-da metallary konsentratlardan demri okisleýji bakteriýalaryň kömegi bilen almaga bagyşlanan ilkinji patent bellige alyndy.

Thiobacillus ferrooxidans bakteriýalar tebigatda örän giňden ýaýrandyr, olar demriň ýa-da minerallaryň okislenme prosesi geçýän ýerinde gabat gelýärler. Häzirki wagt olar iň doly öwrenilen mikroorganizmler hasplanylýar. *Thiobacillus ferrooxidans*dan başga-da, *Leptospirillum ferrooxidans* bakteriýalary hem giňden belgidir. Olaryň birinjileri sulfid we sulfit ionlaryny, iki walentli demri, misiň, uranyň sulfid minerallaryny okisleýärler. Ikinjileri – spiriller sulfid görnüşdäki kükürdi we sulfid minerallaryny okislemeýärler, emma ýeňillik bilen iki walentli demri okisläp, üç walentli demre öwürýärler, käbir şamlary bolsa piriti FeS_2 okisleýärler. Ýaňy-ýakynda *Sulfobacillus thermosulfidooxidans*, *Thiobacillus thiooxidans*, *T. acidophilus* bakteriýalary bölünip alyndy we ýazylyp beýan edildi. S^0 , Fe^{2+} we sulfid minerallaryny okislemäge *Sulfolobus* ı *Acidianus* maşgalalarynyň käbir wekilleri-ne degişli bakteriýalar hem ukyplydyrlar. Bu mikroorganizmleriň arasynda mezofiller we aram termotolerant (latynça *tolerantia* – kanagat) görnüşleri barypýatan asidofiller we asidotermofillerdir.

Bu mikroorganizmler üçin organiki däl substratyň okislenme prosesleri energiýa çeşmesidir. Bu litotrof organizmler uglerody kömür kislotasy görnüşinde peýdalanýarlar, onuň berkidilmegi Kalwiniň dikeldiş pentozofosfat aýlawy arkaly amala aşyrylýar.

Birnäçe wagtdan soň nitrifikirleýji bakteriýalaryň margansy karbonat magdanlaryndan aşgarlap alyp bilýändigini we alýumosilikatlary dargadyp bilýändigini anyklandy. NH_4^+ we NO_2^- ionlaryny okisleýji bakteriýalaryň arasynda *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrosospira*, *Nitrobacter*, *Nitrococcus* we başg. maşgalalaryň wekilleri hem bardyr.

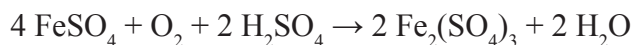
Metallary erginlerden biosorbsiýa arkaly almak üçin belli bir derejede denitri-fisirleýji bakteriýalar, olardan has işjeňleri – Pseudomonas, Alcaligenes, Bacillus maşgalalarynyň wekilleri alymlaryň ünsüni çekýärler. Bu mikroorganizmler fakul-tatiw anaeroblar bolmak bilen, elektronlaryň akseptorlary hökmünde azodyň kisko-rod birleşmelerini (NO_3^- , NO_2^- , N_2O) ýa-da kislorody ulanýarlar, elektronlaryň do-norlary bolup dürli organiki maddalar, wodorod, kükürdiň gaýtarylan birleşmeleri hyzmat edýärler.

Elektronlaryň donorlary hökmünde molekula halatyndaky wodorody we or-ganiki maddalary ulanýan sulfat gaýtaryjy bakteriýalar anaerob şertlerde sulfatlary SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, kähalatlarda S^0 çenli gaýtarylar.

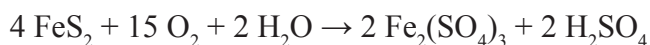
Belli bolşy ýaly, käbir geterotrof mikroorganizmler madda çalşygynyň orga-niki önümlerini – organiki kislotalary, polisaharidleri bölüp çykarmak bilen dag jynslaryny dargatmaga ukyplydyrlar; organizmler üçin energiýanyň we uglerodyň çeşmesi bolup dürli organiki maddalar hyzmat edýärler. Mysal üçin, silikat jynsla-ryny Bacillus bakteriýalarynyň wekilleri siloksan baglanyşyklaryny Si-O-Si üzüp dargadýarlar, silikatlaryň işjeň dargadyjylarynyň hataryna kömelekleriň Aspergil-lus, Penicillium we başgalar ýaly maşgalalary hem girýärler.

Hemme agzalan metallary aşgarlap alýan bakteriýalar okislenmäniň barşyn-da metallary dürli ýollar bilen, ýagny metallary bakteriýalar arkaly okislemäniň “*göni*” we “*göni bolmadyk*” usullaryny tapawutlandyrylar.

Bakteriýalaryň demri we kükürdi okisleme prosesi gönüden-göni okisle-me prosesidir:

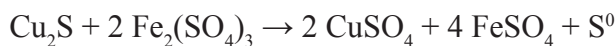


Pirit bakteriýanyň gönüden-göni okislemesi netijesinde okislenýär:

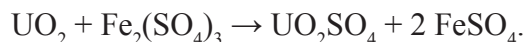


sfalerit hem hut şonuň ýaly okislenýär:

Bakriýalaryň iki walentli demri okislemeginiň netijesinde emele gelýän üç walentli demriň iony köp minerallary, mysal üçin, halkositi, ergine geçirýän güýçli okisleýji komponentdir:

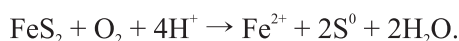


we uranit:

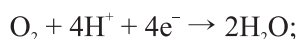


Bakteriýalaryň ýaşaýşynyň netijesinde emele gelyän Fe^{3+} -iň gatnaşmagynda aşgarlap alma prosesine göni bolmadyk okislenme diýilýär. Köplenç, minerallaryň göni bolmadyk okislenmesiniň barşynda element gürnüşiňdäki kükürt S^0 emele gelyär, ol baktariýalaryň täsirinde gönüden-göni okislenip, kükürt kislotasy-na çenli okislenip bilýär.

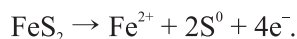
Sulfid minerallarynyň bakteriýalaryň gatnaşmagynda okislenmesi minerallaryň ýa-da dag jynsynyň üstünde mikroorganizmleriň siňdirilmegini, kristalik gözenekleriň dargamagy, mineral elementleriň öýjüklerä daşalmagy we olaryň öýjügiň içinde okislenmegini öz içine alýan çylşyrymly prosedir. Bu proses elektrohimiýa korroziýanyň kanunlary boýunça amala aşyrylýar, şonuň üçin jynsnyň düzümine, gurluşyna we häsiýetlerine baglydyr. Minerallaryň üst ýüzüne berkemek bilen bakteriýalar olaryň gidrofililigini artdyrýarlar, munda jynsnyň elektrod potensialy (EP) peselýär, emma gurşawyň okisleýji-gaýtaryjy potensialy (Eh) ýokarlanýar. Gurşawyň Eh bilen jynsnyň EP ara tapawudy näçe köp bolsa, katodda we anodda elektrohimiýa reaksiýalar şonça-da tiz geçýärler:



katod reaksiýasy



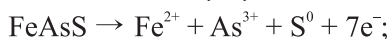
anod reaksiýasy



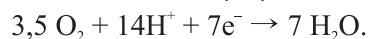
Bakteriýalaryň ýoklugynda gurşawyň Eh we piritiň EP bahalary biri-birine ýakyndyr, şonuň üçin okislenme geçmeýär. Bakteriýalar ilkinji nobatda EP bahasy pes bolan minerallary okisleýärler, ýagny energetiki derejäniň iň pesinde ýerleşen anod minerallaryny okisleýärler.

Arsenopirit bakteriýalaryň gatnaşmagynda okislenme (sulfid mineralynyň göni bolmadyk okislenmesine mysal) şeýle bolup geçýär (6.4-nji surat). Diffuziýaly gatlakda mineralyň üst ýüzünde şunuň ýaly reaksiýalar bolup geçýär:

anod reaksiýasy



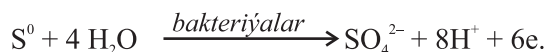
katod reaksiýasy



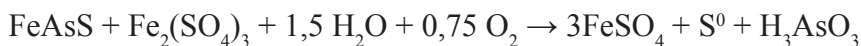
Bakteriýalar Fe^{2+} -ni we S^0 -ni ahyrky önümlere çenli okisleýärler:



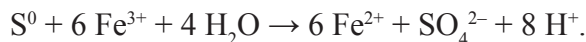
$$G = -74,4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



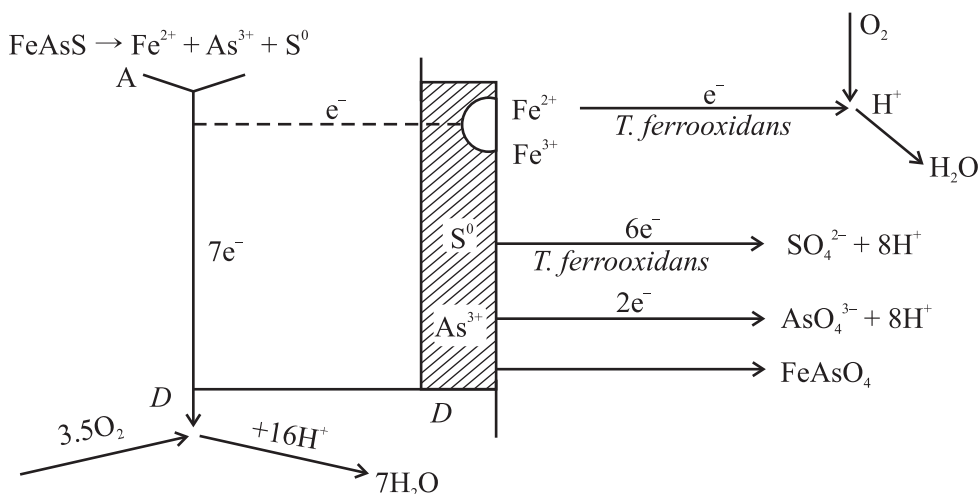
Iki walentli demriň ionlarynyň we element halyndaky kükürdiň ahyrky önümlere çenli okislenmegi gönüden-göni diffuzion gatlakda bolup geçýär, ol üç walentli demriň ionynyň minerallar bilen özara täsirleşmesine ýardam edýär:



we kükürt bilen:



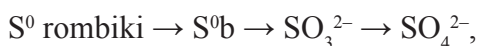
Elektrohimiki reaksiýalaryň (Fe^{2+} , S^{2-} , S^0) önümleriniň bakteriýalaryň gatnaşmagynda okislenmegiň mehanizmi häzirlilikçe doly anyklanmadyk hasaplanýlar. Has gowy öwrenilen diýlip demriň okislenmeginiň mehanizmi hasap edilýär. Çaklanylyşyna görä, Fe^{2+} bakteriýalaryň gatnaşmagynda okislenende, ol plazma ýanyndaky giňişlige girýär. Elektronlar mis saklaýjy protein rustisianin bilen akseptirlenýärler we olar membrana arkaly sitohrom zynjyry boýunça geçirilýärler. Iki elektronyň geçirilmegi membranada 120 mW, iki protonyň geçirilmegi – 210 mW barabar potensialyň emele gelmegini üpjün edýärler. 330 mW barabar bolan jemleýji potensial ATF molekulasyň emele gelmegi üçin ýeterlikdir. Demriň okislenme reaksiýasynyň sywy emele getirýän ikinji bölegi sitoplazmatik membrananaň iç ýüzünde we sitoplazmada amala aşyrylýar.



6.4-nji surat. Arsenopiritiň bakteriýa-himiki okislenmeginiň modeli. Thiobacillus ferrooxidans (G.I. Karawaýkonyň maglumaty boýunça, 1984):

A – anod; K – katod; D – diffuzion gatlak

Sulfid kükürdiniň okislenme mehanizmi boýunça takyk düşünje häzirlilikçe ýokdur. Ähtimal, mis saklaýan protein plazmanyň töweregine düşýän sulfidiň ilkilenji akseptorydyr, soňra proses elektrony geçirýän zynjyryň gatnaşmagynda dowam edýär. Element görnüşindäki kükürt demri okisleýji bakterialar bilen kükürt kislota-syna çenli aşakdaky reaksiýa boýunça okislenýändigini barada maglumatlar bar:



bu ýerde S^0b – seleniň b modifikasiýasyny ýatladýan kükürdiň seýrek görnüşi.

Kükürt kolloid halatynda öýjügiň plazma töweregi giňişligine düşýär we ähtimal, sitoplazmatik membrananyň üst ýüzünde we öýjük içre membrana ulgamynda okislenýär. Munda ATF-ni öndürmegiň (generirowaniýe) mehanizmi, ähtimal, iki walentli demir okislenendäki prosese meňzeşdir.

Sulfid minerallary bakteriýalaryň gatnaşmagynda indiki şertlerde işjeň okislenýärler: mikroorganizmler belli bir takyk jynsyň şertlerine uýgunlaşan bolmalydyrlar, olaryň gurşawdaky konsentrasiýasy belli bir derejede ýokary bolmalydyr (1-5 g/litr). Eger-de magdan önünden ykjam, bölejikleriň ululygy 40 mkm çenli üznüksiz garyşdyrmak we howalandyrmak bilen hem-de ulanylýan mikroorganizmler üçin optimal derejede pH we temperatura saklanylyp owradylan bolsa (adaty, pulpalar – owradylyp, öllenen dag jynslary, 20%-e çenli gaty maddalary saklaýarlar), aşgarlap almak prosesi işjeň geçýär.

Bakteriýalaryň kömegi bilen aşgarlap almak, başgaça, ony biogidrometallurgiýa ýa-da ony bioekstraktiw metallurgiýa diýip hem atlandyryrlar, senagat möçberde misi we urany eredilen görnüşe geçirmek üçin giňden ulanýarlar. Metallary bakteriýalaryň kömegi bilen aşgarlap almagyň birnäçe usuly bar. Olaryň hemmesi iki walentli demri we element görnüşindäki kükürdi okislemäge ukyply bolan demri okisleýji bakteriýalaryň ösüşini stimullirlemäge esaslanandyr. Bu usullar örän tygşyly we ekologiýa tarapdan arassadyr, ýönekeýligi bilen tapawutlanýarlar we Fe^{3+} -iň ergini görnüşinde metallary erediji agentiniň emele gelmegi sebäpli, öz-özünü goldamaga ukyplydyrlar. Bakteriýalaryň kömegi bilen aşgarlap alnan önümleriň hemmesi ýeňil neýtrallaşdyryp bolýan erginde (erän görnüşde) bolýar, haýsydyr bir goşmaça gaz halatyndaky önümler ýokdur, proses onuň geçirilýän göwrümüne bagly däl. Biologik usullary durmuşa geçirmegiň kynçylyklaryna işjeň mikrob ösdürmäni pugta gözegçilik edip bolýan we berlen şertlerde goldamak zerurlygy, reaksiýalaryň tizliginiň adaty himiki reaksiýalaryň tizligi bilen deňeşdirilende haýallygy, aşgarlap almak prosesleriniň mikroorganizmleriň ösüş tizligine bagly bolmagy girýärler.

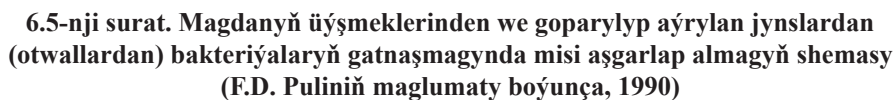
Üşmekleriň we agdarylyp aýrylan jynslaryň (otwallaryň) üst ýüzünden aşgarlap almaklyk, esasan, metallary magdan gazyp alyjy senagatyň galyndylaryndan ýa-da adaty usullar bilen gaýtadan işlemek ykdysady tarapdan amatly bolmadyk ikinji derejeli magdanlardan almakdan ybaratdyr. Üşmekleriň we agdarylyp aýrylan jynslaryň (otwallaryň) üst ýüzünden aşgarlap almagyň häzirki wagt ulanylýan usullary XVIII asyrdan Ispaniýanyň Rio-Tinto kâninde owanyp giden jynslardan misi almak üçin ulanylan usullardan kän bir tapawut etmeýärler. Bu usuly, adaty, misiň az mukdaryny (agramy boýunça 0,4%-den az) saklaýan jynslardan almak üçin ulanýarlar. Şeýle agdarylyp aýrylan jynslar (otwallar) köp mukdarda magdan-

lar iri möçberlerde açyk gazylyp alnanda toplanýarlar, olar beýikligi ýüzlerçe metre ýetýän, ägirt uly meýdanlary tutýarlar. Agdarylyp aýrylan jynslaryň (otwallaryň) iň ulusy Binghem-Kanýon ABŞ-da ýerleşýär we ondaky jynslaryň massasy $3,6 \cdot 10^8$ t ýakyndyr.

Üýşmeklerden aşgarlap almak agdarylyp aýrylan jynslardan (otwallardan) aşgarlap almakdan birneme tapawutlanýar. Üýşmekler agdarylyp aýrylan jynslardan (otwallardan) metallary köp saklaýarlar, olardan metallary almak uzaga çekmeýär - bary-ýogy birnäçe aýyň dowamynda alyarlar. Emma agdarylyp aýrylan jynslardan (otwallardan) metallary aşgarlap almak prosesi birnäçe ýylyň dowamynda amala aşyrylýar. Üýşmeklerde we agdarylyp aýrylan jynslarda (otwallarda) ownan magdan ýapgyt suw geçirmeýän esaslara düşelendir. Üýşmekleriň we agdarylyp aýrylan jynslaryň (otwallaryň) üst ýüzleri aşgarlap aýryjy suwuklyk – kislotanyň we üç walentli demriň gowşadylan ergini bilen suwarylýar. Jynsyň gatlagynyň üstünden süzülen metally erginiň ýygymyny aşakda toplaýarlar. Goparylyp aýrylan jynslardan (otwallardan) aşgarlap alnanda gurşawda, adaty, tebigy mikroorganizmler ösýändigini üçin ekmäni geçirmeýärler. Kislotaly gurşaw we kislorodyň bardygy Thiobacillus ferrooxidans bakteriýalarynyň katalitik işjeňligini güýçlendirmäge ýardam edýär. Aşgarlap alyjy suwuklyk sorujylaryň (nasoslaryň) kömegi bilen üýşmegiň üstüne magdan çykarýar, onuň üstüne pürkülýär we soňra, öz-özi aşak akyp, süzülýär. Goparylyp aýrylan jynslardan (otwallardan) we üýşmeklerden akyp dökülýän erginleri, ýagny metallary ýygnamak we bölüp almak üçin niýetlenen ýörite howuzlara we howdanlara gönükdirýärler. Metallary bölüp almagy ýönekeý çökdürme usulyny ýa-da elektroliz usulyny hem-de has çylşyrymly usullary ulanyp geçirýärler. İşlenen, esasan, ergin görnüşindäki demri saklaýan aşgarlap alyjy erginler okisleyji howuzlarda täzeden dikeldilýärler we ýene-de goparylyp aýrylan jynslara (otwallara) berilýär. Misi üýşmeklerden we goparylyp aýrylan jynslardan (otwallardan) bakteriýalaryň gatnaşmagynda aşgarlap almagyň nusgawy shemasy 6.5-nji suratda getirilýär.

Metallary üýşmekleri we goparylyp aýrylan jynslary (otwallary) aşgarlap bölüp almagyň tizligi köp sanly görkezijilere – ösdürmäniň işjeňligine, magdanyň hiline we onuň ownadylyş derejesine, aşgarlap alyjy erginiň süzülme tizligine, howalandyrylmagyna baglydyr. Mysal üçin, gysylan howa aşgarlanyp alynýan mis magdanyň galyňlygyna goýberilende, misiň bölünip çykmak tizligi 25% ýokarlanýar.

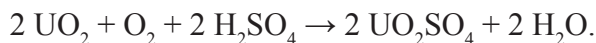
ABŞ-nyň Nýu-Meksiko ştatynda ulanylýan goparylyp aýrylan jynslary (otwallary) aşgarlap almak usuly her gije-gündizde misiň 45-50 tonnasyny almaga mümkinçilik berýär, şeýle usul bilen alnan misiň özüne düşýän bahasy gidro- we pirometallurgiýanyň ýönekeý usullaryny ulanyp alynýan misiňkiden 1,5-2,0 esse aşakdyr. Umuman, ABŞ-da alynýan ähli misiň 15%-ini üýşmekleri we goparylyp aýrylan jynslary (otwallary) aşgarlap almak usuly bilen öndürýärler.



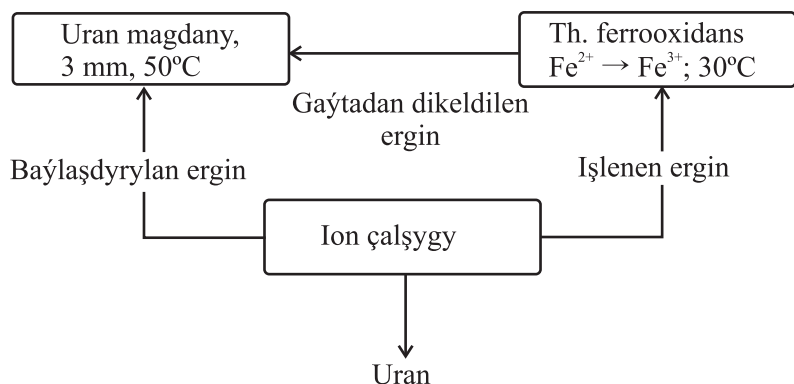
Kanadanyň gündogar sebitlerinde ýerastynda bakteriýalaryň gatnaşmagynda galyndy urany öň işlenen meýdançalarda aşgarlap almakda ulanýarlar, onuň üçin zaboýlaryň (dag kânini çäklendirýän, dag işleri geçirilende ýerini üýtgedýän üst) diwarjagazlaryny we üçeklerini kislotaly suw bilen ýuwýarlar. Ösüp gelyän tebigy demir bakteriýalar *Thiobacillus ferrooxidans* iki walentli demri üç walentli demre çenli, dört walentli urany alty walentli urana çenli okisläp, ergine geçirýär:



Uranyň bakteriýalar bilen gönüden-göni okislenmegi hem mümkin:



3-4 aýdan soň zaboýlary (dag kânini çäklendirýän, dag işleri geçirilende ýerini üýtgedýän üst) ýene-de ýuwürlar. Özünde uran saklaýan ýuwlýan suwlary toplaýarlar, urany eredijiler ýa-da ion çalşygynyň kömegi bilen bölüp alýarlar. Urany 90%-e çenli almaga mümkinçilik berýän usulyň shemasy 6.6-njy suratda getirilýär.



6.6-njy surat. Uran magdanyň aşgarlamagyň shemasy
(J. Johnsonyň maglumaty boýunça, 1985)

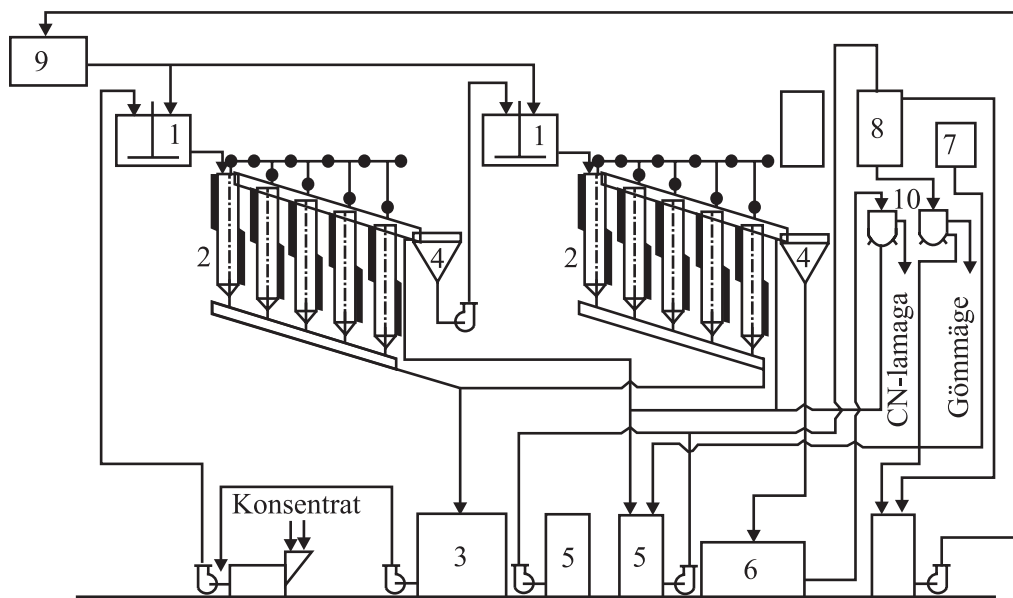
Urany almagyň ilkilenji tehnologiýasy hökmünde bakteriýalaryň kömegi bilen aşgarlap almak usuly – *in situ* tehnologiýasy ulanylyp bilner. Munda magdan massasy syzdyryjylygyny we üstüniň meýdanyny köpeltmek üçin partladýarlar. Skwažinalaryň üsti bilen magdan kükürt kislotasynyň gowşak ergini bilen inžektirlenýär (inžektor – gazy ýa-da suwuklyklary ätiýaçlyk çeleklerine toplamak üçin, meselem, iýmitlendiriji suwy bug gazanyna ýygnamak üçin ulanylýan akymly nasos) we howa bilen doýrulýar, olaryň üstünden bölünip alnan uranly magdan kärhanalarynyň suwlarynyň ugruny üýtgetmek bolar. Bu usulyň artykmaçlygy onuň howa şertlerine bagly bolmazlygydyr we magdan kâniniň üst ýüzüniň zaýalanmaýanlygydyr, munda goparylyp aýrylan jynslaryň (otwallaryň) üýşmekleri galmaýar. Emma, aşgarlap almak prosesi – *in situ* ýüzleý aşgarlap alma bilen deňeşdirilende, zähmeti has köp talap edýän prosesdir. Prosesiň geçişine we mikroorganizmleriň ýagdaýyna gözegçilik etmek üçin ýörite inžener shemalaryny döretmeli bolýar, çünki ýataklaryň gatlaklarynyň ýokary basyşy, kislorodyň ýokary basyşy we başg. sebäpli çuňlukda ýerleşişlerine baglylykda, demri okisleýji bakteriýalaryň fiziologik ýagdaýynyň üýtgemegi we onuň netijesinde tehnologik aýlawyň bozulmagy mümkindir.

Has çylşyrymly proses bakteriýalaryň gatnaşmagynda çeleklerde geçirilýän aşgarlap alma – **çelek aşgarlamasy** diýilýän usuldyr. Aşgarlamanyň bu usuly dagmagdan senagatynda urany, altyny, kümşi, misi we beýleki metallary okis magdanlaryndan ýa-da çydamly sulfid konsentratlaryndan almakda ulanylýarlar.

Metallaryň aglabasynyň adaty önümçiligi başdaky basgançagy magdandan metal saklaýan minerallaryň konsentrirlenmegini göz önünde tutýar. Konsentratlarda metallaryň mukdary olaryň ilki başdaky magdanlardaky we junslardaky konsentrasiýasyndan onlarça esse köp bolmagy mümkindir. Sulfid konsentratlaryny bakteriýalaryň kömegi bilen aşgarlap almak usulynyň ägirt uly artykmaçlyklary bardyr, çünki ony gönüden-göni konsentratyň alnan ýerinde, ýagny kaniň özünde uly bolmadyk çykdajy etmän, amala aşyrmak mümkindir. Emma, bakterial aşgarlamanyň çäklendiriji pursady bu prosesleriň geçiş tizliginiň haýallygydyr hem-de käbir metallaryň ereýjiliginin gowy däl digindir.

Soňky ýyllaryň ylmy-barlaglarynyň görkezişi ýaly, misi halkopirit konsentratyndan almak ykdysady taýdan amatlydyr, çünki aşgarlamanyň tizligi 700 mg/litr-sagada çenli baryp bilýär, munda emele gelýän aşgarlaýjy erginde misiň mukdary 30-50 g/litre baryp bilýär. Garylanylýan sulfid konsentratlardan sinki, misi we kadmini ekstraktsiýa derejesi 94% bilen almagyň bakterial tehnologiýasy işlenip düzüldi.

Çydamly sulfid konsentratlarynyň çelek aşgarlamasyny akymly düzgünde görümi uly bolan (30x50x6 m) enjamlaryň tapgyrynda garyşdyrmak we howalandyrmak bilen, pH-yň, temperaturanyň we mikroorganizmleriň konsentrasiýanyň durnuklandyrylmagynda pulpada (owradylýp, öllenen dag jynsy) geçirýärler (6.7-nji surat). Enjamlara berilmezinden ön konsentratlary owradýarlar we kükürt kislotasynyň gowşak ergini bilen garyşdyrýarlar.

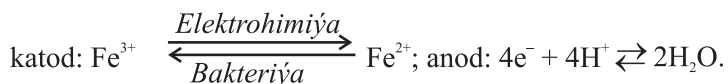


6.7-nji surat. Metallary çelek aşgarlamasyny ulanyp almagyň shemasy (G.I. Karawaýkonyň maglumaty boýunça, 1984):

1 – kontaktly çelek, 2 – paçuk, 3 – gaýtadan peýdalanylýan erginleri toplamak üçin çelek, 4 – suwsuzlandyrylan konus, 5 – aşgarlandyrylandan soňky galyndyny ýygnamak üçin çelek, 6 – ahyrky önümi durlaýjy, 7 – hek süýdünü beriji, 8 – durlaýjy çelek, 9 – gaýtadan peýdalanylýan erginleri toplamak üçin çelek, 10 – nutç-süzgüç

Prosesiň gidişine köp görkezijiler: pH, temperatura, pulpanyň (owradylýp, öllenen dag jynsy) akymynyň tizligi hem-de pulpanyň dykzlygy we konsentratyň bölejikleriň ululyklary täsir edýärler. Çelek aşgarlamasynyň wajyp pursady agzalan görkezijileriň aglabasyna gözegçilik we olary durnuklaşdyryp bilýän ulgamlaryň bolmagydyr. Şonuň üçin proses örän netijeli geçýär. Sulfid konsentratlarynyň çelek aşgarlamasy ýapykdyr. Dolanyşykda bolan suwlary täzeden dikeldilenden (regenerasiýa edilenden) soň, bakteriýalar we aşgarlaýjy ergin üçin iýmitlendiriji gurşaw hökmünde ulanylýarlar.

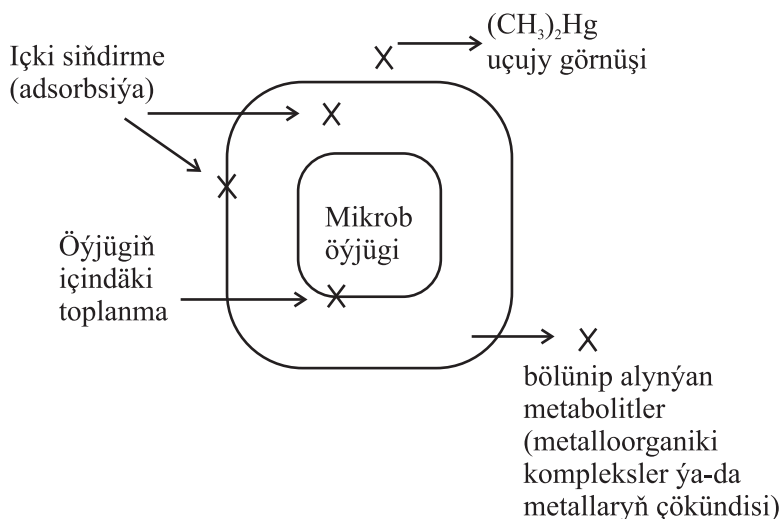
Çelek aşgarlamasynda prosesi inokulýat bilen üpjün etmek belli bir derejede kyn bolup durýar. Çelek aşgarlamasynda dykz pulpalar (owradylýp, öllenen dag jynslary) bilen, ýagny öýjükleriň ösdürmedäki konsentrasiýasy 1,0-1,5 g/litr çenli bolan ASB bilen işleýärler. İşjeň mikrob ösdürmesini almagyň birnäçe usullary bar. Olardan has netijelisi demri okisleýji bakteriýalary akymly elektrohimiiki kultiwatorda ösdürüp ýetşirmekden ybaratdyr, munda substratyň elektrik dikeldilmesi bolup geçýär. Ösüş prosesinde mikroorganizmler iki walentli demri üç walentli demre çenli okisleýärler, elektrohimiiki öwrülişikleriň barşynda bolsa üç walentli demir iki walentli demre çenli gaýtarylýar we ýene-de mikroorganizmler üçin substrat bolup hyzmat edýär:



Senagat möçberlerinde çelek aşgarlamasy mis-sink konsentratlarynyň komplekslerini gaýtadan işlemekde ulanylýar. Bu konsentratlar toplumlarynda birnäçe minerallar – halkopirit (CuFeS_2), pirit (FeS_2), sfalerit (ZnS) gatnaşýarlar. Sfaleritiň elektrod potensialy birazrak pesdir, şonuň üçin konsentratyň düzümine girýänleriň arasyndan sink saýlanyp-seçilip aşgarlanýar. Beýleki metallar gowşagrak aşgarlanýarlar. Mysal üçin, 72-96 sagatlap aşgarlanmanyň netijesinde sinkiň 90%-i bölünip çykýan bolsa, misiň we demriň, degişlilikde, 25 we 5%-i bölünip aýrylýar. Galaýy saklaýan konsentratlar piriti, halkopiriti, arsenopiriti we galaýy saklaýan minerallary galaýynyň oksidleri görnüşinde birikdirýärler. Minerallaryň bu kompleksinden bakteriýalar ilkinji nobatda, pes potensialy arsenopiriti (FeAsS) okisleýärler. Myşýakly garyndy bu zyýanly garyndy bolup, şeýle minerallardan galaýyny we altyny bölüp almagy kynlaşdyrýar. Myşýagy selektiw aşgarlamak galaýyly we misli konsentratlary almaga mümkinçilik berýär. Bu çemeleşme tapylmasy kyn bolan pirit we arsenopirit saklaýan altynly konsentratlary hem gaýtadan işläp bolar ýaly derejä ýetirýärler. Altyn şeýle konsentratlarda kristallik gözenekleriň arasynda aralaşýar we ony sianlamak usuly bilen diňe kristallik gözenek açylandan ýa-da dargadylandan soň alyp bolýar. Şeýle myşýak saklaýjy konsentratlar ýakylanda, daşky gurşawy zyýanly arsinler (AsH_3) bilen hapalaýar we asylyl metallaryň bölünip alnyş koeffisiýentini peseldýär, şonuň üçin ulanmaga şeýle bir amatly dälidir. Bakteriýalaryň gatnaşmagynda aşgarlap alma usulyny ulanmak, ekologik taýdan howpsuz prosesde myşýagy selektiw bölüp almaga we ony ergine geçirmäge mümkinçilik berýär. Myşýak bölünip aýrylandan soň, şeýle konsentratlardan sianlama usuly bilen altynyň we kümüşüň 90%-ine çenli mukdaryny bölüp almak başardýar.

6.7.2. Metallaryň erginlerden biosorbsiýasy

Daşky gurşawy gorap saklamak baradaky kanunlaryň berkidilmegi we suwuň hiline bolan ýokary talaplar suwlary metallardan arassalamak usullarynyň kämilleşdirilmegini we has täze usullarynyň işlenip düzülmegini talap edýär. Soňky ýyllarda metallary senagat we durmuş-ýaşaýyş agyz suwlaryndan bölüp almakda biologik usullar barha giňden ulanylýar. Bu usullar has gymmatly fizika-himiki usullardan ýönekeýligi we netijeliligi bilen tapawutlanýarlar. Adatça, bu maksatlar üçin metallar bilen hapalanan suwlary durlaýjylar ýa-da mikroorganizmleriň we suwotularyň ösýän haýal akýan howuzlara ýygnaýarlar. Bu organizmler erän metallary öýjükleriniň içinde toplaýarlar ýa-da madda çalşygynyň önümlerini bölüp çykaryp, olary eremeýän görnüşe geçirýärler we çökmä düşürýärler. Mikroorganizmleriň köpüsi metallary köp mukdarda toplamaga ukyplydyrlar. Ewolýusiýanyň dowamynda aýry-aýry metallary siňdirýän we olary öýjüklerde toplaýan ulgamlar emele gelipdirler. Mikroorganizmler metallary sitoplazma birikdirmekden başga-da, olary öýjük diwarjagazlarynyň ýüzüne siňdirmäge, metabolitleri bilen eremeýän görnüşlere geçirmäge hem-de uçýan görnüşe geçirmäge ukyplydyrlar (6.8-nji surat). Bu ugurda alnyp barylýan seçgi işleri we täze gen-iženerlik usullaryny ulanmak metallary işjeň toplaýjy görnüşlerini we olaryň esasynda bioarassalaýjy ulgamlary almaga mümkinçilik berýär. Mikroorganizmleri metallary erginlerden bölüp almak üçin ulanmak baradaky pikir ägirt uly ekologik ähmiýetinden başga-da, ykdysady wajyp metallary almagyň usuly hökmünde hem uly ähmiýeti bardyr. Metallary mikroorganizmleriň gatnaşmagynda erginlerden bölüp almagyň esasy prosesleri **biosorbsiýan, metallary sulfid görnüşinde çökdürmekden we alty walentli hromy gaýtarmakdan ybaratdyr.**



6.8-nji surat. Metallar (X) bilen mikrob öýjügiň arasyndaky mümkin bolan özara täsirleriň görnüşleri
(K. Braýerli we başgalaryň maglumatlary boýunça, 1988)

Biosorbsiýanyň kömegi bilen, hatda, suwuklandyrylan erginlerden hem gurşunyň, simabyň, misiň, nikeliň, hromuň, uranyň 100%-ni, altynyň, kümşüň, platina-nyň hem-de seleniň bolsa 90%-ni bölüp almak bolýar.

Barlaglaryň netijesinde metallaryň öýjüklerdäki mukdarynyň ep-esli, ýagny uranyň we toriniň – denitrifisirleýji bakteriýalaryň ASB-siniň 14-18%-ine çenli-siniň, kümşüň ASB-siniň 30%-ine çenlisiniň bolup bilýändigini anyklanyldy. Ýaňy-ýakynda suwotularyň, maýalaryň, bakteriýalaryň (*Pseudomonas*) deňiz suwundan urany güýçli siňdirip bilýändigini anyklanyldy.

Biosorbsiýany geçirmek usullary dürli-dürlüdür, metallaryň erginini janly öýjükleriň işjeňlendirilen kömre siňdirilen mikrob biosüzgüjinden geçirmek mümkindir. Senagatda ýöriteleşdirilen biosorbentler, mysal üçin, Çehiýada däne görnüşindäki mikrob öýjüklerinden we ölçegleri 0,3-0,8 mm bolan göterijiden “biosorbent M” öndürýärler. Sorbenti ion-çalşygy smolalarda işleýän gurluşlarda ulanýarlar. Onuň sygymy öýjükleriň 1 g ASB-sine 5 mg urana barabardyr (iň ýokary sygymy 120 mg).

Sorbentleri mikrob polisaharidleriniň esasynda gurmak hem mümkindir. Şeýle sorbentleri dürli şertlerde, şol sanda tebigy şertlerde hem giňden ulanyp bolýar, olary ulanmak ýönekeýdir. Metallary mikroorganizmler konsentrlänlerinden soň, indiki basgançakda olary mikrob biomassasyndan bölüp aýyrmaly bolýar. Onuň üçin dürli usullar, hem destruktiv bolmadyk, hem-de dargadyp, ekstraksiýa etmäge esaslanan (mysal üçin, biomassany pirometallurgik işlemek ýa-da kislotalary we aşgarlary ulanmak) usullary ulanýarlar.

Metallary erginlerden sulfidleri çökdürmegiň esasynda almak gadymdan bäri bellidir. Sulfat dikeldiji mikroorganizmler erän metallary doly derejede baglaşdyryp, çökdürýän kükürtli wodorody bölüp çykarýarlar. Bu usulyň esasynda 8,5 g/litr misi sianid görnüşinde saklaýan erginlerden metal görnüşindäki misi bölüp almak mümkin, bölüp almanyň dolulygy 98,5%-e ýetýär.

Erginlerde alty walentli hromy gaýtarmak usuly amaly taýdan uly ähmiýete eýedir. Anaerob şertlerde akar suwlarda alty walentli hromy üç walentli hroma çenli gaýtaryan, soňra $\text{Cr}(\text{OH})_3$ görnüşde çökerýän bakteriýalar bellidir.

6.7.3. Magdanlary baýlaşdyрма

Metallaryň biogeotehnologiyasynyň geljegi uly bolan ugurlaryna magdanlary we konsentratlary baýlaşdyрма ugry degişlidir. Bu maksatlar üçin sulfat gaýtaryjy bakteriýalary ulanmak örän netijeli hasaplanýar, olaryň kömegi bilen düýbünden täze prosesleri işläp düzmek we hereket edýänleri kämilleşdirmek mümkindir.

Gurşunyň we sürmäniň okislenen minerallarynyň flotasiýa prosesleri geçirilende, sulfat gaýtaryjy bakteriýalaryň ulanylmagy minerallaryň bölünip alynmagyny okisleri sulfidleşdirmegiň netijesinde 6-8%-e köpeldýär; serussitiň (PbCO_3) flotasiýasy netijesinde gurşunyň bölünip alnyşy 20-25% artýar. Sulfat gaýtaryjy bakteriýalaryň flotasiýadan soň käbir minerallaryň ýüzünden ksantogenatlaryň desorbsiýasy üçin ulanylmagy käbir minerallary (CuFeS_2 we MoS_2 , PbS we ZnS) biri-birinden selektiw aýryp bolýar.

Şeýlelikde, biologik usullar gazylyp alynýan baýlyklary çykarýan pudagyň öňden gelýän usullarynyň işjeň üstüni ýetirýär we käbir halatlarda ornuny tutmaga mümkinçilik berýär. Biogeotehnologiýanyň köp meseleleri häzirki wagt üstünlikli çözüldi. Munuň dogrulygyny misiň, nikeliň, kobaltnyň, margansyň, myşýagyň we beýleki metallaryň alnyşy görkezýär. Misi we urany uly möçberlerde üýşmekläp we ýerasty aşgarlama proseslerinde alýarlar. Çelekde aşgarlamagyň kömegi bilen köp konsentratlary gaýtadan işläp, sink, mis, galaýy, kümüş, altyn we başg. metallary alyp bolýar. Metallary erginlerden we akar suwlardan biosorbsiýa arkaly almak usullary işlenip düzülýär we barha giňden ulanylýar; magdanlary we konsentratlary baýlaşdyrmakda biologik usullara bolan çemeleşmeler belenildi we ulanylyp başlandy. Biotehnologik usullary ulanmak çig mal baýlyklarynyň gorlaryny artdyrmaga mümkinçilik berýär, metallary kompleks bölüp almaklygy üpjün edýär, çylşyrymly dag tehnikasyny talap etmeýär, prosesleri ýeňil sazlaşdyryp we awtomatlaşdyryp bilýär we daşky gurşawy goramagyň köp meselelerini çözmäge mümkinçilik berýär.

VII. OBA HOJALYGYNDA BIOTEHNOLOGIK SAÝLAMALAR (ALTERNATIWALAR)

Iýmit önümlerini öndürmekde oba hojalyk tehnologiýalarynyň netijeliligi örän köp görkezijilere, şol sanda ekologiýa-geografik, ykdysady hem-de täzelenýän biologik baýlyklara – ekilýän erginlere, öý haýwanlaryna, mikroorganizmlere baglydyr. Oba hojalygynda biologik önümliligi ýokarlandyrmak köp sanly işjeň kompleksleýin biologik barlaglaryň obýekti bolup durýar. Biotehnologik usullar köp wagtlardan bäri oba hojalygynda topragyň hasyllylygyny artdyrmakda, ekilýän ekinleriň we oba hojalyk mallarynyň zyýankeşlerine we kesel döredijilerine garşy göreşmekde, iýmit önümlerini döretmekde, olary konserwirlemekde we iýmitlik häsiýetlerini gowulandyrmakda ulanylýar. Munda oba hojalygynyň aňyrdan gelýän tehnologiýalarynyň ösmeginde we onuň netijeliliginiň artmagynda biotehnologiýanyň udel agramy üznüksiz artýar. Häzirki wagt ösümlikleriň ekilýän sortlarynyň täze görnüşlerini döretmekde we ýaýratmakda uly perspektiwalar biotehnologiýanyň iň täze usullaryny – öýjük we gen inženeriýasyny ulanmakdan garaşylýar. Biotehnologlaryň tagallalary önümiň çykymyny köpeltmäge we onuň ýokumlylygyny artdyrmaga, ösdürilip ýetişdirilýän biologik görnüşleriň daşky gurşawyň amatsyz şertlerine, patogenlere we zyýankeşlere durnuklylygyny artdyrmaga ugrukdyrylandyr. Munda ösdürilip ýetişdirilýän görnüşleriň dürlüligini goldamak we genetiki baýlyklary saklap galmak meselesi önemlidir.

7.1. Biopestisidler

Maldarçylygyň we ösümlikçiligiň ösmegi bilen amaly taýdan bir wagtyň özünde medeni ösümlikleri we öý haýwanlaryny zyýankeşlerden we kesellerden goramagyň meselesi ýüze çykýar. Ilkibaşda adam zyýanly jandarlary tutmanyň we olary ýok etmäniň sadaja usullaryny ulanypdyr, soňra gyrmak üçin ýabany haýwanlary (itleri, pişikleri, guşlary) ulanyp başlapdyr. Ýuwaş-yuwaşdan oba hojalyk tehnologiýalarynyň ösmegi bilen göreş çäreleri kämilleşdirilipdir, dürli otlary gaýnadyp alnan suwlary, şireleri, agaç kökünü we başgalary ulanyp, mör-möjekleri we gemrijileri ýok ediji ilkinji sadaja himiki serişdeleri peýdalanylýan başlapdyr. Himiýanyň pajarlap ösmegi we oba hojalygynyň depginli tehnologiýalara geçmegi medeni ösümlikleriň we mallaryň zyýankeşlerine we kesellerine garşy ulanylýan dürli-dümen himiki serişdeleriň ägirt uly sanynyň peýda bolmagyna getirdi. Ilkinji ýaýrap ugran maddalar pestisidlerdir, ýagny zyýankeşleriň, keselleriň, hapa-haşal otlaryň garşysyna ulanylýan zäherli himiki maddalardyr. Emma ulanylýan we daşky gurşawa dökülýän pestisidleriň diňe köp bolmadyk bölegi (10%-e golaýy) öňünde goý-

lan maksada ýetýär; bu maddalaryň esasy massasy peýdaly organizmleri öldürýär, biologik obýektlerde toplanýar, tebigy ekoulgamlardaky we biosenozlardaky deňagramlylygy bozýar, topragy, suw howdanlaryny, howany hapalaýar. Himiki pestisidler munda oba hojalyk ekinlerini doly gorap bilmediler, mör-möjekleriň we hapa-haşal otlaryň köpüsi gözegçiliksiz galdylar we oba hojalygyna ägirt uly zyýan ýetirmesini dowam etdirýärler. Munda iň gynandyryň zat zyýankeşler pestisidlere durnuklylyga eýe bolup başlaýarlar. Käbir zyýankeşleri ýok etmek üçin pestisidleriň iňňän ýokary mukdaryny ulanmaly bolýandygy barasynda maglumatlar peýda bolup başlady. Käbir zyýankeşleri ýok etmek üçin pestisidleri ilkinji ýola ulanylan möçberinden münlerçe esse artyk mukdarynyň ulanylýandygy anyklanyldy. Häzirki wagtda edebiýatlarda bognaýaklylaryň pestisidlere (DDT, karbamatlara, piretroidlere, fosforoorganiki birleşmelere) durnukly bolan ýüzlerçe görnüşleri ýazylyp beýan edildi. Şeýlelik bilen, pestisidleri ulanmaklyk daşky gurşawy goramak ýaly бүтүндүгүнә ähmiýetli mesele bilen gapma-garşy gelýär.

Bu goranmagyň başga, has netijeli, adama we daşky gurşawa amatsyz täsir etmeýän serişdelerini we usullaryny gözlemek zerurlygyny ýüze çykarýar. Gözlenilýän çäreleriň arasynda biologik usullaryň geljegi has uly hasaplanýlar.

Dürli biologik wekiller zyýankeşleri ýok etmek üçin gadym zamanlardan bäri ulanylyp gelnipdir. Mysal üçin, hytaýlylar faraon garynjalaryny däne ammarlardaky zyýankeşlere garşy ulanypdyrlar. Balarylaryň we ýüpek gurçugynyň eldekileşdirilýän beýik Aristoteliň ýaşan döwründe adamlar bu janawarlaryň toplum-toplum bolup keselleýändigine göz ýetiripdirler. Bu döwri zyýankeşlere garşy göreşmegiň mikrobiologik usullarynyň başlangyjy diýip hasaplap bolar. Emma, diňe XIX asyryň ahyrynda L. Pasteriň we I. Meçnikowyň işlerinde bu ugruň ylmy esaslary ymykly döredildi. Meçnikow bugdaý tomzagyň kesel döredijisi bolan muskarid kömelegini (*Metarrisium anisopliae*) bölüp aldy we ony danelileriň zyýankeşi bolan tomzagyň garşysyna ulanmagy tekliptdi. Paster towuk mergisini dörediji bakteriýany ýabany towşanlaryň garşysyna ulanmagy tekliptdi, Meçnikow bolsa hut şol kesel dörediji bakteriýany alakalary ýok etmek üçin hödürledi. Şondan bäri tebigy patogenleri – mikroorganizmleri tebigi şertlerde medeni biologik görnüşleriň kesel döredijilerine we zyýankeşlerine garşy ulanmaga esaslanan ugur barha kämilleşýär. Gemrijileriň we mör-möjekleriň kesel döredijileri bolan köp sanly mikroorganizmler bölünip alyndy we ýazylyp, doly beýan edildi, şolaryň esasynda güýçli serişdeleri döretmegiň üstünde işler dowam etdirilýär.

Mikroorganizmleri biopestisidler hökmünde ulanmak biotehnologiýanyň täze ugurlarynyň biridir, emma bu ugurda eýýäm düýpli üstünlikler gazanyldy. Häzirki wagtda bakteriýalar, kömelekler, wiruslar senagat biopestisidleri hökmünde barha giňden peýdalanylýarlar. Mikroorganizmleriň-produsentleriň tebigatynyň we fiziologik aýratynlyklarynyň her hili bolşy ýaly, bu serişdeleri öndürmegiň tehnologiýasy hem örän dürli-dürlüdür. Şeýle hem bolsa biopestisidlere bildirilýän birgiden ta-

laplar bar, olaryň iň esasyalary saýlap bilijiligi (selektiwnost) we täsiriniň güýçlüligi, adamlar, ösümlik we haýwanlar dünýäsiniň peýdaly wekilleri üçin howpsuzlygy, uzak wagtyň dowamynda saklap bolýanlygy we ulanmagyň amatlylygy, öllenilmäge we ýelmeşmäge ukyplylygydyr. Häzirki wagt ösümlikleri we haýwanlary mör-möjeklerden we gemrijilerden goramak üçin antibiotiklerden daşgary üç topara degişli 50-den gowrak mikrob serişdeleri bolan bakteriýalara, kömelekler we wiruslara degişli serişdeleri ulanylýarlar.

7.1.1. Bakteriýa serişdeleri

Biziň günlerimize çenli mör-möjeklerde kesel döredýän bakteriýalaryň 90-dan gowragy ýazylyp beýan edildi. Olaryň aglabasy *Pseudomonadaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Lactobacillaceae*, *Micrococcaceae*, *Bacillaceae* (7.1-nji tablisa) degişlidir. Senagat ştamlarynyň köpüsi *Bacillus* maşgalasyna degişlidir we serişdeleriň esasy (90%-den gowragy) 22-den gowrak serotiplere degişli ***Bacillus thuringiensis* (Bt)** esasynda taýýarlanylýar. Bt ştamlary dürli zyýankeşlere – gurçuklara, çybynlar, çirkeýlere garşy ulanylýarlar.

Bt ilkinji ýola 1915-nji ýylda Berliner degirmen ognýowkasy diýilýän kebeleğiň kesellän gurçuklaryndan bölüp alypdyr. *Bacillus thuringiensis* ştamlary, mör-möjegiň içine düşüp, septisemiýany [(frans. *septicemie* < grekçe *septikos* çüýreme...; porsy + haima gan) *med.* sepsisiň görnüşi] döredýän sporalary emele getirmekden başga-da, birnäçe ekzo- we endo-toksinleri hem sintezleýär. Birinji toksin Bt-da identifikirlenen **a**-ekzotoksin (*C fosfolipaza*) ösüp barýan öýjükleriň önümidir, bu toksiniň mör-möjekler üçin öldüriji täsiri dokumalarda çalşyp bolmaýan fosfolipidleriň dargamagy bilen baglydyr. Ikinji toksin – adeninden, ribozadan we fosfordan durýan **p**-ekzotoksindir. Onuň molekulasy riboza we glýukoza arkaly allosliziýewa kislotasy bilen çylşyrymly birleşen nukleotid diýip çaklaýarlar, onuň zäherli täsirini bolsa, mör-möjekleriň RNK-ny sintezlemegini bes etmekleri bilen düşündirýärler. Üçünji toksin - **y**-ekzotoksindir. Onuň gurluşy we täsiri az öwrenilen; çak edilişine görä, ol fosfolipidlere degişli bolsa gerek. Dördünji toksin – kristalliki **5**-endoksin, spora bilen bir wagtyň özünde emele gelýär we gurşawa bölünip çykýar. Intaktly kristallar zäherli däldirler, emma mör-möjekleriň aşgazan ulgamyna düşende, aşgar proteazlaryň täsirinde hereket edýän toksiniň emele gelmeginde dargaýarlar. Polipeptid gurluşly kristallik endotoksinler dört topara bölünýärler: teňňe ganatlylara görä (molekulaýar massasy 130-160 kD) işjeň endotoksinler; teňňe ganatlylara we iki ganatlylara görä (molekulaýar massasy 70 kD) işjeň endotoksinler; gaty ganatlylara görä (molekulaýar massasy 72 kD) işjeň endotoksinler we iki ganatlylaryň liçinkalaryna (molekulýar massasy 27-den 130 kD çenli bolan birnäçe işjeň proteinler) görä işjeň endotoksinler. Dürli görnüşli mör-möjekleriň proteazalarynyň özboluşly aýratynlyklary toksinleriň

täsiriniň tapawudyny kesgitleýär. Hemme mör-möjekleriň bu toksini dargadýan proteazalary ýokdur, olaryň saýlap bilijiligi şunuň bilen kesgitlenilýär.

7.1-nji tablisa

Mör-möjekleri zäherleýji has giňden ýaýran bakteriýalar we olaryň kesel ýokuşdyrýan mör-möjekleri (G.A. Hardynyň maglumaty boýunça, 1986)

Bakteriýalar	Mör-möjekler
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Çekirtge
<i>Pseudomonas septica</i>	Tezek tomzagy, agaç tomzagy
<i>Vibrio leonardiae</i>	Balary uly ognýowkasy, mekgejöwen kebeleği
<i>Enterobacter aerogenes</i>	Kepderi kebeleği, ýogyn kelle kebeleğ
<i>Proteus vulgaris</i>	Çekirtge
<i>Salmonella enteritidis</i>	Balary uly ognýowkasy
<i>Diplococcus spp.</i>	Maý tomzagy, tut ýüpek gurçugy, bitaý ýüpek gurçugy, dub ýüpek gurçugy
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Dürli kebeleğler, güýeler
<i>B. popilliae</i>	Tezek tomzagy
<i>B. sphaericus</i>	Çybynlar
<i>B. moritai</i>	Siňekler

Bt-iniň esasyndaky serişdeler içegelere täsir edýänlere degişlidirler. Olaryň täsiriniň adaty netijesi içegäniň şel açmagy, jandaryň iýmekden kesilmegi we ölmegi. Kristallar Bt-iniň dürli serotipleriniň we izolýatlarynyň arasynda üýtgeýärler we dürli mör-möjeklere garşy örän giň aralykdaky işjeňlige eýedirler.

Bacillus thuringiensis toparynyň bakteriýalary mör-möjekleriň 400 görnüşijähtden, şol sanda meýdanlaryň, tokaýlaryň, baglaryň we üzümçilikleriň zyýankeşlerine täsir galdyryjydyr, bu serişdeler öz täsirlerini has ýokary derejede ýaprak gemrijilere garşy ulanylanda görkezýärler. Bt-iniň serologik we biohimiki alamatlary boýunça 30 topara birleşdirilen 100-den gowrak şamlary bellidir. Köp döwletleriň mikrobiologik senagaty Bt-iniň esasynda ösüş prosesinde sporalary, kristallary we zäherli maddalary emele getirip bilýän dürli serişdeleri öndürýär.

Entomopatogen bakteriýalaryň esasynda biopestisidleri almagyň tehnologiýasy berk steril we gözegçilikde amala aşyrylýan döwürleýin aerob gomogen ösdürmäniň hakyky mysalydyr. Prosesiň maksady – bakteriýalaryň iň ýokary hasylyny almak we toksini ýygnamakdyr. Iýmitlendiriji gurşawyň esasyny maýapolisaharid garyndy we köpürjigi ýatyryjydyr (kaşalotyň ýagy). 28-30°C-de garyşdyrmak we şemallatmak (0,2 litr O₂/litr gurşaw-min.) bilen geçirilýän fermentlemäniň dowamlylygy ösdürilýän suwuklykda erkin sporalaryň we kristallaryň umumy mukdaryndan (ösdürmäniň 1 ml-de titriniň 1 mlrd-dan az bolmadyk ýagdaýynda) 5-10% çenli toplanýança 35-40 sagada barýar. Soňra sporalar we kristallar ýaýylma (separirleme), suwsuzlandyrylma netijesinde bölünip aýrylýarlar. Serişdäniň haryt

görnüşi gury poroşok hem-de durnuklaşdyrylan pastadyr. Pastanyň çykymy 85% çyglylykda we titri 20 mlrd golaý spor/g – 100 g/m³ golaý ösdürilýän suwuklykdyr. Pastanyň durnuklylygy ony ýokary siňdirijilik sygyma eýe bolan karboksimetilsel-lýuloza bilen garyşdyrmak arkaly amala aşyrylýar. Sporalar we kristallar durnuklaşdyrylmagyň netijesinde aralaryna konserwant endigan syzyp geçip bilýän we serişdäniň uzak wagtlap saklanmagyny üpjün edýän üç ölçegli tor görnüşli gurluşy emele getirýärler. Pastanyň esasynda pürküji guradyjyda guratmak prosesinde galyndyly çyglylygy 10%-den ýokary bolmadyk we titri 100-150 mlrd spora/g bolan gury önüm alýarlar. Serişde ortalashdyrylýar we kaolin bilen durnuklaşdyrylýar.

Entomopatogen bakterial serişdeleri öndürmegiň gowşak ýeri fagolizis (grekçe *phagos* – iýiji, nem. lysis < grekçe *lysis* – eremek] – faglarda eremek prosesi bilen göreşmeli bolýar. Çaklamalara görä, bakteriýa ştamlarynyň wirulentligi we faga durnuklylygy ters baglanyşykdadyr, şonuň üçin bu iki häsiýeti bir ştamda utgaşdyryp bolmaýar. Fagolizisden dynmak üçin önümçilik ştamlaryň arasynda fagodurnuklylyk boýunça seçgi işleri geçirilýär, ösdürilýän ştamlary çalyşmaklyk hem-de fermentirmek döwründe berk reglamentirmeklik we sterillik teklipe edildi.

Russiýa Federasiýasynda ilkinji milli serişde *Bac. thuringiensis* var. *dalle-riæ* esasynda **entobakterin** alyndy. Serişde gury poroşok görnüşinde sporalaryň we endotoksiniň kristallarynyň 30 mlrd/g, pasta dolduryjy maddalar hem-de ýelmeşijileriň suwuklyklar bilen garyndylary goşulýar. Teňňe ganatly mör-möjeklere garşy göreşmekde ýokary netijeleri berýär (kelem akýagyzy, kelem güýesi, çemen kebeleği, pýadenisa, ýüpek gurçugy, boýarişnisa - ganatlary gara tegmilli ak kebele, we başg.). Serişdäniň suspenziýasyny 13 kg/ga gök ekinlere we 3-5 kg/ga bag ekinlerine ýer üsti ýa-da awiasiýa pürkujini enjamlar bilen pürkmek arkaly ulanýarlar. Entobakterini ulanmak üçin daşky gurşawyň optimal şertleri – ýagnyň bolmazlygy we temperatura aralygy 18-32°C. Serişde içegä täsir ediji, gurçuk gök ýaprak bilen iýeninden we aşgazan-ičege ulgamyna düşeninden soň, mör-möjegiň intoksikasiýasyny (organizmiň zäherli maddalar bilen zäherlenmegini) döredýär, soňra bolsa doly derejede ysmazlyga getirýär. Mör-möjekleriň esasy bölegi 2-3 günün dowamynda ölýär; gerek bolsa mukdaryny 2 esse azaldyp, serişdäni ikinji gezek sepýärler. Entobakterini ulanmak gök ekinleriň hassyllylygyny 50%, bag ekinleriň hasyllylygyny bolsa 5% arttdyrýar.

Dendrobacillin tokaýy sibir ýüpek gurçugyndan goramak üçin *Bac. thuringiensis* var. *dendrolimus* bakteriýasynyň esasynda alnan serişdedir. Bakteriýa pürli tokaýlaryň zyýankeşleri bolan sibir ýüpek gurçugynyň kebeleginden alyndy. Bu serişde gök ekinleri, miweli ekinleri we tehniki ekinleri dürli mör-möjeklerden (sowkalar, belýankalar, güýeler, dabançylar – pýadenisalar we başg.) goramak üçin hem ulanylýar. Serişde tut we dub ýüpek gurçuklaryndan başga peýdaly entomofauna üçin zyýanly däldir, täsiri entobakteriniňkä meňzeşdir.

Insektin täsiri boýunça dendrobasilline meňzeşdir, esasan, sibir ýüpek gurçugynyň garşysyna ulanmaga niýetlenendir. *Bac. thuringiensis* var. *insectus* bakteriýanyň esasynda alnandyr.

Biologik insektisid seriňdesi (BIS) *Bac. thuringiensis* var. *darmstadiensis* in esasynda gury poroşok we pasta görnüşinde taýýarlanylýar, miweli ekinleriň zyýankeşlerine (alma we miwe güýelerine, dabançylara – pýadenisalara, listowertkalara – güýepisint kebelekleriň maşgalasynyň ady, ýüpek gurçuklaryna) we gök ekinleriň zyýankeşlerine (belýankalara, güýelere) garşy peýdaly serişdedir.

Baktulosid – howdandan bölünip alnan bakteriýanyň esasynda öndürilýän serişde bolup, bu bakteriýa Bt H₁₄ toparyna degişli edildi, çünki oňa 14-nji serotip berildi. Baktulosid sporalaryň titri 90 mlrd/g golaý kristallaryň şonça sanyny saklaýan gury poroşok görnüşinde goýberilýär. Dozasy howdanyň häsiýetine we çybynalaryň görnüşine görä 0,5-den 3,0 kg/ga suw ýüzüne çenli üýtgeýär. Baktulosidiň kristallik endotoksini çybynalaryň we çirkeýleriň liçinkalary üçin zäherliligi ýokary hem bolsa, bir howdanda ýaşaýan beýleki mör-möjekler, çybynlar we gidrobiontlar üçin düýbünden zyýansyzdyr. Bu endoksiniň produsenti köp döwletleriň alymlarynyň ünsüni özüne çekdi. Birnäçe ýurtlarda şuna meňzeş serişdeler (“Teknar”, “Skital”, “Wiktozak”, “Baktimos”) çybynlar we çirkeýlere garşy göreşmek üçin şu endoksini produsirleýän *Bacillus israelensis* штамм Bt H14 bakteriýanyň esasynda öndürýärler. Olaryň arasynda in netijelileri ruslaryň “Baktulosidi” we fransuzlaryň “Baktimosydyr”.

Goýberilýän serişdeleriň ikinji topary *Bac. thuringiensis* 3A3B (HD-1) bakterial serotipine esaslanandyr. Ilkinji serişde Fransiýada 1938-nji ýylda adam üçin howply toksin – *p* bölüp çykarýan ştamnyň esasynda alyndy. Ösdürilýän suwuklygy arassalamak we önümiň haryt görnüşinden toksini aýyrmak üçin ýörite usullar işlenip düzüldi. Soňra bu endotoksinsiz Bt HD-1 ştamy bölünip alyndy, ol häzirki wagta bakja we bag ekinleriniň zyýankeşlerine garşy niýetlenilen köp sanly senagat serişdeleriniň esasynda ýatýar. Täsiri boýunça entobakterine meňzeş serişdeleriň tapgyry (“Dipel”, “Wiobit”, “Baktospeýn”) 3A3B esasynda poroşok we suwuklyk görnüşinde taýýarlanylýar we sepiji, pürküji gurluşlar bilen ulanylýarlar we gurçuklaryň tutuşlaýyn ýok bolmagyny gazanýarlar. Çehiýada Bt. var. kurstaki bakteriýasynyň çuňluk ösdürmesini ulanyp, bakja, daneli we tokaý ösümlikleriniň zyýankeşleriniň garşysyna ulanylýan “Baturin-82” serişdesini öndürýärler. ABŞ-da Bt-iniň iki ştamnyň konýugatynyň esasynda bakja ekinleriniň gurçuklarynyň garşysyna göreşmek üçin “Foil” serişdesi we beýleki peýdaly serişdeler goýberilip başlandy.

Bt-iniň esasynda köp ýurtlarda täze serişdeler giňişleýin işlenip düzülýär. Bu ugurdaky gözlegleri ştam-produsentleriň durnuksyzlygy we lizogeniýasy (grekçe *lysis* – dargama we – *geneia* – gelip çykyşy) çylşyrymlaşdyrýar. Häzirki wagta çenli entomopatogen bakteriýalaryň kotagiozlylygynyň [frans. *contagieux* < latynça

contagiosus ýokuşaganlylyk, ýokuşagan] meseleleri we ony ulanmagyň epizootologik usullary az öwrenilendir.

Gen we öýjük inženeriýasy usullary Bt-iniň häzirki wagt ulanylýan produsentlerini we önümlerini gowulandyrmaga gönükdirilen işleri amala aşyrmaga mümkinçilik berýär. Şu günki gün kristallaryň sintezini kontrollaýjy genler molekulýar massalary ep-esli bolan az mukdardaky plazmidalarda çäklendirilendir. Bt-iniň sintezleýän zäherli belogy *E. colide* u *B. subtilisde* klonlanandyr, onuň ekspres-siýasy (täsirililigi), hatda, ösüşiniň wegetatiw fazasynyň barşynda hem alnandyr. Kebelekler üçin zäherli belogy temmäkiniň öýjüklerine klonlandyrylandygy barada maglumatlar bar. Ösüp ýetişen temmäki ösümliginiň ähli öýjükleri toksini işläp çykarýarlar. Şeýlelikde, toksini edinen ösümligiň özi mör-möjeklere garşy durnuklylyga eýe bolýar, gurçuklar, temmäkiniň ýapraklaryny iýip, ösümligiň özüne düýpli zyýan etmän ölýärler. ABŞ-nyň “Monsanto”, we “Agrosetus” kompaniýalary hromosomasyna Bt genomy girizilen gowaça bilen meýdan synaglaryny geçirýärler. Gurçuklara garşylyk görkezip bilijilik ukyby gowaçanyň tohumlaryna we indiki nesillere geçirilýär. Bt-iniň genomy girizilen teňňe ganatlylar üçin zäherli transgen kartoşkanyň we pomidoryň şitilleri taýýarlanylýp başlandy. Mör-möjeklere durnukly dokumalaryň öýjüklerine antitripsinaza fermentiniň geni girizilen transgen deregi döredildi. Ferment mör-möjekleriň belogy özleşdirmesini peseldýär we populýasiýanyň gysgalmagyna getirýär.

Dürli entomopatogen şamlardan alnan proteinleri birleşdirip we klonirläp, işjeňligi ýokarlandyrylan rekombinant şamlary almak başardy. Goşmaça mör-möjeklere (mysal üçin, gaty ganatlylara) garşy täsiri bolan täze şamlar ýazylyp beýan edildi. “Sandoz” firmasynyň 3A3B ştamyň NRD-12 esasynda alan täze “Jawelin” atly önümi meýdan synaglaryndan üstünlikli geçdi. Bu serişde gök ekinleriň we gowaçanyň zyýankeşlerine garşy netijeli täsir edýär. ABŞ-da gen-inžener usullary arkaly Bt-iniň toksininiň genini täsir etdirip, modifisirlenen *Calvibacter xylicynodontis* endofiti döredildi. “Insaýd” serişdesi mekgejöweniň dänelerine girizilýär, olar gögerenden soň bakteriýalar ösümligiň damar ulgamynda bioinsektisidi produsirläp köpeliýärler, ol mekgejöwen kebelegine garşy güýçli täsir edýär. “Mikogen” kompaniýasy dünýä bazaryna Bt var. san diego toksininiň esasynda *Ps. fluorescens* bakteriýasyna ekspressirlenen gen-inžener serişdesini goýberdi, serişde kolorado kekenesine we bugdaý, kartoşka, badamjan, pomidor bitine garşy göreşmekde ulanylýar, onuň bahasy himiki pestisidleriň bahasyna golaý bolup, täsiriniň güýji 90%-den ýokarydyr.

Iň täze biotehnologik usullar bakteriýalardaky belogyň sintezine jogap berýän plazmidleriň üýtgemegi sebäpli bakterial serişdeleriň netijeliligini ýokarlandyryp bilerler. Asporogen şamlarynyň öndürilmegi fermentlemäniň tehnologiýasyny ýönekeýleşdirip we serişdeleriň bahasyny peseldip biler. Has ýöriteleşdirilen nyşanly bioinsektisidleri almak mümkindur.

7.1.2. Kömelek serişdeleri

Entomopatogen kömelekleriniň köp dürli görnüşleri tebigatda giňden ýaýrandyr; olar mör-möjekleriň giň toparyna täsir etmäniň dürli mehanizmlerini, şol sanda kontaktly mehanizmini ulanyp zyýan ýetirýärler. Kömelekler sporalar görnüşinde oňat saklanýarlar we olaryň zäherlilikini saklaýan dürli biologik – işjeň maddalary emele getirýärler. Emma kömelek serişdeleri entek şeýle giňden ulanylmaýarlar. Bu, birinjiden, olary ösdürmekde ýüze çykýan tehnologik kynçylyklar bilen we, ikinjiden, daşky gurşawyň görkezijilerine bildirilýän berk talaplar bilen baglanyşyklydyr (kömelek serişdeleriniň ýokary işjeňligi diňe ýokary we durnukly çyglylykda ýüze çykýar).

Entomopatogen kömelekleriň ýüzlerçe görnüşleri bellidir, emma olaryň arasynda geljegi has uly bolan kömelekleriň iki görnüşi – *Euscomycetes* maşgalasyndan bolan hem-de *Entomophthoraceae* maşgalasyndan bolan muskarid kömelekleridir. Esasy ünsi özüne ak muskaridinleri dörediji (*Beauveria* maşgalasy), ýaşyl muskardinleri dörediji (*Metarhizium* maşgalasy) we *Entomophthora*, (sorujy mör-möjekleri zaýalaýjy) kömelek patogenleri çekýärler. I.I. Meçnikow ýaşyl muskardinanyň döredijisini bugdaý tomzagynda açyp we *Metarhizium anisopliae* kömeleginden alnan serişdäni ulanyp, ösümlikleri goramagyň täze ugruny açdy. Kömelekleriň aglabasynda infeksiýany dörediji konidiýalardyr. Bakteriýalardan we wiruslardan tapawutlylykda, kömelekler mör-möjekleriň tenine iýmit siňdiriş ulgamlarynyň üsti bilen däl-de, gönüden-göni kutikulanyň (latynça *cuticula* – ýukajyk hamjagaz, gabyk) üsti bilen geçýär. Koniýdiýalar mör-möjegiň kutukulasyndaky gögerende, ösüş turbajyklary teniň ýüzünde ýa-da teniň içinde ösüp başlaýar, köplenç, bu prosess toksiniň emele gelmegi bilen bolup geçýär. Eger-de ştam toksini gowşak produsirleýän bolsa, miseliý örän tiz mör-möjegiň tutuş tenini doldurýar. Mör-möjekleriň kömelek patogenleri bilen zaýalanmagy, beýleki mikroorganizmlerden tapawutlylykda, ösüşiň dürli basgançaklarynda bolup geçmegi mümkindir [(gurçuk ýa-da imago) latynça *imago* – keşp, görnüş) mör-möjekleriň indiividual ösüşiniň gutarnykly (definitiw) basgançagy]. Kömelekler tiz ösýärler we iňňän ýokary derejede nesil öndürmek ukybyna eýedirlär. Kömeleklerden alnan serişdeleri ulanmaklygyň netijeli bolmaklygy üçin, olary möwsümiň belli bir wagtynda we optimal konsentraziýada ulanmak zerurdyr. Munuň üçin kömelekleriň zaýalamasynyň etiologiýasyny (keseliň sebäpleri we döreyiş şertleri hakyndaky ylym) we olaryň mör-möjekler bilen özara täsirini bilmek zerurdyr. Bu kömelekleriň esasynda güýçli täsir ediji we ykdysady taýdan amatly serişdeleri almagy üpjün eder. Häzirki wagty, bir topar çäklendirilmelere garamazdan, kömeleklerden alynýan serişdeler netijeli öwrenilýär we oba hojalyk zyýankeşlerine garşy göreşmekde giňden ulanylyp başlandy.

Metarhizium anisopliae – giňden öwrenilen entomopatogen kömelegi, 100 ýyl gowrak mundan owal ýazylyp beýan edilen ýaşyl muskarid kömelegidir. Onuň esasynda senagat möçberinde ilkinji biopestisid serişdeleri alyndy. Bu kömelek mör-möjekleriň köp toparlaryna, şol sanda tüýkülik öri-meýdan sakyrtygasyna we gant şugundyrynyň zyýankeşine zyýan ýetirýär. Bu kömelegiň serişdesini wirus bilen goşup, Ýuwaş ummanynyň günorta bölegindäki adalarda ösýän palmalaryň esasy zyýankeşi bolan şahly tomzagyň sanyny gözegçilikde saklamak üçin ulanýarlar. Onuň tüwiniň zyýankeşi – goňur sikadanyň (bököň we jyrryldaýan möjejik) garşysyna ulanylýandygy barasynda maglumatlar hem bar.

Verticillium lecanii günbatarda esasynda senagat möçberinde serişdeler goýberilýän ýeke-täk kömelek entomopatogenidir. Ony öwrenmeklik 1980-nji ýyllarda başlandy. Bu organizm gülhanalarda (oranžereýalarda) şirejeleriň we aleýrosidleriň (Aleyrodinea, ak ganatlyjalary öldürýän mikroorganizmler) sanyny birnäçe aýyň dowamynda kontrollyk edip bilýär.

Hirsutella thompsonii ABŞ-da birnäçe wagt sitrus sakyrtygalarynyň sanyny kontrollyk etmek üçin “Mikar” serişdesini öndürmekde ulanyldy. Edilýän tamany ödemändigine üçin serişdäniň çykarylması bes edildi.

Dürli oba hojalyk ekinleriniň zyýankeşlerine garşy göreşmek we toprakda mör-möjekleriň populýasiýalaryny kontrollyk etmek üçin ABŞ-da, Çehiýada, Awstraliýada we Kubada muskarid kömelegi *Beauveria bassiana* (Bals.) *Vuilliň* esasynda güýçli täsir ediji serişdeler işlenip düzüldi. ABŞ-da çekirtgelere kesel ýokuşdyrmak üçin Awstraliýanyň mikroskopik kömelegi *Entomophthora praxibulini* ulanýarlar. Serişde ulanylandan 7-8 gün geçeninden soň, çekirtgeler ölýärler. Kömelegiň sporalary toprakda gyslanyndan soň, mör-möjekleriň indiki neslini hem öldürip bilýär. Ýaponiýada *Aspergillus* kömeleginiň esasynda öndürilen insektisid satuwa çykarýldy, ol tokaýlary zyýankeşlerden goraýar, serişde topraga berilýär, ony agaçlaryň kökleri özüne siňdirýärler, ol agajyň damar ulgamy boýunça ýaýrap, ony mör-möjeklerden goraýar.

Bowerin Russiýada *Beauveria bassiana* (Bals.) *Vuill.* kömeleginiň konidiosporalarynyň esasynda öndürilýän serişdedir. Serişde 2-6 mlrd konidiospra/g titr bilen gury poroşok görnüşinde goýberilýär. Himiki serişdeler (hlorofos, fozalon, sewin) bilen bilelikde hem ulanylýarlar, ýöne himiki serişdeleri adaty mukdaryndan 10 esse az ulanýarlar. Bowerin iň gowy himiki pestijid ýaly güýçlüdir. *B. bassiana* mör-möjegini zäherläninden soň, bowerisin siklodepsipeptid-toksinini bölüp çykarýar. Bowerin adam we ýyly ganly haýwanlar üçin howpsuzdyr, ösümlüklerde ýanyk emele getirmeyär.

Bowerini hem ýüzleý ekstensiw fermentleme, şeýle hem has tygşytly çuňlukda fermentleme usuly bilen alyp bolýar. Fermentlemäniň ikinji usuly ýeterlik derejede kyn tehnik-tehnologik meseledir. Çuňlukda geçirilýän fermentlemede kömelek täsiri boýunça howa konidiýalaryna meňzeş, ýöne durnuklylygy boýunça pes bo-

lan (pürkölip guradylanda gonidiýasporalaryň 90%-i ölýär) gifal tenjagazlaryny (gonidiýalary) emele getirip, wegetatiw köpeliýär. Konidiosporalary çuňlukdaky ösdürmelerde optimizirlenen iýmitlendiriji gurşawda almak başardýar. Munda ösdürilen öýjükleriň 90%-ne çenlisi ýokary derejeli wirulent (latynça *virulentus* – zäherli) konidiosporlara geçýärler. Kömelegi ösdürüp ýetişdirme pugta steril şertlerde çuňlukdaky ösdürmede 25-28°C-de 3-4 gije-gündiziň dowamynda amala aşyrylýar. Iýmitlendiriji gurşaw şu komponentleri saklaýar (%): ot-iýmlik dargadylmadyk maýalar – 2, krahmal – 1, natriý hloridi – 0,2, marganes hloridi – 0,01, kalsiý hloridi – 0,05. Azodyň konsentrasiýasy uly ähmiýete eýedir, çünki onuň gytçylygy ösüşiň tizligini peseldýär, artykmaçlygy bolsa gonidiýleriň emele gelmegini stimuilirleýär. Amin azodynyň optimal konsentrasiýasy 10-15 mg% düzýär. Konidiosporalaryň titri ösdürmede 0,3-1,3 mlrd/ml ýetýär. Ösdürme suwuklygyny ýaýyp, galyndy çyglylygy 70-80% we sporalarynyň titri 8 mlrd/g bolan pasta alýarlar. Pastany pürkmek usuly bilen çyglylygy 10%-e çenli we titri $8 \cdot 10^9$ öýjük/g çenli guradýarlar. Taýýar serişdä ýelmeşiji madda guýýarlar we kaolin bilen durnuklaşdyrýarlar.

Kömelegiň yüzleý ekilmesi uly önümçilik meýdanlaryny talap edýär we zähmeti has köp talap edýär, şonuň üçin kiçi masştaba eýedir. Bu usul dürli wariantlarda, ýagny suwuk gurşawda sterillilik kadalaryny ýerine ýetirmezden, howalandyrmak we garyşdyrmak bilen, gaty gurşawda ýa-da suwuk gurşawda aseptika şertlerinde we ýorkanyň kombinirlenen usulynda amala aşyrylýar. Suslo-agary, kartoşkany, bugdaý ýa-da mekgejöwen dänelerini ulanyp, gaty fazaly fermentlemede konidiosporalaryň emele gelmegi 12-15-nji gije-gündizde tamamlanýar. Suwuk gurşawlarda konidiosporalaryň emele gelmegini 7-10 gije-gündizden synlap bolýar, 18-25 gije-gündizden bolsa dörän sporaly ýorkany syryp aýyryýarlar. Alnan materialy guradýarlar, üweýärler we talk ýa-da torf bilen garýarlar. Usulyň öndürilijligi aýda 800 kg çenli, titri $1,5 \cdot 10^9$ /g. Serişdäniň taýýar görnüşi konidiosporalaryň kaolin bilen garyndysynyň gury uşak ownadylan poroşogy, titri – 1,5 mlrd konidiý/g. Bu serişde ýaprak gemriji bag zyýankeşlerine, alma gemrijisine, tokaý zyýankeşlerine garşy netijeli ulanylýar; ol kartoşkanyň zyýankeşi – kolorado tomzagynyň gurçugyna güýçli täsir edýär. Bowerini ösümlüklere pürküp ulanýarlar, ulanylýan kadasy – 1-2 kg/ga. Himiki pestisidleriň köp bolmadyk mukdary bilen garylyp berilse, serişde ähli ýaşdaky gurçuklaryň 100% heläk bolmagyna getirýär.

Kömelek serişdeleriniň geljeginiň uludygy görnüp duran faktdyr. Emma, zyýan berijileriň etiologiýasyna (keseliň sebäpleri we döreýiş şertleri hakyndaky ylym) düşünmek üçin düýpli ylmy barlaglary geçirmek zerurdyr. Bu ösümlük, zyýankeş we biopestisid arasyndaky özara täsiriň netijesini bilmäge mümkinçilik berer. Soňky ýyllarda ýetilen sepgitler gen inženeriýasynyň usullaryny kömelekleriň fiziologiýasyny, genetikasyny we biokimiýasyny öwrenmek üçin ulanyp boljakdygyna güwä geçýär. Bu biopestisidleriň çesmesi hökmünde kömelekler bolan

ünsi artdyrmagy we, netijede, olaryň esasynda durnukly we netijeli serişdeleri işläp düzmäge girişilmegine mümkinçilik berer.

7.1.3. Wirus serişdeleri

Ösümlikleri goramak üçin entomopatogen wiruslarynyň geljegi uludyr. Wiruslar iňňän kontagiozly (fr. *contagieux* < latynça *contagiosus* ýokuşagan] we kesel döredijidirler, täsiri boýunça çäkli spesifikaly (özüne mahsus, özboşlygy), tebigatda hojaýyn-organizmden daşarda gowy saklanýar. Bu serişdeler iňňän ýokary özboşlylygy üçin adam we biota (grekçe *biote* – ýaşayyş, ösümlikleriň, haýwanlaryň we mikroorganizmleriň belli bir meýdançada ýaşayanlarynyň jemi) üçin düýbünden zyýansyzdyr. Mör-möjekler wiruslar bilen ýmitlenende ýokuşýarlar. Aşgana düşýän birleşdirme tenjagazlar aşgar gurşawda dargaýarlar. Boşan wirionlar (nuklein kislotalaryndan we protein gabygy – kapsid bilen örtülen ýetişen virus bölejikler) aşgazanyň diwarjagazlary arkaly öýjüklere sümülýärler we ýadrolarda replisirlenýärler. Wiruslar diňe hojaýyn-organizmiň janly dokumasynda köpeliş bilýärler. Bu ýagdaý virus materialyny ep-esli mukdarda almaga kynçylyk döredýär. Wirus materialyny wiruslar mör-möjeklerde köpelenden soň alýarlar. Mör-möjekler ölenlerinden soň, olary guradýarlar we ownadýarlar, soňra virus materialyny bölüp aýyrýarlar we arassalaýarlar. Bütindünýä Saglygy goraýyş Guramasynyň 1973-nji ýyldaky tekliplerine görä, wiruslar öwrenilende esasy üns wiruslaryň bir görnüşine – bakulowiruslara berildi. Bu toparda oňurgalylyk üçin zyýanly wiruslar ýokdur. Emma, beýleki toparlar sitoplazmatik poliedrozynyň wiruslary, entomopatogen wiruslar we iridowiruslar mör-möjeklere garşy potensial biopestisidleri saklaýarlar, şonuň üçin geljegi uly bolan biopestisidler hökmünde seredilýär.

Täze biotehnologik usullary wiruslaryň howpsuzlygyny barlamak, ýagny olaryň süýt emijilerde özlerini alyp barşyny ynamly bilmek üçin ulanyp bolar. Munuň üçin häzir birnäçe ýyl mundan owal mümkin bolmadyk nukleotid zondlary we genetiki markirleme ulanylýar.

Bakulowiruslar – goşa zynjyrlý DNK-wiruslardyr, olaryň üç toparynda biopestisidler bardyr: ýadro poliedrozynyň wiruslary (ÝPW), granulýozyň wiruslary (GW), süzülýän wiruslar.

Ilkinji virus insektisidini 1970-nji ýyllarda “Sandoz” kompaniýasy işläp çykardy. Serişde gowaçanyň gapyrjak gurçuguna garşy göreşmek üçin niýetlenendir.

Wirus serişdelerini öndürmeklik hojaýyn-mör-möjegi emeli gurşawlarda kän mukdarda köpeltmeklige esaslanandyr. Ösüşiniň belli bir derejesinde wiruslaryň suspenziýasyny ýymite goşup, mör-möjeklere ýokuşdyrýarlar. 7-9 gije-gündiz geçendinden soň ölen gurçuklary ýygnaýarlar, guradýarlar we ownadýarlar. Ownadylan massa fiziologik ergin goşýarlar (1 gurçuga 1 ml), gaýyp ýören bölejikli ergini süz-

ýärler. Çökündini fiziologik erginiň köp bolmadyk mukdarynda suspendirleýärler we gliserin guýýarlar. Serişdäni standartlaşdyrýarlar (titr 1 mlrd poliedrler/ml) we çüýşejiklere guýýarlar. Ýetişen gurçugyň biri bedenjik girijiniň 36 mlrd çenlisini berip biler, bu onuň massasynyň 30%-ine çenlisini tutýar. Serişdeleri dustlar, suspenziýalar we ýagly görnüşde taýýarlaýarlar. Serişdäni gury görnüşinde alanlarynda virus materialyny kaolin bilen garýarlar, ýagly görnüşini almak üçin çökündini 50%-li gliseriniň ergini bilen titri 2 mlrd poliedr/g çenli garyşdyrýarlar.

Wirus serişdelerini ulanmagyň iki usuly bar: köp bolmadyk meýdanda wiruslary mör-möjekleriň dykyz populýasiýasyna girizýärler (introduksiýa) we ýokuşan meýdanlara gurçuklaryň irki ösüş döwründe pürkýärler we tozanlandyrmak arkaly berýärler.

Entomopatogen wiruslaryň görnüşleriniň atlary toparynyň atlaryndan we zaýalaýan hojaýynyň adyndan durýar (mysal üçin, “bitaý ýüpek gurçugynyň poliedrozy” ýa-da “amerika kebeleginiň poliedrozy”). Russiýada senagat möçberinde virus serişdeleriniň birnäçesi, şol sanda “*wirin-AMGG* (alma miwe gemrijisiniň gurçugy)”, “*wirin-HÝGG*” (halkaly ýüpek gurçugyna garşy), “*wirin-EBÝG*” (bitaý ýüpek gurçugyna garşy), “*wirin-EKS*” (kelem sowkasyna garşy). ABŞ-da tokaýlary goramak üçin goýberilýän birnäçe virus serişdelerini öndürmek prosesleri kämilleşdirildi (“TM-Biokontrol” we “Siptek”).

Öndürmegiň kyndygy sebäpli bu serişdeler heniz giňden ýaýran däldir. Hünärmenleriň pikirine görä, virus serişdeleri biopestisid bazarynda öz mynasyp ornuny tapýança, ýene-de birnäçe ýyllar gerek bolar.

Wirus serişdelerini ulanmak prosesini optimizirmek üçin wiruslaryň tebigatda ýaýraýşyny kesgitlemek we olaryň ýaşamaga bolan ukybyny häsiýetlendirmek zerurdyr. Bu ugurda täze usullar, mysal üçin, virus genomlaryny markirmek üçin oligonukleotidleriň takyk yzygiderliligini ulanmak usuly köp netijeler berer diýlip çak edilýär. Gabykly proteinleriň genine täze yzygiderlilikleri girizmek üçin soňra täze proteinleri sintezlemek üçin peýdalanylýan rekombinant DNK-lary ulanmak tehnika başlanýar. Bu täze proteinler *Bacillus thuringiensis* protein toksinlerini öz içine alyp we wirusyň zäherli täsirini güýçlendirip bilerler.

Biotehnologiýanyň täze usullary virus serişdeleriniň bahasyna täsir edip bilerler. Häzirki wagt wiruslaryň aglabasy mör-möjekleriň dokumalarynda köpelip bilýär we diňe birnäçesi mör-möjekleriň öýjükleriniň ösdürmesinde köpelip bilýär. Wiruslary köpeltmek üçin mör-möjekleriň öýjük ösdüriminiň tehnikaşyny işläp düzmegiň geljegi örän uludyr. Munuň üçin öýjükleriň ýokary öndürjilikli ugurlaryny (liniýalaryny) almak, ýymitlendiriji gurşawlary optimizirmek, virus-öýjük ulgamyny saýlap almak zerurdyr, bu tehnologiýa boýunça ABŞ-da söwda üçin niýetlenen “Elkar” serişdesi öndürilip başlandy. Mör-möjekleriň suw çalşygyny kodirleýän genler bilen bakulowiruslara rekombinant bolan genleri işläp düzmek boýunça işler üstünlikli amala aşyrylýar. Şeýle serişde täsir etdirilen

mör-möjekler suwsuzlanmakdan ýa-da aş suwlulykdan 5 günün içinde ölýärler. Virus pestisidleriniň netijeliligini ýüzlerçe esse köpeldýän täze virus belogy tapyldy. Protein *Trichoplusiani* granulýozynyň – bitaý ýüpek gurçugyny, sowkany, woloknýankany zaýalaýan bakulowirusyň protein gabygyndan bölünip alyndy, serişde wirusy güýçlendiriji faktor (WGF) diýlip atlandyryldy.

Mör-möjekleriň öýjük ösdürmeleriniň tehnologiýasyny kämilleşdirmek we ösdürmek hem-de täze wiruslaryň seçgisi we, hatda, täze wiruslary döretmek, şol sanda prokariotlarda eukariot wiruslaryny öndürmek wirus pestisidleriniň himiki serişdelere garanyňda bäsleşige ukyplylygyny ýokarlandyrmaga täsir etmegi mümkindir.

7.2. Biogerbisidler

Gerbisidler – hapa-haşal otlara garşy ulanylýan himiki serişdeler bolup, oba hojalygynda ulanylýan himikatlaryň jemleýji bazarynyň 50%-ine golaýyny tutýarlar. Himiki gerbisidlere şoňa meňzeş gerbisidleriň ählisine häsiýetli ýetmezçilikler mahsusdyr. Şonuň üçin biogerbisidleri döretmäge bolan talaplar düşnüklidir. Biogerbisidlere ösümlikleriň mikroorganizm-patogenleri, fermentler hem-de biokonwersiýa arkaly alynýan ýarym önümler degişlidir.

Hapa-haşal otlaryň himiki serişdelere durnukly käbir görnüşleri bilen göreşmek üçin özboluşly we zäherli bolan mikroorganizmleri ulanýarlar. Has ýygýdan kömelek fitopatogenleri we kömelek fitotoksinleri ulanylýarlar. Olary ulanmagyň çygýrlaryny giňeltmek üçin üýtgäp duran kömelegiň daşky gurşawa durnukly görnüşlerini almak zerurdyr. Daşky gurşawyň faktorlaryna çydamlylygy pes bolan bakteriýa fitopatogenleri ösümlikleri az derejede zaýalaýarlar. Bu ugurda soňky ýyllarda alnyp barylýan işlerden düýpli perspektiwalar garaşylýar. ABŞ-da we Ýaponiýada alnyp barylýan bilelikdäki işlerde biogerbisidleri soýanyň, arahisiň, tüwüniň hapa-haşal otlarynyň garşysyna ulanylýan tebigy mikroorganizmleriň esasynda almagy işläp düzýärler. ABŞ-nyň bazarlarynda çyrmaşyga garşy *Phytophthora palmivora*nyň ştamynyň esasynda alnan serişde peýda boldy. Ýaponiýa *Streptomyces hydroscopicus*niň şamlarynyň produsenti bilafosyň esasynda biogerbisidi öndüriňp başlandy. Bu serişde dürli täsirlere eýe bolmak bilen, esasan, hapa-haşal otlaryň ýapraklarynda we baldaklarynda kadaly azot çalşygyny bozýar.

Biogerbisidler bilen bir hatarda, ösümlikleri goramakda kesel döredijiler bilen göreşmäge niýetlenilen biologik serişdeler ulanylýarlar. *Pseudomonas fluorescens* bakteriýalaryň esasynda bugdaýy, süläni, çowdaryny zaýalaýan 40-dan gowrak mikroorganizmleriň ösüşini haýalladýan “P-2-79” serişdesi alyndy. *Pseudomonas*nyň esasynda jöweniň we mekgejöweniň tohumyny antraktozdan we rizoktoniozdan, gowaçanyň we soýanyň tohumyny süllermeden (wiltden) we birnäçe beýleki kesellerden goramak çärelerini amala aşyrýarlar. Almanýň fitoftorozy bilen

göreşmek üçin toprak bakteriýasy *Enterobacter aerogenesi* ulanmak usuly teklipe edildi. Köp sanly gök ekinleri mikroskopik kömelekleriň döredýän keselinden gorumak üçin *Trichoderma polysporum* we *T. viride* ösdürmeleriniň esasynda alnan serişdeler ulanylýar.

Umuman, oba hojalyk ekinleriniň we mallarynyň kesellerine garşy ulanylýan dürli serişdeleriň görnüşleri we mukdary barha artýar. Dürli ekspert barlagçylaryň baha bermegine görä, bu serişdeleriň bazary 2000-nji ýyldan her ýylda 8-den 20 mlrd dollara çenli barar diýip çaklanylýar.

7.3. Biologik dökünler

Mikroorganizmler topragyň hasyllylygyny ýokarlandyrmakda uly ähmiýete eýedirler, çünki ösüş prosesinde topragyň gurluşyny gowulandyrýarlar, iýmit maddalary bilen baýlaşdyrýarlar, dökünleriň has doly ulanylmagyny üpjün edýärler.

Depginli ösümlikçilik topragyň azodyny azaldýar, çünki onuň ep-esli bölegi her ýyl hasyl bilen bilelikde çykarylýar. Gadymy döwürlerden bäri topragy dikeltmek we gowulandyrmak we çykarylan azodyň öwezini diazotroflygy (atmosfera azodyny özleşdirmek) netijesinde dolmak üçin mikroorganizmler bilen peýwentlikde kösükli ekinleri ulanypdyrlar. Kösükli ekinleri ulanmagyň berýän oňyn netijelerini göz önünde tutup, diazotroflylyk hadysasyny öwrenmek boýunça ylmy barlaglary geçirmeklik makul bilindi.

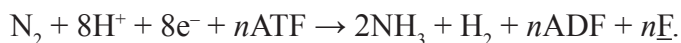
Ilkinji bolup kösükli ekinleriň kökündäki klubenlerde bakteriýalaryň bardygyny 1858-nji ýylda Lahman we 1866-njy ýylda Woronin ýazyp, beýan etdiler. Azot berkidijileriň arassa ösdürmesi 1888-nji ýylda Beýýering tarapyndan alyndy. Tiz wagtdan beýleki azot berkidiji mikroorganizmler hem bölünip alyndy we ýazyp beýan edildi; Winogradskiý 1893-nji ýylda ilkinji bolup molekula hallaryndaky azody berkidiji anaerob sporaly bakteriýany bölüp aldy we ony beýik L.Pasteriň şanyna *Clostridium pasteurianum* diýip atlandyrdy; 1901-nji ýylda Beýýering ikinji erkin ýaşayan azot berkidiji bakteriýany – Azotobakteri açdy. Azody berkitmegiň ýokary önümliligi bu bakteriýalary azodyň goruny köpeltmek maksady bilen topraga introdusirlemekde ulanylyp başlandy. Kösükli ekinleriň klubenlerinde ösýän *Rhizobium* maşgalasyna degişli peýwent bakteriýalar hem amalyýetde ulanylyp başlandy.

Rhizobium maşgalasyna degişli peýwent bakteriýalaryň azody berkitmekdäki ähmiýeti belli edilen dessine bu mikroorganizmleri topraga bermegiň we tohumlary inokulyýalamagyň usullaryny işläp düzmeklik başlandy. Bu usullary ulanmaklyga edilýän çykdajylar o diýen uly däl, ulanmagyň tehnikaýy örän ýönekeý, olary ulanmaklykdan alynýan netijeler bolsa düýplüdür. Kösüklileri ösdürip ýetşdirmeklik topragyň azot balansyna oňyn täsir etmek bilen, topragyň eroziýasy bilen göreş çärelerini hem ýenilleşdirýär we arryklandyran ýerleri dikeltmegi ýenilleşdirýär.

7.3.1. Azotly biodökünleri almagyň tehnologiýasy

Inokulýasiýanyň iň aňsat usullarynyň biri kösükli ekinler ösdürilip ýetişdirilen topragy ulanmaga esaslanandyr. Bu usul XIX asyryň ahyrlarynda işlenip düzülen we şu günlere çenli ulanylyp gelinýär. Usulyň ýetmezçiligi – topragyň uly göwrümini (100-1000 kg/ga) göçürmek zerurlygynyň bolmagydyr we keselleriň ýaýramaklygynyň ähtimallygydyr. Tohumlary inokulýasiýa etmek üçin has netijeli usul azot berkidiji bakteriýalaryň ýörite serişdelerini ulanmakdyr.

Rhizobium maşgalasynyň kluben bakteriýalary kösükli ekinleriň kök ulgamynda ösýärler we olar bilen peýwent ýagdaýda atmosferanyň azodyny berkidýär we ösümligiň azoda bolan islegini kanagatlandyrýar. Häzirki zaman düşüňjelerine laýyklykda, azody berkitmek prosesi gaz halatyndaky azody ammiaga öwürmegiň dikeldiji prosesidir, ammiak soňra ösümlükler tarapyndan aminokislotalary emele getirmek üçin özleşdirilýär. Azot berkidiji mikroorganizmler özboluşly nitrogenaza fermentine eýedirler, onuň işjeň merkezinde azodyň inert molekulasynyň N_2 işjeňleşmesi we ammiaga NH_3 çenli gaýtarylmasy bolup geçýär:



Kluben bakteriýalary ösümlük-hojaýyna görä saýlajylyk ukybyna eýedirler. Azody berkidijileriň bu aýratynlygy Rhizobium maşgalasynyň içindäki toparlara bölünmegiň esasyňa girizildi. Mysal üçin, *Rh. leguminosarum* bakteriýalary üçin ösümlük-hojaýyny nohut, dälje mäs, ot-ýmlik kösükler, çina, merjimek; *Rh. phaseoli* bakteriýalary üçin noýba; *Rh. japonicum* bakteriýalary üçin soýa; *Rh. trifolii* bakteriýalary üçin ýorunja; *Rh. vigna* bakteriýalary üçin wigna, mekgejöwen, arahis we başgalar. Azody berkitme prosesi kösükli ekinleriň kökündäki bakteriýalaryň kök tüýjagazlary arkaly köke geçmegi netijesinde klubenlerinde döreýär. Bakteriýalaryň ösümlükler bilen özara gatnaşyklary şertleriň toparyna, şol sanda ösümlükleriň fiziologik ýagdaýyna we olaryň ösüş şertlerine hem-de bakteriýalaryň fiziologik işjeňligine we zyýanlylygyna (wirulentnostyna) baglydyr. Zyýanlylyk diýip, bakteriýalaryň ösümlükleriň kökünüň içine sümülme we klubenjigi emele getirip bilmek ukybyna aýdylýar. Klubenjikleriň emele gelme prosesine hem-de azody berkitme prosesiniň netijeliligi temperatura we topragyň çyglylygyna, bakteriýalaryň we ösümlükleriň ösmegi üçin ondaky bar bolan biogen elementlere baglydyr.

Tohumlary inokulýasiýa etmek üçin ilkinji satmaga niýetlenilen serişdäniň üýtgeşik görnüşini (harytlyk ady “*Nitragin*”) Beýik Britaniýada Nobbe we Hiltner 1896-njy ýylda patentlediler. Dürli kösükliler üçin şol wagtlar ösdürmäniň 17 warianty goýberilýärdi. 1920-nji ýyllarda inokulýantlaryň köp görnüşleri goýberilýärdi, olaryň arasynda azot berkidiji mikroorganizmleriň arassa ösdürmeleri, bakteriýalaryň çäge ýa-da torf bilen garyndysy hem-de agarda ýa-da suwuk gurşawda ösdürilen ösdürmeler bardy.

Bakteriýalary agarlanan gurşawlarda ösdürýärdiler, soňra dykyz gurşawyň ýüzünden gazap aýyrdylyr we süýtde suspedirleýärdiler. Bakteriýalaryň suspenziýasyny tohumlaryň üýsmegine guýýardylar, garyşdyrýardylar we tohumlary soňra kölegelede guradýardylar. Tohumlary biraz wagtdan ekyärdiler. Bu usul göwrümi köp bolmadyk tohumlar üçin ýaramly bolup, 1930-njy ýyllaryň ahýrlaryndan 1970-nji ýyllaryň başlaryna çenli köp ýurtlarda ulanylyp gelindi. Soňra Ýewropanyň birnäçe ýurtlarynda ýorunja ekilýän meýdanlaryň gysgaldylmagy bilen, bu usuly ulanmagyň gerimi ep-esli peseldi. Ondan başga-da azody berkidiji bakteriýalaryň şeýle serişdeleri guradylandan soň derrew ölýärler, ýagny olary uzak wagtyň dowamynda ulanylyp bolmaýar. Bu ýetmezçilikler torfuň esasynda ýasalan serişdelerde ýokdur. Bakteriýalary adaty usul bilen steril şertlerde çuňlaşdyrylan ösdürmelerde olaryň dykyzlygy ýeterlik ýokary derejelere ýetýänçä (10^8 - 10^9 öýjük/ml) ösdürýärler, gurşawyň esasy hökmünde maýaly ekstrakt ýa-da mannitol ulanýarlar. Soňra guradylan (galyndy çyglylyk 10%-e golaý), owradylan (200 meş) torfuň pH-yny CaCO_3 goşup, 6,5-7,0-ä ýetirýärler we suwuk ösdürme bilen garyşdyrýarlar (massa görä 40%). Torfuň esasynda alnan bakteriýa serişdesi birnäçe gije-gündiziň dowamynda ýetişýär. Soňra ony ýene-de garyşdyrýarlar, polietilen haltajyklara gaplaýarlar we germetizleýärler. Serişde pes temperaturalarda saklananda, inokulyatyň ýaşajylygy köp wagtyň dowamynda, 90 hepde çenli, saklanylýar. Amatly şertlerde ösdürmäni bir ýylyň dowamynda saklap bolýar.

Bakteriýalary göterijiler hökmünde dürli kompozisiýalar synalyp görüldi: torfuň toprak bilen garyndysy, ýorunjanyň we samanyň goşundylary, çüýrän ýonuşga, bentonit we işjenlendirilen kömür. Häzirki wagtda azody berkidiji peýwent bakteriýalaryň ýaşajylygyny goldamak üçin dürli göterijiler ulanylýar, emma olaryň iň amatlysy torfdur. *Rhizobium* maşgalasyna degişli klubenkaly bakteriýalaryň esasynda we Azody berkidijileriň kösüklü ösümlükleriň (nohudyň, noýbanyň, soýanyň, kleweriň, ýorunjanyň, lypuniň we başg.) hasyllylygyny köpeltmäge niýetlenilen gury serişdeler häzirki wagtda **“Nitragin”** haryt ady bilen goýberilýär. Toprak nitraginden başga-da, gury nitragin – 1 g 9 mlrd-dan az bolmadyk ýaşajylyk ukyply öýjükleri saklaýan bakteriýa serişdesi goýberilýär, dolduryjy hökmünde hek, kaolin, bentonit ulanylýar. Galyndy çyglylygy 5-7% bolan gury nitraginiň serişdelerini 0,2-1,0 kg mukdarda gaplaýarlar we 15°C-de 6 aýyň dowamynda saklaýarlar. Nitragini tohumlara gury serişdäni pudrlap sepmek arkaly gönüden-göni ekişň önüşi ýanynda berýärler. Nitraginiň serişdelerini topraga mineral we organiki dökünleriň fonunda berýärler. Topragy nitragin bilen inokulyasiýalananda kösüklü ekinleriň hasyllylygy 15-20% artýar.

Täsiri boýunça azot dökünlerine meňzeş azody berkidiji bakteriýalaryň beýleki serişdesi senagatda birnäçe wariantlarda öndürilýän **“Azotobakterindir”**. *Azotobacter* maşgalasyna degişli bakteriýalar azody berkidiji erkin ýaşajylyk mikroorganizmleridir we azody berkitmegiň ýokary öndürilijiligine (ulanylan gandyň 20 mg/g çenli) eýeçidir. Atmosfera azodyny baglanyşdyrmakdan başga-da, bu bakteriýalar biologik işjeň maddalary (witaminleri, gibberellin, geteroauksin we başg.) işläp çykarýarlar. Munuň netijesinde azotobakterin bilen inokulyasiýa geçirmek tohumlaryň gögermegini stim-

ulirleýär we ösümlikleriň ösüşini we köpelişini çaltlaşdyrýar. Galyberse-de, azotobakter fungisidleri daşaryk bölüp çykarmaga (ekskretirlemäge) ukyplydyr. Munuň bilen ösümlikleriň rizosferasynda ösümlikleriň ösüşini haýalladýan mikroskopik kömelekleriň ösmegi ezilýär. Emma, Azotobacter maşgalasyna degişli bakteriýalar gurşawyň şertlerine, aýratyn-da, toprakdaky fosfatlaryň we mikroelementleriň konsentrasiýasyna örän talapkärdirler we mes topraklarda oňat ösýärler.

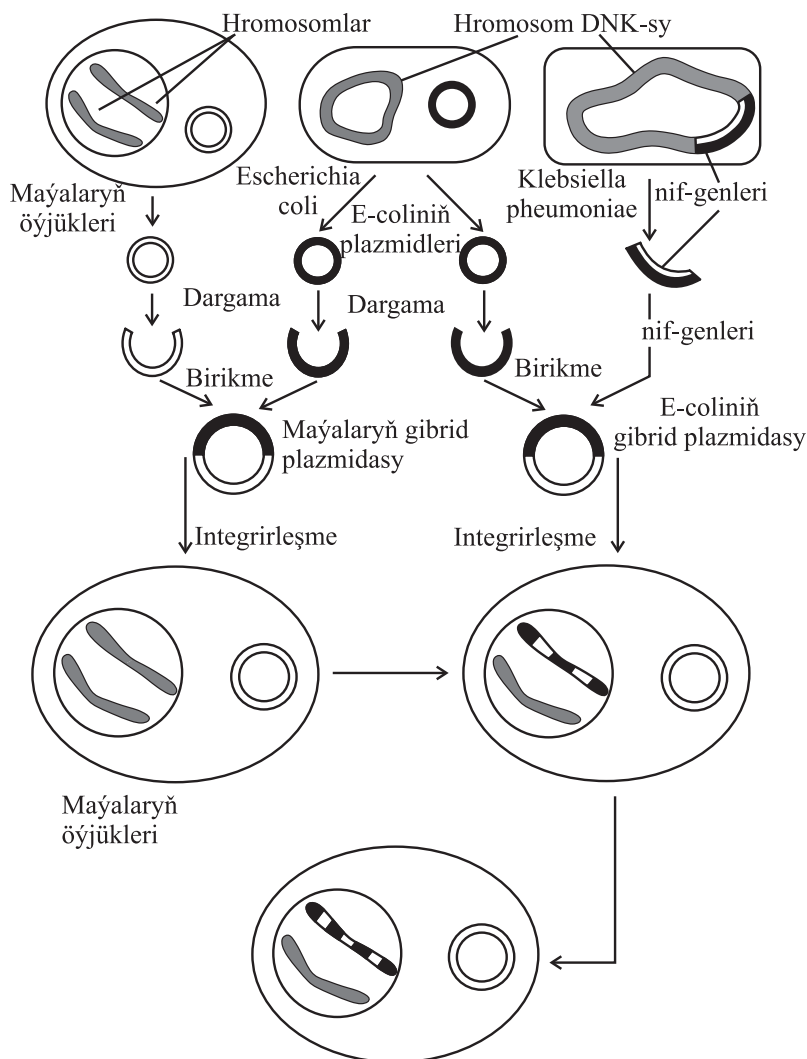
Azotobakteriniň gury serişdesini almagyň tehnologiýasy gury nitragini almagyň tehnologiýasyna meňzeşdir we öz içine ekilýän materialy almagy we kontrollyk edilýän şertlerde çuňlukdaky steril ösdürmede bakteriýalary stasionar fazanyň başlanmagyna çenli ekmekligi öz içine alýar. Galyndyly çyglylygy 5-7% bolan 1 kg-da 5 mlrd az bolmadyk ýaşayşa ukyply ösümlikleri saklaýan taýýar serişdäni 0,4-2,0 kg-lyk polietilen haltajyklara gaplaýarlar we germetizirleýärler hem-de 15°C-de saklaýarlar. Senagatda azotobakteriniň torfly we toprakly serişdeleri hem goýberilýär. Munuň üçin dolduryjy hökmünde dargap başlan we neýtral reaksiýaly torfy ýa-da çüýrüntgili topragy ulanýarlar. Elekden geçirilen topraga ýa-da torfa superfosfat (0,1%>) we hek (1-2%>) goşýarlar. Garyndyny 0,5 litrlik çüýşelere gaplaýarlar, 40-50% suw guýup, çyglylandyrýarlar we sterilleşdirýärler. Steril dolduryja bakteriýalaryň ösen ösdürmesini goşýarlar. Serişdeleriň saklanyş döwri – 2-3 aý. Tohumlar işlenilende sürülen ýeriň her hektaryna 3-6 kg serişde berilýär.

Azotobakterini ulanmagyň usulyny ekilýän material kesgitleýär: däne-li ekinleriň tohumyny gury serişde bilen mehanizirlenen usulda pudrlaýarlar; kartoşkanyň klubenlerini we gök ekinleriň şineleriniň kök ulgamyny serişdäniň suwly suspenziýasy bilen işleýärler.

Soňky ýyllarda biologik azody berkidijiligi öwrenmek üçin molekulýar biologiýanyň usullaryny we genetikanyň iň täze usullaryny ulanyp başladylar. P₁ kolifagyň kömegi bilen erkin ýaşayan Klebsiella pneumoniae M₅ bakteriýasyny köpeldip bolýandygynyň we onuň kömegi bilen nif-genleri (azody berkidiji genleri) transdusirlemegiň mümkindigi görkezildi. Şonuň bilen birlikde, nif-genleri plazmidleriň kömegi bilen azody berkidiji ştamdan diazotroflyga eýe bolmadyk şamlara geçirip bolýandygy subut edildi. Azody berkidiji genleri göteriji konýugasiýada ştamdan ştama ýeňil geçirilýän konýugativ plazmidler ýüze çykaryldy. Şundan soň alymlarda öýjük we gen inženeriýasy usullary bilen atmosfera azodyny berkidiji ösümlikleri alyp boljakdygyna bolan ynam döredi. Emma, azot berkidiji genleri geçirmeklik we olaryň ekspressiýasy (täsirlilik) iňňän çylşyrymly meseledir.

Bu ugurda 1970-nji ýyllaryň ortalarynda güýçli depginler bilen başlanan ylmy barlaglar häzire çenli garaşylýan netijeleri bermeýärler. 1990-njy ýyllaryň başlarynda nif-genleriň gurluşy we guramasy anyklanandan soň, alymlaryň ünsi, esasan, bu genleriň işleýşini we olaryň önümleriniň tebigatyny öwrenmeklige gönükdirildi. Birnäçe azody berkidiji mikroorganizmlerde iri plazmidler açylandan soň, bu plazmidleriň diňe bir nitrogenazanyň gurluş genlerini däl-de, eýsem kösükli ösümlikleriň käbir görnüşlerinde kök klubenleriniň ösüşine jogap berýän genleri saklaýan-

dyklary mälum edildi. Dürli azody berkidijileriň nitrogenazalarynyň biohimiki häsiýetnamalary meňzeşdir. Bu olaryň sintezini kodirleýji genleriň gomologiýalygyny görkezýär. DNK-laryň gurluşynyň gomologiýasy olarda täze diazotroflary çäklendirmek maksady bilen nif-genleri klonirlemegiň önünden dörän sebäbidir. Öz-özünden geçýän azody berkidiji genleri göreriji plazmidalaryň konstruirlenmegi diazotroflylygy azody berkitmeýän görnüşlere: *E. coli*, *Salmonella typhimurium*, *Erwinia herbicola*, *Ps. Fluorescens* bermeklige mümkinçilik berdi, ekspressiýasyny (täsirlilik) almazdan nif-genler maýalarda hem klonirlendi (7.1-nji surat).



7.1-nji surat. Azody berkidiji genler maýalaryň genomyňa guruldy (U. Brillň maglumaty boýunça, 1991):

Birinji basgançakda *E. coli* we maýa öýjügiň plazmidizlerini goşup, gibriz plazmidalaryny alyarlar, ikinjide – nif-genlerini *Klebsiella pneumoniae*dan bölüp alyarlar we olary *E. coli*niň ikinji plazmidalaryna gurýarlar, ony maýalaryň hromosomasyna girizýärler

Genleriň has ýönekeýje toparjagazlaryny geçirmek tutuş nif-meýdançasyny geçirmekden aňsatdyr we ony wirus wektorlarynyň esasynda, mysal üçin, reňkli kelemiň mozaika wirusynyň esasynda amala aşyrýarlar. Nif-genleri ösümliklere geçirilende ägirt uly kynçylyklar ýüze çykýarlar, bu kynçylyklar diňe bir genleriň özlerini geçireniňde döremän, eýsem olaryň ekspressiýasy bilen baglydyr. Emma, klonirlemäniň we nuklein kislotalarynyň rekombinasiýasynyň häzirki wagt işlenip düzülen usullary azody berkidiji genleri ösümlikleriň öýjüklerine geçirmäge olaryň ekspressiýasyny almaga mümkinçilik berýär. Azody berkidiji genler ýokary derejeli ösümliklere geçirilende, genetiki häsiýetli kynçylyklardan başgalary hem ýüze çykýar. Azody berkidiji genleriň elektronlary geçiriji we nitrogenazalaryň işleýşine jogap berýän kofaktorlaryny sintezleýji genleri bilen özara baglanysygyň sazlaşygy henize çenli öwrenilmän gelýär. Nitrogenaza kislorodyň ingibirleýji täsirinden goralan bolmalydyr.

Netijeli ösümlikleri-hojaýynlary seçip almak üçin ösümlikleriň genetikasyny öwrenmek hem-de mikroorganizmleriň genomlaryny diňe bir kösüklü ösümlikler bilen peýwent ýaşamaga däl, eýsem beýleki ösümlikler (mysal üçin, däneliler) bilen hem peýwent ýaşap bilýän mikroorganizmleri modifisirlemek boýunça depginli işleri geçirmeklik zerurdyr.

Azody berkidiji genleri ýokary derejeli ösümliklere geçirmek boýunça düýpli barlaglar, ähtimal, ösümlikleriň azot bilen iýmitlendirilişiniň amalyýetiniň düýpgöter özgertjek açyşlara getirer.

7.3.2. Ösümlikleri fosfatlar bilen üpjün etmek

Mälim bolşy ýaly, fosfat ionlary şeýle bir hereketjeň däldirler, şonuň üçin ösümlikleriň kök zolagynyň töwereginde fosforyň gytçylygy döreýär.

Wezikulýar-arbiskulýar (WA) mikoriza topragyň hasyllylygynda düýpli ähmiýete eýedir, çünki ösümlikleriň fosfatlary toprakdan siňdirip almagyna ýardam edýär. Endo we ekzomikorizler topragyň kesel döretmeýän kömelekleriniň ýokuşdyrmagy netijesinde ösümlikleriň kökjagazlarynyň içinde ýa-da töwereginde emele getirýän aýratyn gurluşlarydyr.

Kömelekleriň we ösümlikleriň arasynda emele gelýän peýwent gatnaşyklar hojaýyn-ösümlik ulgamyna hem amatlydyr. Endogonaceae maşgalasyna degişli kömelek-fikomisetiniň emele getirýän WA mikorizasy ähli klimatik zolaklaryň topraklarynda örän ýygý-ýygýdan gabat gelýär. Bu mikoriza ýapyk tohumlylaryň aglabasyna, köp sanly ýalaňaç tohumlylara hem-de käbir paporotniklere we peçýonoçniklere mahsusdyr. Mikoriza WA medeni ösümlikleriň wajyp görnüşleriniň aglabasynda tapylandyr. Miseliýadan ösüp çykýan we kök ulgamynyň uzak çäklerine ýaýran mikorizanyň gifleri fosfat ionlaryny özleriniň bolýan ýerlerinden ho-

jaýyn-ösümligiň öýjüğine geçirýär. WA has köp derejede öz täsirini kök ulgamlary kánbir ösen bolmadyk ösümlüklere ýetirýär. Bu mikoriza sebäpli ösümlükleriň fosfata garyp bolan topraklarda ösüşi gowulaşýar. Fosfatlaryň girmegi bilen bir wagtda ösümlükler mikroelementler bilen hem baýlaşýarlar. Mikorizaly ösümlüklerde ösdüriji gormonlaryň konsentrasiýasy mikorizasyz ösümlükleriniňkiden ýokarydyr. Eger-de mikoriza WA azody berkidiji bakteriýalaryň barlygynda emele gelen bolsa, kösüklilerde klubenkalaryň emele gelmek we azody berkitmek prosesi güýçlenýär.

Endofitleri toprakda köpeltmek üçin olary inokulýasiýa etmeli. Emma, kömekleriň köpelmegi diňe hojaýyn-ösümligiň bolmagynda bolup geçýär. Endofitleri köp mukdarda almagyň ýeke-täk usuly ösümligi degişli liniýasynda ösdürüp ýeňdirmekdir. Munda inokulýat bolup miseliýanyň we sporalarynyň kökleriniň garyndysy hyzmat edýär. Bölünip alnan sporalar, ýokuşdyrylan topragy ýa-da ösümlükleriň köklerini WA bilen kesellerden azat bolan hojaýyn-ösümligi kúýzelerde inokulirlmek diýilýäni üçin peýdalanýarlar. Şeýle ýol bilen alnan inokulýat ösümlükleri inokulirlmek üçin ulanýarlar. Hojaýyn-ösümligiň kúýzedäki ösdürmesinden alnan arassalanmadyk inokulýatynyň birnäçe gramyny gurşawa goşýarlar ýa-da ösümlükler topraga geçirilmänkä, kuwwatly mikoriza emele geler ýaly ýaş kökleriň golaýynda ýerleşdirýärler. Bu usul tokaýlar, sitrus ösümlükleri ösdürilip ýetdirilende gowy netije berýär, emma meýdan şertlerinde inokulýasiýa etmek üçin ulanylmaýar, çünki serişde köp mukdarda gerek bolýar (1 ga 2-3 t arassalanmadyk inokulýat). WA-nyň şeýle köp mukdaryny almak häzirligçe mümkin däl.

Oba hojalyk ekinleriniň fosfatlar bilen iýmitlendirilişini gowulandyrmak üçin ***fosforobakterini*** ulanmak netijelidir. Serişdäni *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum* ösdürmäniň sporalarynyň esasynda alýarlar. Bu bakteriýalar özleşdirmesi kyn bolan fosfatlary we fosfororganiki birleşmeleri (nuklein kislotalary, nukleoproteidler) ekinleriň ýeňil özleşdirýän görnüşlerine öwürýärler. Fosfobakteriniň fosfor dökünleriniň deregini tutmaýandygyny we olarsyz işlemeýändigini turuwbaşdan aýtmalydyrys. Fosfobakterini ulanmakdan alynýan oňyn netijeler diňe bir özleşdirilýän fosfatlary ösümlüklere eltmek bilen çäklenmän, eýsem biologik işjeň maddalaryň (tiamin, biotin, nikotin we pantoten kislotalarynyň, B₁₂ witaminiň we başg.) edýän täsiri bilen hem baglanyşyklydyr. Bu biologik işjeň maddalar, inokulýasiýada tohumlaryň üstüne, soňra bolsa ösümlükleriň dokumalaryna düşmek bilen, olaryň fosfor we azot bilen iýmitlenişini stimullirleýärler, ýagny ösümlükleriň ösüşine ilkinji basgançaklarda oňat täsir edýärler.

Fosfobakterin serişdesini almagyň tehnologiýasy köp tarapdan gury nitragini we azotobakterini almagyň tehnologiýasy bilen meňzeşdir. *Bac. Megateriumy* ösdürme kontrolyk edilýän çuňlukdaky ösdürmede sporalar emele gelme basgançagyna çenli dowam edýär. Proses berk steril şertlerde geçirilýär, çünki senagat şamlarynyň aglabasy bakteriofaglaryň täsirine duýgurdyr. Pürküji guradyjyda 65-75°C-de guradylan 2-3% galyndyly çyglykly biomassany kaolin bilen garyşdyrýarlar, her haýsynyň göwrümi 50-500 g bolan suw geçirmeýän germetik haltajy-

klara gaplaýarlar. Serişdäniň 1 g ýaşayşa ukyply öýjükleriniň mukdary 8 mlrd. az bolmaly däl. Bu serişde, nitraginden we azotobakterden tapawutlylykda, durnukly, şonuň üçin ol otag temperaturasynda uzak wagtyň dowamynda saklanyp bilýär. Bir ýylyň dowamynda saklanan serişdäniň ýaşayşa ukyplylygy 20%-e golaýdyr. Fosfobakterini gara toprakly fosforoorganiki maddalary köp saklaýan ýerlerde ulanmak has gowy netijeler berýär. Tohumlyk materialy gury fosfobakterin bilen mehanizirlenen usul arkaly gönüden-göni ekişiň önünde işleýärler. Serişdäniň harçlanyşy 5 g golaý, dolduryjynyň (palçyk, toprak, kül) harçlanylyşy 200 g kartoşkanyň klubenleri işlenende, sporalaryň 0,1%-li suwly suspenziýasy ulanylýar. Ekiş materialy gyra-deň çyglylandyrmak bilen işlenilýär. Fosfobakteriniň ulanylmagy oba hojalyk ekinleriniň hasylylygyny 10%-e artdyrmaga mümkinçilik berýär.

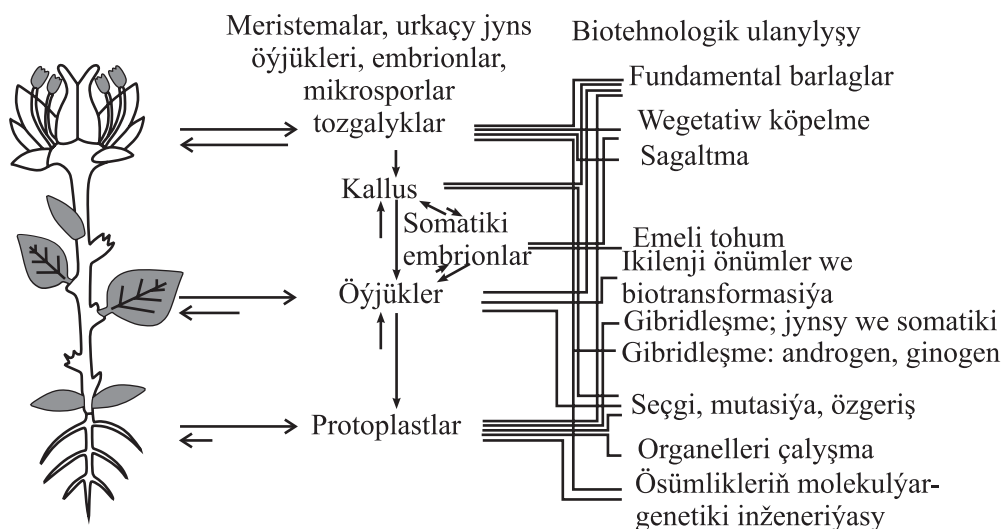
7.4. Oba hojalygynda önümliligi ýokarlandyrmak üçin ulanylýan biotehnologiýanyň iň täze usullary

Biotehnologiýanyň oba hojalygyna goşjak goşandy, köpçüligiň pikirine görä, öýjük we genetiki inženeriýanyň iň täze usullaryny ulanyp, medeni ekinleriň häsiýetlerini gowulandyrmagyň hasabyna garaşylýar.

7.4.1. Ösümlik öýjükleriniň we dokumalarynyň ösdürmeleri

Biotehnologiýanyň iň täze usullarynyň ýokary derejeli ösümlikler üçin ilkinji ulanylyşy olary klonirläp köpeltmek boldy. Muňa düýpli derejede 1950-nji ýyllaryň ahyrlarynda fitogormonlary öwrenmek üçin geçirilen işler itergi berdiler. Guralmadyk dokumalaryň *in vitro* proliferirleýji (kalluslar) massasyndan, organlaryň ösdürmesinden we boşluk pyntyklaryndan köp sanly ösümlikleriň öz-özünü dikeltmäge (regenerasiýa) bolan ukyby örän netijeli bolup çykdy. Öýjük differensirowkasynyň [organizmiň individual ösüşinde (ontogeneze) ilki başda birmeňzeş ýöriteleşdirilmedik düwünçek öýjükleriniň dokumalaryň we organlaryň ýöriteleşdirilen öýjüklerine öwrülme] we ösümlikleriň ösüşiniň, esasan, ösümlikleriň ösdüriji gormonlarynyň derejesi bilen kontrollyk edilýändigini belli bolanyndan soň, aýratyn öýjüklerden, differensirlenmedik kalluslardan öýjükleriň ösüş, ösümlikleriň morfogenezi we regenerasiýasy şertlerini *in vitro* döredip bolýandygy görkezildi. Ösümlik öýjüklerini we dokumalaryny ösdürme öýjük biologiýasynyň esasy obýektleri bolup, olar ösümlikleri protoplastlardan, öýjüklerden we dokumalardan täzeden döretmäge mümkinçilik berýärler, mahsus genetiki alamatlary boýunça transformirlenilip ýa-da saýlanyp alnyp bilner (7.2-nji surat). Ösümlik öýjükleriniň ösdürimi köp sanly populýasiýalary dolandyrylýan we kontrollyk edilýän şertlerde sähelçe wagtyň içinde çäklendirilen giňişlikde almaga we ýokarlandyrylan biologik önümlü ösümlik liniýalaryny tanamaga mümkinçilik berýär. Ösümlik öýjüklerini

hem suwuk, hem gaty gurşawlarda ösdürip bolýar. Munda ulanylýan usullar mikroorganizmleri ösdürmekde ulanylýan usullara meňzeşdir. Prosesi aseptik şertlerde sagdyn ýaş ösümlikden dokumanyň bölejiklerini almakdan başlanýar, kada bolşy ýaly, munuň üçin ýapraklary we baldaklary ulanylýar. Dokumany önünden saýlanyp alnan iýmitlendiriji gurşawda, ol degişli fizika-himiki faktorlara eýe bolandan soň ýerleşdirýärler. Kallus alnandan soň, ony ösdürmegi gaty gurşawda dowam etmek ýa-da öýjükleriň suspenziýasyny almak mümkin. Suspenziýаланan ösümlik öýjükleri kallusyň öýjüklerine garanynda has birmeňzeşdir, çalt ösýärler we öwrenişmäge ýokary mümkinçilikleri bardyr.



7.2-nji surat. Ösümlikleriň öýjükleriniň we dokumalarynyň biotehnologik ulanylyşy. Ugur görkezgiçleriň ini özara geçmegiň kynlygyny ýa-da aňsatlygyny görkezýär (H. Bormanyň maglumaty boýunça, 1991)

Ösümlik öýjükleriniň ösdürmelerini himiki birleşmeleriň biotransformasiýasy üçin we biologik işjeň maddalaryň netijeli de novo sintezi üçin ulanmak mümkin. Öýjükleriň ösdürmelerinde diňe bir ilkişadaky ösümlişe mahsus bolan biologik işjeň maddalary sintezlemäge bolan ukyby saklanyp galman, eýsem degişli intakt ösümliklerde gabat gelmeýän täze gymmatly önümleri (perisin, perikalın, hinokiol, ferriginol, akuammalin we başg.) öndürmäge bolan ukyp hem peýda bolýar. Munda birnäçe ýagdaýlarda öýjük ösdürmelerinde maksatlaýyn önüm ep-esli köp mukdar-da toplanýar. Ýokary önümlilik häsiýetli mutantlaryň hem alynmagy mümkin. Iri möçberlerde ösümlik öýjükleriniň ösdürmelerini 1970-nji ýyllaryň başlarynda ulanyp başladylar. Häzirki wagt ösümlik öýjükleriniň göwrümi 20 m³ çenli bolan iri masştably ösdüriji ulgamlary dürli maddalary – mentol, ženşen, ubihinon-10, betain, kamptotesin (antikanserogen), polipeptidleri – fitowiruslaryň ingibitorlaryny, agar-agary we başgalary almak üçin amala aşyrylýar. Bu sanawyň üsti doldurylýar. Usulyň umumy kemçilikleri ösümlik öýjükleriniň ösüş tizliginiň pesligi, ýokuş-

malaryň ýokary ýygylgy, genetika tarapdan durnuksyzlygydyr. Ondan başga-da, öýjükleriň suspenziýasynda olaryň agregasiýasy (toplanmasy), differensirowkasy [organizmiň individual ösüşinde (ontogeneizde) ilkibaşda birmeňzeş ýöriteleşdirilmedik düwünçek öýjükleriniň dokumalarynyň we organlaryň ýöriteleşdirilen öýjüklerine öwürilmegi] bolup geçýär, netijede, onuň işjeňligi peselýär.

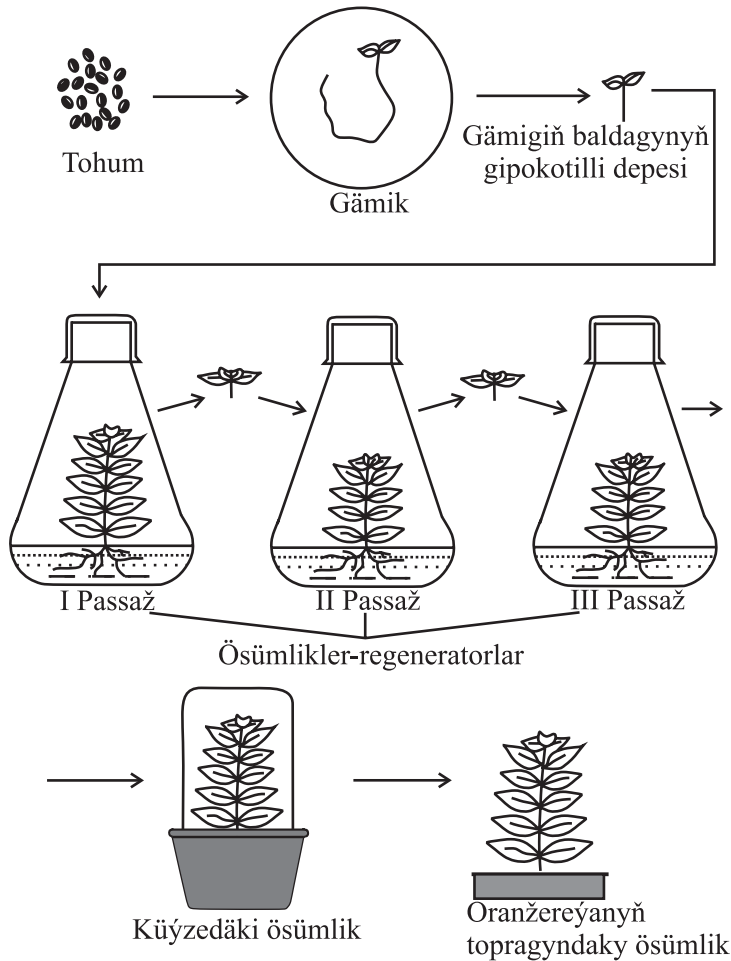
Bu kemçilikler immobilizlenen ösümlik öýjüklerini ulanyp geçirilýän proseslere mahsus däldirler. Şolar ýaly biologik ulgamlar mehaniki zeperlere has durnuklydyrlar, munda öýjükleriň ösüş fazasy önümiň emele gelme fazasyna gabat gelýär, öýjükler täze gurşawa ýa-da başga ösdürme şertlerine aňsat geçirilýärler. Bu tehnologiýanyň esasy kynçylyklary eukariotik ösümlik öýjükleriniň metabolizminiň sazlaşygynyň ýeterlik derejede öwrenilmegidir.

Ösümlikleriň öýjük ösdürmesiniň aýratynlygy olaryň totipotensiýa ukyplylygydyr, ýagny belli bir gurşawda we belli bir şertlerde bir öýjükden tutuş ösümligi ýaňadan dikeltmek bolýanlygydyr. Şeýle häsiýet haýwanlarda ýokdur. Şeýlelik bilen, islendik ösümlik öýjüginde bölünme prosesinde öýjügiň differensirowkasy üçin genetiki informasiýanyň esasy tutuldy. Bu aýratyn ukyby (fenomeni) ösümlikleriň mikro köpelmeginde ulanýarlar. Bu tehnologiýanyň düýpli artykmaçlyklary bardyr, çünki ösümlikleri çalt köpeltmek üçin materialyň, şol sanda keselleri döredijileri saklamaýan ulgamlaryň, ýylyň bütin dowamynda şitilleriň bolmagy we olaryň birmeňzeşligini gazanmak mümkinçilikleri, genetiki materialy uzak wagtyň dowamyn-da saklamak we täze genotipleri döretmäge mümkinçilikleriň bolmagy we başgalar.

Bir öýjükden tutuş ösümligi gaýtadan dikeltmek başardanyndan soň, öýjükleriň ösdürmesiniň tehnika klonirmek üçin giňden ulanylyp başlandy. Totipotensiýa (latynça *totus* – hemmesi, tutuş we *potentia* – güýç, aýry-aýry öýjükleriň olarda berkidilen genetiki informasiýanyň amala aşyrylma prosesinde diňe bir differensirowka däl-de, eýsem tutuş organizme ösüp geçmesi, ösümlikleriň we haýwanlaryň tohumlandyrylan aýal-lyk jyns organlary totipotentlidirler, beden öýjükleri üçin, ýagny jynsy bolmadyk öýjükler üçin embrional ösüşini ilkinji döwründen başlap, dokuma aýratynlygy häsiýetlidir, şonuň üçin olar totipotentlige eýe däldirler) birnäçe ösümlik görnüşleriniň dokuma ösdürmelerinde, soňra – dürli ösümliklerden izolirlenen beden we jyns öýjüklerinde görkezildi.

7.3-nji suratda *Catharanthus roseus* ösümliginiň ýokarky meristemlerinden klonal köpelişi görkezilendir. *C. Roseus* ösümliginiň sterillenen tohumlary gögereninden 7 gün soň gämikleriniň ujuny kesýärler we garaňkyda ösdürýärler, soňra bu uçjagazlary Niçanyň agarlanan gurşawynyň ýüzünde ýerleşdirýärler we ýagtyda ösdürýärler. 8 hepde geçenden soň apikal meristemlerden ösen kök ulgamly şitiller emele gelýärler. Bu şitilleri köpeltmäniň ikinji etapy üçin ulanýarlar, onuň barşynda bir bogundan we ýapraklaryň bir jübütinden ybarat eksplantantdan (dokumasy organizmiň daşynda ösdürilýän organizm) kökli we 4-5 jübüt ýaprakly şitiller emele getirýärler. Üçünji passaždan soň bogun sany şol önki ýaly şitiller ösýärler. Kök uran şitilleri steril toprakly kúýzejiklere oturdýarlar. 14 günlük akklimatizasiýadan soň şitilleri topraga ekýärler, munda şitilleriň ýaşajylygy 90% boldy.

1971-nji ýylda Tabeke kärdeşleri bilen, temmäkiniň ýapraklaryny öýjük diwarjagazlaryny eretmek maksady bilen sellýuloza we pektinaza bilen utgaşdyryp, işlänlerinde protoplastlary almakda üstünlik gazandylar. Protoplastlar bölünme prosesinde suwuk gurşawda ösdürilende tutuş ösümligi täzeden dikeltmäge ukyply kallus emele getirýändigini anyklanyldy. Munda protoklonlaryň (protoplastlardan alnan klonlar) 90%-den gowragy haýran galarlyk derejede fenotipi boýunça-da, genotipi boýunça-da ene-atalyk görnüşlerine meňzeşdigi anyklanyldy.



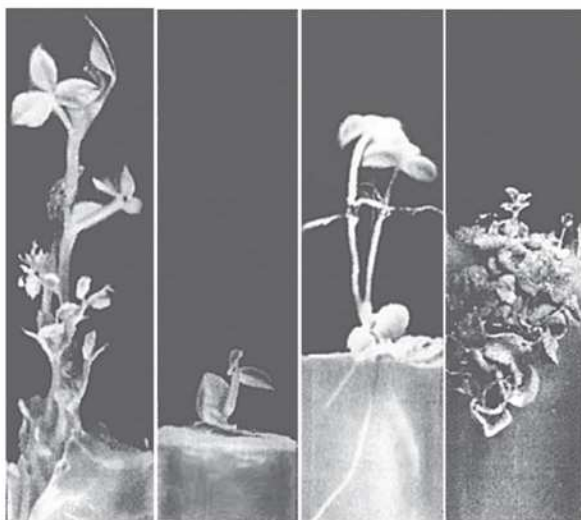
7.3-nji surat. *Catharanthus roseus* ösümliginiň klonal mikro köpelmesi
(N. Oledzka we başgalaryň maglumatlary boýunça, 1991)

Protoplastlar klonlary başga usullar bilen almaklyga mahsus bolan özgerijiligi ýeňip geçmäge mümkinçilik berdiler. 1980-nji ýyllaryň ahırlarynda ABŞ-da kartoşka ösümligini Rasset Berbank sortunyň protoplastlaryndan täzeden dikeltmegiň (regenerasiýa) tehnikasy işlenip düzüldi. 12-14 günün dowamynda protoplastlar öýjük diwarjagazlaryny emele getirýärler, bölünmäge başlaýarlar we kallus emele getirýärler. Mundam soň olary üç passaž edip, ösdürilýän gurşawa geçirýärler, soňky ösdürmede bitin ösümlikleri alýar-

lar. Alnan klonlaryň ägirt uly sany (60 000 golaý) seljerildi, netijede, olaryň birmeňzeş daldigine göz ýetirildi. Tehnika ösümlikleri barlaghana şertlerinde seçip almagyň ägirt uly perspektiwalaryny açýar. Şonuň ýaly işler temmäkiniň, petuniýniň we beýleki görnüşleriň protoplastlarynda pestisidlere çydamly görnüşlerini almak üçin geçirildi. Tutuş ösümlikleri öýjük ösdürmesinden we kalluslardan gaýtadan dikeltmegiň tehnikasyny birnäçe ösümlikleriň (soýanyň, maniokanyň) täze sortlaryny çykarmak, bugdaý dänelileriniň sortlaryny üýtgetmek üçin ulanmagyň hakyky mümkinçilikleri peýda boldy.

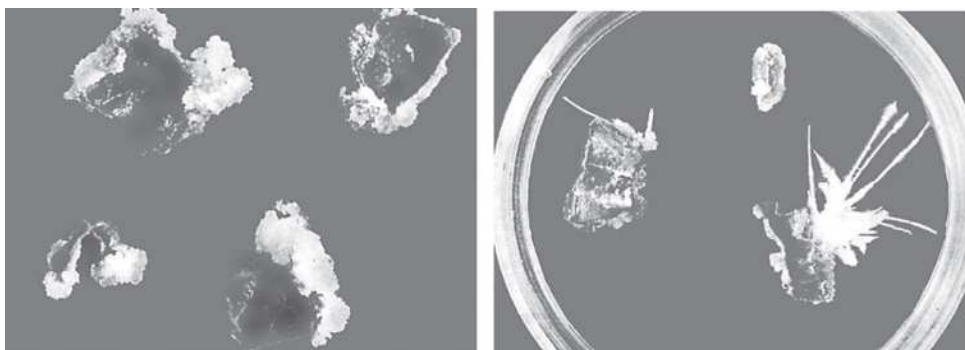
Ösümlik dokumalarynyň ösdürmesi öýjükleriň ösdürmesi ýaly, ösümlikleriň sagat klonlaryny we şonuň esasynda – gelejegi bolan şitili çalt almaga mümkinçilik berýär. Apikal meristemanyň (baldagyň ujundaky differensirlenmedik öýjükleriň uly bolmadyk böljigi) ösüp, bitin ösümligi emele getirip bilýändigini mälim edilenden soň, bu tehnika ösümlik liniýalaryny klonirmek üçin ulanylyp başlandy (7.4-7.5-nji suratlar).

Meristemanyň öýjükleri iýmitlendiriji gurşawa geçirilende, baş-alty ýapraýykly ösümligi emele getirip bölünýärler. Birnäçe hepde geçeninden soň, ösen baldagy kesip, baş-alty mikroçybyjyklara bölýärler, olar amatly şertlerde bitin ösümlikleri emele getirýärler. Ösümlik meristemleri ösdürilende gysga wagtyň içinde ullakan sagdyn nesil alyp bolýar (ýylda millionlarça ösümlik). Tehnologiýa bir ýyllyk ösümlikleri köpeltmek üçin ulanylanda oňat netijeleri berýär, çünki ýaş ösümlikleri almaga mümkinçilik berýär. Apikal meristema wiruslardan erkindir. Ony köpeldip alnan ösümliklerde hem wiruslar ýokdur. Bu tehnika ulanylyp, ilki başda wirussyz georginleriň sortlaryny, soňra bolsa kartoşkanyň wirus ýokuşyp, ýok bolup giden sorty (belde-fontone) dikeldildi, soňra köp sanly beýleki ekinleriň sortlary dikeldildi.



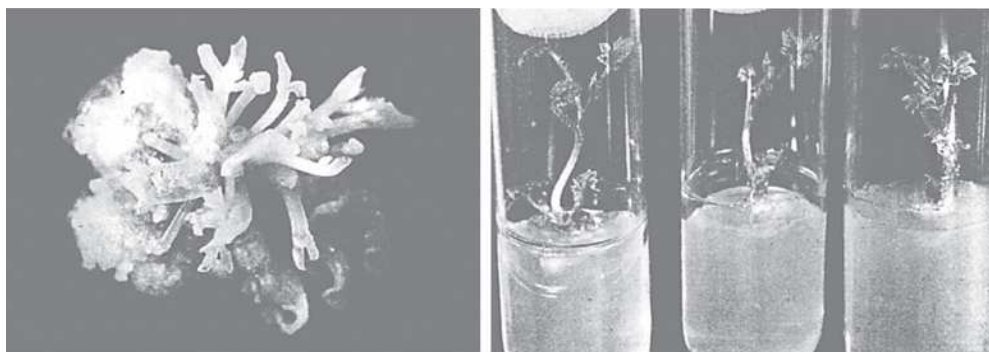
7.4-nji surat. Meristemanyň regenerantlary: ekilýän nohudyňky (çepde) we çemenlik kleweri (sagda) aýry-aýry gurşawlarda:

a – biologik işjeň maddalaryň goşulmagy bilen; b - ekzogen (daşky sebäpleriň täsirinden döreýän) boýy ösdüriji maddasyz (H. Kallak we A. Kyweýeriň maglumaty boýunça, 1991)



Ösümlikleriň in vitro täzedən dikeldilmegi.

Citrullus vulgaris ösümliginiň ýaprak tegeleklerinden we gipokotiliýa segmentlerinden täzedən dikeldilmegi: çepde – kallus emele getirmeginiň başyny başlama, sagda – kökleriň täzedən dikeldilmegi



Çepde – *Citrullus vulgaris*niň baldaklarynyň gaýtadan dikeldilişi, sagda – hakyky garpyzyň täzedən dikeldilişi (E.S. Piruzýanyň maglumaty boýunça, 1988)

7.5-nji surat

Bu tehnologiýany ýagly palmany dokumany *in vitro* ösdürip köpeltmekde ulanyp, aýratyn uly üstünlikler gazanyldy. Gwineýa ýagly palmasy soýadan soň ýagy almagyň ikinji çeşmesi hasaplanýar. Ýag palmasyny ulanmagyň aýratynlygy ony netijeli ulanmagy 25-30 ýyllap dowam etdirip bolýanlygyndadyr, ondan soňra bu agajyň plantasiýalaryny täzelemeli bolýar. Munuň üçin millionlarça ýaş nahallar gerek bolýar. Ösümlikleri çaknyşdyрма usuly bilen kämilleşdirmek we köpeltmek zähmeti we wagty köp talap edýän çärelerdir. Ýag palmasy tebigy şertlerde şahalary we gapdal baldaklaryny emele getirmeýändigini sebäpli, *in vitro* dokumalaryň ösdürmesine ýüzlenmeli boldy. Barlaglaryň barşynda meristemany ösdürme inkär edildi, kallus agajyň çür depesindeki ýaş ýapraklaryň böleklerinden alyndy. Soňra kalluslar bitin ösümlükler emele gelyänçä ösdürildi. Kalluslar üç aýyň dowamynda emele geldiler, ikinji we üçünji ösdürmelere geçirilende, olardan jynsy ýol bilen alynýan embrionlara meňzeş “embrioidler” emele geldiler. Embriionlar dördün-

ji ösdürmede derrew köpelyärler, bir aýyň dowamynda olaryň sany üç esse köpelip bilýär. Bir ýylyň dowamynda 10 sany embriondan 500 000-e çenli ösümlik alyp bolýar. Başynjy ösdürmede embrionlar ösüp, ýapraklyja nahallara öwrülýärler, altynjy-ýedinjide kökler emele gelýärler. Ösümlikleriň ösmeginiň doly aýlawy “embroid” döwründen beýikligi 12 sm bolan nahalyň emele gelmegi üçin üç aýyň dowamynda bolup geçýär. Bu usul Täze Gwineýa adalarynda ýarym senagat möçberlerde 1990-njy ýyllaryň başlaryndan bäri ulanylýar. Häzirki wagt klonirlenen materialyň synaglary meýdan şertlerinde geçirilýär. Günbatar Afrika ýurtlary klonirmeginiň tehnikasyny ulanyp, täze palma plantasiýalaryny döretmek prosesiniň depginliligini artdyryp bilerler, bu çäre kontinentde ýag öndürmekligiň möçberini üzüň-kesil ýokarlandyrrar we ýagyň bollugyny döredip biler.

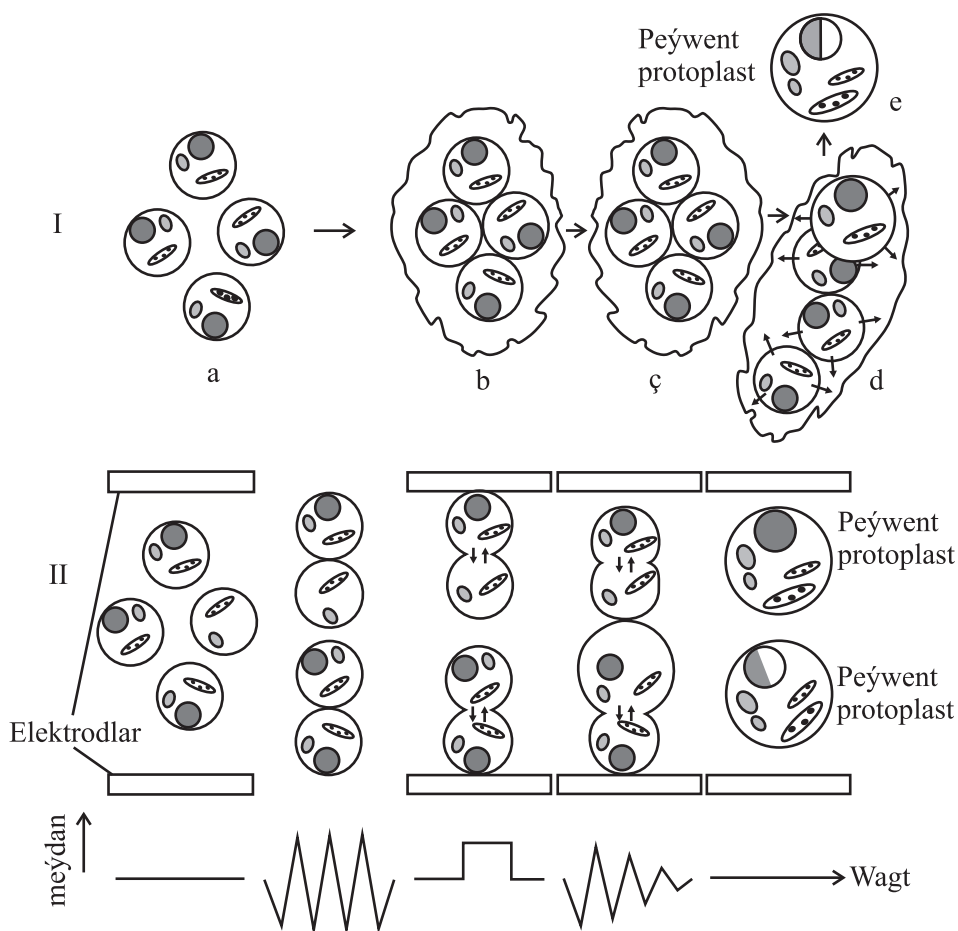
7.4.2. Protoplastlary birikdirmeginiň tehnikasy: gaploid ösümlikler

Ýokary derejeli ösümlikleriň peýwent görnüşlerini öýjük inženeriýasynyň usullaryny ulanyp, paraseksual gibridleşmäniň esasynda protoplastlary birikdirmе netijesinde alyp bolýar. Protoplastlary birikdirmе tehnikasy genetiklere peýwent ösümlikleriň dürlüligini giňeltmäge mümkinçilik berer. Gibridleşdirmäniň bu gelejegi bolan tehnikasy uly kynçylyk bilen bugdaýyň we çowdarynyň (tritikale), şalgamyň we kelemiň (rafanobrasika) gibridlerini almak başardan adaty jynsy köpelmä bagly dälär.

Usulyň manysy şundan ybaratdyr, ýagny munda ene-atalyk görnüşinde ösümlikleriň jynsy öýjükleri (gametler) däl-de, olaryň bedeniniň (soma) öýjükleri ulanylýar. Ene-ata organizmlerinden bölünip alnan, izolirlenen protoplastlar belli bir şertlerde birigýärler. Alnan gibrid (peýwent) öýjüklerden soňra bitin ösümlikler – gibridler alynýar. Bu tehnologiýany ulanmak iki sany täze eksperimental ugry, ýagny öýjükleri we dokumalary ösdürme usuly we izolirlenen protoplastlar usuly işlenip düzüleniden soň mümkin boldy. Izolirlenen protoplastlar usuly ferment gidroliziniň kömegi bilen öýjük diwarjagazlaryny dargatmaga we öýjük gabygy bolmadyk diň plazmolemma bilen ýapylan ösümlik öýjüklerini almaga mümkinçilik berýär. Protoplastlar biri-biri bilen birigip, tutuş bir zady, ýagny bitin ösümligi polietilengli koluň kömegi bilen ýa-da elektrik meýdanynyň täsirinde täzedен dikeldilip bilner (7.6-njy surat).

Protoplastlary genetika boýunça tejribe işlerinde ulanmaklyk polietilenglikolyň (PEG) olary birikdirmekte netijeli induktor bolup hyzmat edýändigini anyklandan soň mümkin boldy. Ösümlik öýjükleriniň we protoplastlaryň üstleri suw gatlagy bilen örtülendir we otrisatel zarýada eýedir. Bu ýagdaýlar olaryň birikmegine päsgel berýärler. PEG-iň täsiri, ähtimal, üstki zarýadlaryň azalmagynda we

suwuň aýrylmagynda ýüze çykýan bolmaly. Öýjükler PEG bilen işlenenden soň, öýjük membranalarynyň kontakty üçin amatly şertler döreýär. Kontaktyň amala aşyrylan ýerlerinde membranalaryň üzülmegi bolup geçýär we olaryň içindäki komponentler birleşýärler. Emele gelen gibrid gurluşlar öýjük diwarjagazlaryny dikeltmek ukybyny saklaýarlar, netijede, gibrid öýjükler emele gelýärler. Usulyň uniwersallýgy we sadalygy senagat ähmiýetli produsentleriň seçgisi üçin amatly edýärler. Genetiki rekombinasiýa indusirlenen mutagenез bilen utgaşyp, görnüşleriň ägirt uly dürlüligini döredýär we seçgi üçin materialy köpeldýär. Bu tehnika görnüş ara we maşgala ara peýwentlerini almaga we filogenetiki uzaklaşan görnüşlerini çaknyşdyrmaga ýol açyp berýär.



7.6-njy surat. Ösümlikleriň protoplastlarynyň polietilenglikolyň (I) we elektrik meýdanynyň (II) täsirinde birikmeginiň shemasy we döwürleri (H. Bormanyň maglumaty boýunça, 1991)

Ten (somatik) öýjüklerini birikdirip, temmäki ösümligini gibritleşdirilendigi baradaky ilkinji maglumat 1972-nji ýylda peýda boldy. Şondan bäri paraseksual gibritleşme boýunça ýüzlerçe üstünlikli işler peýda boldy. Alnan görnüşleriň arasynda görnüş içre, görnüş ara, urug ara, trib ara we maşgala ara peýwentler bar. Bu usulyýet itüzümler maşgalasyna degişli ösümlikleriň görnüşlerine degişlilikde has giňden işlenendir. *Nicotiana* (şol sanda, temmäki), *Solanum* (kartoşka), *Lycopersicum* (pomidor) uruglaryna degişli ösümlikleriň, çatryk güllüler maşgalasyna, saýawanlylar maşgalasyna degişli ösümlikleriň paraseksual peýwentleri alyndy. Temmäkiniň, kartoşkanyň, kelemiň turneps bilen köp hasylly, fenotipik kadaly görnüş ara peýwentleri alyndy. Kartoşkanyň we tomatyň (pomatlar), temmäkiniň we kartoşkanyň, temmäkiniň we beladonnanyň adaty baldaklary we kökleri emele getirýän steril görnüşara gibridler bardyr. Ýadrodan daşky genlere görä geterozigot ösümlikleri almak bolýar, bir ene-atadan ýadro, beýlekisinden bolsa sitoplazma alnan gibridler bardyr.

Häzirki wagt bu tehnologiýa boýunça geçirilýän barlaglar we onuň derejesi medeni ösümlikleriň birnäçesiniň görnüşlerini gowulandyrmak üçin ulanmaklyk mümkinçiligi döredi.

Ýokary derejeli ösümlikleriň beden gibritleşmesiniň esasy ugurlary, çaknyşdyrmanyň çygyrlaryny giňeltmegiň serişdesi hökmünde öýjükleri gibritleşdirme, öýjükleri birikdirme we sitoplazmanyň genlerini geçirme ýa-da täzedden gurma, genomyň uly bolmadyk aýry-aýry bölejiklerini geçirmek maksady bilen öýjükleri birikdirmeden ybaratdyr. Beden öýjükleri gibritleşdirilende asimmetrik gibridler alynmagy mümkindir, bu has durnukly we funksional taýdan kämilleşen ösümlikleriň alynmagyna getirmegi ähtimalydyr.

7.4.3. Ösümlikleriň gen inženeriýasy

Ösümlikleriň gen inženeriýasy boýunça ylmy barlaglara indi girişilýär. Ýokary derejeli ösümliklerde ulanmak üçin genetikanyň iň täze usullaryny peýdalanmak diňe bir tehniki kynçylyklary däl, eýsem prosedura ösdürilýän ösümlikleriň öýjükleriniň genomynyň gurluşynyň bozulmagy (ploidliligiň üýtgemegi, hromosomlaryň täzedden gurluşy) bilen baglanyşykly käbir goşmaça meseleleri çözmek zerurlygy bilen hem çylşyrymlaşýar. Birnäçe wajyp oba hojalyk ekinlerini klonirlemek ulgamlaryny “protoplast – suspenziýa ösdürimi – *kallus* – bitin ösümlik” shemasy boýunça işläp düzmekde görneginiň üstünlikler gazanyldy. Ösümlikleriň plazmid DNK-larynyň gurluşy we funksiýalary hem-de olary wektorlar hökmünde ulanmak mümkinçilikleri depginli öwrenilýär.

Ösümlükleriň protoplastlaryna keseki DNK-lary girizmek üçin wektorlary döretmek meselesi iňňän kyn meseleleriň biridir. Bu ugurda şeýle çemeleşmeler kesgitlenildi: 1) ösümlükleri tebigy şertlerde ýokuşdyrýan bakteriýalaryň plazmidlerini ulanmak; munda plazmidanyň bir bölegi hojanyň-ösümlügiň ýadro genomynyň içine gurulýar, onuň genomynyň düzüminde hereket edýär; 2) prokariotlaryň öýjüklerinde replikasiýa we eukariotlaryň öýjüklerinde ekspressiýa ukyply näýçe wektorlaryny emele getirmek üçin hloroplastlaryň ýa-da mitohondriýalaryň DNK-larynyň fragmentleri bilen “tikilen” bakterial plazmidlerini ulanmak; 3) ösümlükleriň DNK saklaýan wiruslaryny ulanmak; şeýle ulgamda DNK hojanyň-ösümlügiň genomyna görä özbaşdak işleýär. Ösümlükleriň protoplastlaryna girizilýän keseki genetiki materialy nukleazlaryň dargadyjy täsirinden goramak üçin hem täze usullar işlenilip düzülýär. Nukleazlary ingibirmek we rekombinant DNK-lary mehaniki gorama ulanylýar. Şeýle gorama üçin liposomlary ulanýarlar. Liposomlaryň kömegi bilen eukariotlaryň öýjüklerine ýa-da protoplastlaryna temmäki mozaikasynyň wirusynyň iri RNK-sy (ululygy $2 \cdot 10^6$ golaý bolan), OB40 wirusynyň we *Agrobacterium tumefaciens* Ti-plazmidasynyň ondan-da iri DNK-sy girizildi. Nuklein kislotalaryny liposomlar bilen goramak ösümlükleriň protoplastlary bilen manipulasiýalarda has-da wajypdyr. Gen-inžener taslamasynyň amala aşyrylan mysalyna temmäkiniň gaýtadan dikeldilen ösümlüklerinde fazeoliniň (noýbanyň ätiýaçlyk belogy) sintezi degişlidir. Fazeoliniň sintezini kodirleýji geniň transplantasiýasy (bejeriş maksady bilen beden dokumalaryny ýa-da organlaryny kesip, bedeniň başga ýeri bilen birikdirme) wektor hökmünde Ti-plazmida ulanylyp geçirildi. Şu plazmidanyň kömegi bilen temmäki ösümligine neomisine görä durnuklylyk geni girizildi. CMV-wirusyň kömegi bilen şalgam ösümligine digidrofolat-reduktazanyň inhibitory metotreksada durnuklylyk geni girizildi.

Ösümlükleriň gen inženeriýasynyň wajyp meselesi bolan transplantasiýa edilýän geniň dokuma mahsuslygydyr. Fazeoliniň temmäkiniň modifisirlenen ösümligindäki mukdary onuň pes çykymynda (temmäkiniň umumy belogynyň 1%-e golaýy) ösümlügiň ähli böleklerinde birmeňzeş boldy. Noýbanyň özünde bolsa bu protein diňe tohumynda toplanýar, munda onuň konsentrasiýasy 50% golaý bolýar. Biraz wagt mundan öň sazlaýjy yzygiderlilikleri bölüp almak we olary içinden gurulýan wektoryň düzümine girizmek başartdy. Bu temmäki ösümligine girizilen geni diňe gögeren tohumlarda hereket edýän promotorlaryň kontrolygynda saklamaga mümkinçilik berdi. Temmäki we petuniýa ösümlüklerine geçirilen nohudyň ribulozodifosfatdikarboksilazasynyň kiçi subbirliginiň genini ýagtylygyň täsirinde diňe ösümlük ýapraklarynyň dokumalarynda işläp bilýän operonyň düzümine girizip boldy. Ösümlükler bilen gen-inžener manipulyasiýalar genetiki manipulyasiýalaryň mikroorganizmler bilen ilki başda döreden wehimlerine meňzeş gorkulary döretdi.

ler. Bu gorkular genetiki wektorlaryň we transgen ösümlikleriň biotehnologlaryň gözegçiliginden çykmak howpy bilen baglanyşyklydyr. Şunuň bilen baglylykda gen-inžener ösümlikleriň hapa-haşal otlara öwrülme gorkusynyň bardygy hem aýdylyr. Emma “hapa-haşallygyň” kompleksi (alamatlar kompleksiniň tiz ýaýramagynyň medeni ösümlikleriň zyýanyna üpjün edilişi, amatsyz faktorlaryň täsirine durnuklylyk, tohumlaryň ýaýramagynyň netijeli mehanizmleri we başg.) bir ýa-da köp bolmadyk genleriň transplantasiýasynyň netijesinde emele gelmegi mümkin däl. Emma, bir gen bilen kodirlenýän gerbisidlere garşy durnuklylyk ekin dolanyşygynyň tejribesinde düýpli meseleleri ýa-da kynçylyklary döredip bilýär. Mysal üçin, haýsydyr bir serişdä durnukly we belli bir meýdanda ösdürilýän ösümlik, indiki ýyl ösümlikler çalşylanda bu ösümlik üçin bu gerbisid durnukly hapa-haşal ot hökmünde öňe çykýar. Gen-inžener täzeden gurluşyň netijesinde ösümlikleriň biohimiki üýtgemeleri biologik peýdaly maddalary sintezlemek ukybyny ýitirmegine we zäherlilik häsiýetlerine eýe bolmagyna alyp gelmegi mümkin. Emma, bu problema adaty seçgi usullarynda-da bardyr. Bu ähli gen-inžener ösümlikleri olaryň meýdan şertlerine geçirilmezinden owal ykjam testirlenmegini göz önünde tutýar.

Ýokary derejeli ösümlikleriň genetikasyny ösdürmegiň esasy ýollary birnäçe ugurlary: 1) ösümliklere transplantirlenýän genleriň kömegi bilen goşmaça peýdaly häsiýetli maddalary (zeini, sekalini, albumini we başg.) sintezlemäge bolan ukyp-lary bermek; 2) ribulýozodifosfatkarboksilazanyň genlerini, hlorofil α/β -baglaýjy proteinleri klonirlemek netijesinde ösümlikleriň fotosintetik netijeliligini ýokarlandyrmak; 3) ösümliklere diazotroflylyk häsiýetlerini bermegi; 4) gurşawyň amatsyz şertlerine (gurakçylyga, topragyň şorlaşmasyna, aýaza, gerbisidlere we başg.) durnuklylyk häsiýetlerini bermegi öz içine alýar.

VIII. EKOLOGIK BIOTEHNOLOGIÝA

Adamzat jemgyýeti dörali bäri adam özüniň hojalyk işleriniň netijesinde tebigatdaky deňagramlylygy bozup gelýär: ol eýýäm iri haýwanlary gyryp ýok etdi, öz aw awlaýan tokaýlaryny ýakyp harap etdi, mal bakýan öri meýdanlaryny, ekin ekýän meýdanlaryny zaýalap azaltdy hem-de ýaşaýan ýerindäki topragy we howdanlary hapalady we ş.m. Şonuň üçin onuň öňünde mydama daşky gurşawy goramak meselesi esasy meseleleriň biri bolup durýar. Adamyň senagat, oba hojalyk we ýaşaýyş-durmuş işiniň netijesinde daşky gurşawyň ýagdaýynyň we häsiýetleriniň üýtgemegi, şol sanda ýaramaz tarapa özgermegi bolup geçýär. Senagat we oba hojalyk işleriniň ösmegi we depginleşmegi netijesinde XX asyrdan biosferanyň tebigy önümliliginin çäkleri bildirip başlady, tebigy baýlyklar, energiýanyň çeşmeleri azalýar, iýmit önümleriniň, arassa suwuň we suwuň ýetmezçiligi barha ýiti duýulýar. Daşky gurşawyň hapalanmagy dünýäniň köp sepgitlerinde özüniň in howply, aýgytly çäklerine ýetdi. Bu meseleler köp tarapdan jemgyýetiň ylmy-tehniki ösüşinden gelip çykdy we olar hem ylmyň in soňky ýeten derejelerini ulanyp çözülmelidir.

Ekologiýa meselelerini bir ýurduň ýa-da birnäçe döwletleriň möçberinde çözmek mümkin däl. Industrial tarapdan ösen sepgitlerde barha köpeliýän zyýanly antropogen hapalanmalar suw we howa massalarynyň tebigy aýlanmagy netijesinde, Ýeriň бүтін yüzüne, tä polýuslaryň ikisine hem, ummanlaryň düýbüne, hatda, stratosfera çenli ýetýärler. Bu meseläniň бүтindünýä ähmiýetliligini rus alymy K.A. Timirýazýew baryp-ha 1898-nji ýylda belläp geçipdi. Angliýanyň iri alymlarynyň adamzadyň ýakyn geljekde açlykdan we howa ýetmezçiliginden heläk boljakdygy hakyndaky pikirlerini ret edip, ol: “Ilkinji ýola adamzat ähliumumy betbagtçylyk bilen çaknyşar. Onuň öňünde hemmeler deň bolar we adamlaryň ählumumy raý-daşlygy hakyndaky pikir eýýäm biderek owaz bolmaz... we şonda, elbetde, bu ýaramazlyk bilen göreşmäniň ugurlary we onuň öňüni almaklygyň serişdesi tapylar”.

Daşky gurşawy goramak meselesinde esasy orun biologiýa degişlidir. Ekologiýanyň özi aňyrdan gelýän düşüňjä görä, biologik ylymdyr we organizmleriň, şol sanda adamyň özara gatnaşyklaryny we daşky gurşaw bilen gatnaşygyny öwrenýär. Biologiýanyň mundan buýanky ösüşi we onuň gazananlaryny amalyýete ornaşdyrmak abanyp gelýän ekologik krizisden çykmagyň esasy ýollarynyň biridir. Munda biotehnologiýa uly orun tutýar. Biotehnologiýa birnäçe ekologik meseleleri, şol sanda daşky gurşawy senagat, oba hojalyk we ýaşaýyş-durmuş zyňyndylaryndan, gurşawa düşen toksikantlaryň dargamagyndan goramaga hem-de özi iýmit we derman maddalaryny, ot-ýimleri, mineral çig mallaryny we energiýany öndürmek boýunça az zyňyndyly senagat proseslerini döredýär. Tebigaty goramak boýunça biologik prosesleriň möçberi, D.Bestiň aňlatmasyna görä, “haýran galdyryjy” bo-

lup biler. Ekologiýa we biotehnologiýa iýmit önümleri arkaly, şeýle-de tehnologiýalar arkaly özara täsir edýärler. Umuman, bu adamzadyň işini (antropogennaýa deýatelnost) ekologizirlemäge we jemgyýet bilen tebigatyň arasynda mylaýym utgaşyklygyň döremegine ýardam edýär.

8.1. Akymlary arassalamagyň biologik usullary

Önümleriň ägirt köp mukdarynyň adamlaryň durmuşynyň dürli çygyrlarynda ulanylmagy we alynmagy dürli organiki we organiki däl, şol sanda awuly birleşmeler bilen zäherlenen syrygýan suwlaryň emele gelmegi bilen bolup geçýär. Syrygýan suwlaryň düzüminiň fizika-himiki görkezijileri senagat kärhanasynyň ugruna görä, gaýtadan işleýän çig malyna, kärhananyň ýerleşýän ýeriniň ekologiýa-geografik şertlerine görä kesgitlenilýär. Tebigy howdanlara azaldylyan syrygýan suwlar suwuň hiline düýpli täsir edýärler, howdanlardaky biologik deňagramlylygy bozýarlar we, şeýlelikde, howdanlary tygşytly ulanmagy kynlaşdyrýarlar, käbir ýagdaýlarda bolsa howdanlary бүтинleý hatardan çykarýarlar. Arassalanmadyk syrygýan suwlaryň azaldylmagy suwda erän kislorodyň mukdaryna, pH-yna, durulygyna we reňkliligine we başgalara oňaýsyz täsir edýär. Bularyň hemmesi suw ekoulgamynyň komponentlerine oňaýsyz täsir edýär, howdanlaryň önümliligini we öz-özüni arassalamak ukybyny peseldýär.

“Ýüzleý suwlary syrygýan suwlar bilen hapalanmadan goramak Düzgünleri” atly ýörite düzgünnama bar. Bu düzgünler howdandaky tebigy suwlar syrygýan suwlar bilen garyşandan soň, hapalanmasynyň görkezijilerini kadalaşdyrýar. Olardan iň wajyplyry şu görkezijilerdir: kislorodyň suwda erän mukdary garyşdyrylandan soň 4 mg/litr-den az bolmaly däl; gaýyp ýören bölejikleriň mukdary syrykmalar goýberilenden soň 0,25-0,75 mg/litr-den artyk köpelmeli däl (dürli kategoriýaly howdanlar üçin); mineral çökündi 1000 mg/litr-den köp bolmaly däl; suwuň ysy we tagamy bolmaly däl; pH 6,5-8,5 çäklerinde bolmaly; ýüzünde ýorkalar we gaýyp ýören tegmiller bolmaly däl; awuly maddalaryň mukdary adamlar we haýwanlar üçin konsentrasýalarynyň aňryçäk çäklerinde bolmaly. Howdanlara radioaktiw maddalary taşlamaklyk gadagan edilmeli.

Howdanlara düşen organiki maddalar olaryň öz-özüni arassalap bilmeklik ukyplaryna görä CO_2 we H_2O çenli okislenýärler. Kislorodyň bu proseslerde sarp edilişi (KPSE) suwda bar bolan goşundylaryň konsentrasýasy we spektri boýunça kesgitlenilýär. KPSE5 (baş günlük), KPSE20 (ýigrimi günlük), KPSEdoly (doly) tapawutlandyrýarlar. KPSEdoly (doly) syrykmalardaky ähli maddalaryň howdanlarda ahyrky maddalara çenli okislenmegi üçin gerek wagty aňladýar. Syrygýan suwlar (stoçnyýe wody) maddalaryň toplумы bolan çylşyrymly ulgamlar, olaryň KPSE 200-den 3000 mg O_2 /litr çenli bolmaly. Şeýle syrykmalar (stoçnyýe wody)

arassalanmadyk görnüşde howdanlara azaldylanda, kislorodyň ähli ätiýaçlyk mukdarynyň sarp bolmagy mümkindir. Şonuň üçin syrykmalar (stoçnyýe wody) tebigy howdanlara azaldylmasyndan owal olary tä KPSE sanitar kadalarynyň çäklerinde bolar ýaly derejede arassalamaly bolýar. Syrykmalary (stoçnyýe wody) arassalama – bu bar bolan maddalary hem-de kesel dörediji mikroorganizmleri aýyrmak boýunça usullar ulgamydyr. Howdanlaryň tebigy öz-özünden arassalanmak proseslerinde, köplenç ýagdaýlarda, syrykma suwlary bilen gelýän maddalar dargaýarlar. Bu prosesiniň barşynda maddalaryň gurluşy, häsiýetleri we konsentrasiýalary wagtyň dowamynda we giňişlikde üýtgeýärler. Netijede, suw öz ilkibaşdaky häsiýetlerine eýe bolýar. Şeýlelik bilen, howdanlar belli bir derejede tebigy arassalaýjy desganyň ornuny tutýarlar.

Syrygýan suwlary arassalamagy geçirmeginiň shemasy köp sanly görkezijilere baglydyr. Ol arassalanan syrygýan suwlary kärhanalaryň suw üpjünçilik ulgamlarynda ikinji gezek ulanylmagyny we gaýtadan peýdalanylmagyny göz önünde tutmalydyr. Syrygýan suwlary arassalamak üçin desgalaryň birnäçe görnüşi: ýerli (sehleriň), umumy (zawodyňky) we etrabyňky (şäheriňki) ulanylýar. Ýerli (sehleriň) arassalaýjy desgalar syrygýan suwlary gönüden-göni tehnologik proseslerden soň arassalamaga niýetlenendir. Ýerli (sehleriň) arassalaýjy desgalarda suwlary gaýtadan peýdalanylýan suwlar bilen üpjün edýän ulgama ugratmazdan oň olary arassalaýarlar. Şeýle enjamlarda, adatça, arassalamagyň fizika-himiki usullary (durlama, rektifikasiýa, ekstraksiýa, adsorbsiýa, ion çalşygy, ýalynly usuly) ulanylýarlar.

Umumy arassalaýjy desgalar öz içine arassalamagyň birnäçe basgançaklaryny alýarlar: ilkilenji (mehaniki), ikilenji (biologik), üçülenji (ýene-de arassalama). Etrapyň ýa-da umumy şäher desgalary, esasan, ýaşayş-durmuş syrygýan suwlary mehaniki we biologik usullar arkaly arassalaýarlar.

Arassalamagyň biologik usuly mikroorganizmleriň ösdüriji substratlar hökmünde syrygýan suwlaryň düzümine girýän dürli maddalary ulanmak häsiýetlerine esaslanandyr. Bu usulyň artykmaçlyklaryna syryndy suwlardan organiki we organiki däl maddalaryň ägirt köp sanyny we mukdaryny aýryp bolýandygyna bolan mümkinçilikleri, ulanylýan ebjamlaryň ýönekeýligi we prosesler ulanylandaky çykdajylaryň şeýle bir köp däldigidir. Emma, usuly üstünlikli amala aşyrmak üçin arassalaýjy desgalary gurmaga düýpli maýa goýumlary zerurdyr. Arassalama prosesiniň barşynda arassalamagyň tehnologik düzgünini berk berjaý etmeli we mikroorganizmleriň hapalaýjylaryň ýokary konsentrasiýalaryna duýgurlygyny göz önünde tutmaly. Şonuň üçin biologik arassalamadan oň syrygýan suwlary arassa suw bilen garmaly bolýar.

Syrygýan suwlary arassalamak üçin prosesleriň iki görnüşini ulanylýarlar: maddalary okislemek üçin mikroorganizmleriň kislorody ulanýan aerob prosesleri we mikroorganizmleriň ne erkin erän kisloroda baryp bilýän, ne-de nitrat-ionlary görnüşli elektronlaryň akseptorlaryna baryp bilýän enaerob prosesler. Bu prosesler-

de mikroorganizmler elektronlaryň akseptorlary hökmünde organiki maddalaryň uglerodyny ulanyp bilýärler. Aerob ýa-da anaerob proseslerini saýlap almaly bolanda, adatça, aerob proseslerini saýlap alýarlar, çünki, olar has ygtybarly, durnukly işleýärler hem-de olar köp öwrenilendir. Anaerob prosesleriň geçiş tizligi boýunça aerob proseslerden düýpli pes gelýän hem bolsalar, olaryň birnäçe artykmaçlyklary bardyr: 1) olarda emele gelýän gyrmançanyň mukdary (0,1-0,2 g) aerob prosesleriniňkä görä (1,0-1,5 kg/kg aýrylan KPSE) 10 essä çenli azdyr; 2) olarda garyşdyrmaga sarp bolýan energiýanyň mukdary düýpli azdyr; 3) goşmaça energiýa göteriji hökmünde biogaz emele gelýär. Şoňa garamazdan, arassalamagyň anaerob prosesleri az öwrenilendir, geçiş tizliginiň pesdigi üçin bahasy gymmat bolan uly göwrümlü arassalaýjy desgalar gerek bolýar.

8.1.1. Syrygýan suwlary arassalamagyň aerob prosesleri

Arassalamagyň aerob proseslerinde mikroorganizmleriň okisleyän organiki maddalarynyň bir bölegi biosintez proseslerinde ulanylýar, beýleki bölegi zyýansyz maddalara H_2O , CO_2 , NO_2 we başgalara öwürülýärler. Bioarassalamanyň aerob ulgamlarynyň täsiri akymda ösdürmek usullaryna esaslanandyr. Organiki garyndylary aýyrmak prosesi birnäçe basgançaklardan ybaratdyr, ýagny organiki maddalaryň we kislorodyň massasyny suwuklykdan öýjügiň üstüne, maddalaryň we kislorodyň öýjükleriň içinde membrananyň üsti bilen diffuziýasy we baryşynda mikrob massasynyň, energiýanyň we kömürturşy gazynyň köpelmegi bilen bolup geçýän metabolismidir. Biologik arassalamanyň depginliligi we çuňlugy mikroorganizmleriň köpeliş tizligi bilen kesgitlenilýär. Haçan-da arassalanýan syrygýan suwlardan organiki maddalar doly aýrylan ýagdaýynda arassalamagyň ikinji basgançagy başlanýar, oňa nitrifikasiýa diýilýär. Bu prosesiň barşynda syrygýan suwlardaky azot saklaýjy maddalary nitritlere çenli okislenýärler, soňra bolsa nitratlara çenli okislenýärler. Şeýlelikde, aerob biologiki arassalama iki basgançakdan: minerallaşmadan – organiki maddalaryň okislenmesinden we nitrifikasiýadan durýar. Arassalanýan syrygýan suwlarda nitratlaryň we nitritleriň peýda bolmagy suwlaryň ýokary derejede arassalanadygyna şaýatlyk edýär. Mikroorganizmleriň ösmegi üçin zerur bolan biogen elementleriň aglabasy (uglerod, kislorod, kükürt, mikroelementler) syrygýan suwlarda saklanylýar. Aýry-áýry elementleriň (azodyň, kaliniň, fosforyň) gytçylygynda olaryň ereýän duzlaryny arassalanýan syrygýan suwlara goşýarlar.

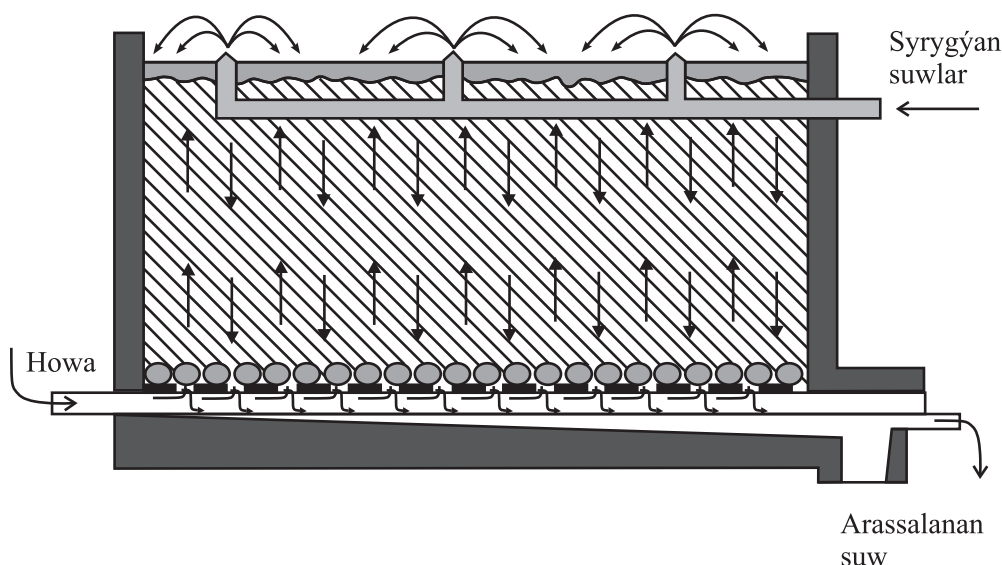
Biologik arassalaýyş proseslerinde diňe bir bakteriýalardan däl, eýsem ýeke öýjükli lilerden, ýagny suw kömeleklerinden, iň ýönekeýje organizmlerden (amýobalar, žgutikliler we kirpikli infuzoriýler – ýönekeý jandarlardan beýleki çylşyrymly beden gurluşly mikroskopik bir öýjükli jandar), mikroskopik jandarlardan (burawjyklardan, tegelek gurçuklardan – nematodlardan, suw sakyrtygalaryndan)

ybarat bolan çylşyrymly biologik assosiasiýa gatnaşýar. Bu biologik assosiasiýa biologik arassalama prosesinde işjeň gyrmança ýa-da bioýorka görnüşinde emele gelýär. İşjeň gyrmança ululygy 3-150 mkm bolan goňur-sary reňkli, suwda gaýyp ýören, mikroorganizmleriň, şol sanda bakteriýalaryň koloniýalarynyň emele getiren übtükleridir. Bakteriýalar nemli perdeleri – zoogleyleri emele getirýärler. Bioýorka – bu arassalaýjy desgalaryň süzüji gatlagynyň materialynyň üstüni janly organizmleriň galyňlygy 1-3 mm bolan gatlak bilen ösüp örtmegidir.

Syrygýan suwlary biologik arassalamagy konstruksiýasy boýunça dürli desgalar, ýagny biosüzgüçlerde we aerotenklerde geçirýärler.

Damjalaýyn biosüzgüç – syrygýan suwlary arassalaýan hereketsiz bioýorka bilen üpjün edilen gymyldamaýan biosüzgüç bilen we bioreaktoryň iň giňden ýaýran görnüşidir. Düýpli seredilende bu howanyň we suwuklygyň akymyna garşy gymyldamaýan gatlakly reaktordyr. Biomassa nasadkanyň ýüzünde ýorka görnüşinde ösýär. Nasadkanyň ýa-da süzüji gatlagyň aýratynlygy mikroorganizmleriň ösmegi üçin amatly bolan onuň ýokary udel üst ýüzüniň bolmagy we ullakan öýjük-öýjükligidir. Onuň üst ýüzüniň ýokary derejedäki öýjük-öýjükligi gatlagy zerur bolan gazodinamiki häsiýetler bilen üpjün edýär we ondan howanyň we suwuklygyň kadaly geçijiligine ýardam edýär.

Biosüzgüçler gönüburçly ýa-da tegelek desgalar bolup, olaryň tutuşlaýyn diwarjagazlary we goşa düýbi bardyr: ýokarky düýbi kolosnik gözenekleri (dekora-siýalary berkitmek üçin sahnanyň ýokarsynda germeşdirilip goýlan agaçlar) görnüşli we aşaky tarapy tutuşlaýyn görnüşlidir (*8.1-nji surat*). Biosüzüjiniň дренаž düýbi deşikleriniň meýdany süzgüjiň umumy meýdanynyň 5-7%-den az bolmadyk demir-beton plitalaryndan durýar. Süzüji material bolup, adatça, çagyl, dag jynslarynyň jyglym daşy, keramzit, şlak hyzmat edýär. Aşaky saklaýjy gatlak biosüzüjileriň ähli görnüşlerinde süzüji materialyň has iri bölejiklerini (ölçegleri 60-100 mm) saklaýarlar. Çagyl biosüzüjileriň gatlagynyň boýy 1,5-2,5 m we diametri 40 m bolan tegelek ýa-da ululygy 75x4 m² deň bolan gönüburçluk bolup biler. Öňünden durlanan syrygýan suwlaryň girýän akymy wagtal-wagtal suw paýlaýjy enjamyň kömegi bilen biosüzüjiniň üstüni gyrađeň suwaryp durýar. Syrygýan suwlaryň süzüji gatlagyň materialynyň üstünden syzyp geçmekligi netijesinde birnäçe prosesler: 1) süzüji materialyň bölejikleriniň üstünde bioýorka bilen bolup geçýän kontakty; 2) organiki maddalaryň mikrob öýjükleriniň üst ýüzüne siňdirilmegi; 3) mikrob metabolizmi prosesinde syrygýan suwlaryň maddalarynyň okislenmegi yzygiderlilikde bolup geçýär. Biosüzüjiniň aşaky böleginden suwuklyk akymyna garşy howa üflenilýär. Suwarma aýlawlarynyň ortasyndaky arakesmede biosüzgüjiň siňdirmesiniň dikelýär. Biosüzgüjiň süzüji gatlagynyň üstünde emele gelýän bioýorka çylşyrymly ekologiki ulgamdyr (*8.2-nji surat*).



8.1-nji surat. Biosüzgüjiň shemasy
(M.S. Mosićew we başgalaryň maglumatlary boýunça, 1982)

Bakteriýalar we kömelekler aşaky trofik derejäni emele getirýär. Uglerody okisleyji mikroorganizmler biosüzüjiniň ýokary böleginde ösýärler. Nitrifikatorlar süzüji gatlagyň aşaky zolagynda, ýagny iýmitlendiriji substrat we kislorod üçin geçýän bäsleşik prosesler pes derejede ýüze çykýarlar. Ekoulgamyň bakterial komponentasy bioýorkasy bilen iýmitlenýän bir öýjükli jandarlar, burawlar we nematodlar ýokary derejeli görnüşlere (mör-möjekleriň liçinkalaryna) iýmit bolup hyzmat edýärler.

Biosüzgüçde bioýorkanyň üznüksiz ösüşi bolup geçýär we guraýar. Guran bioýorka arassalanýan suwuň akymy bilen ýuwulýan biosüzgüçden äkidilýär. Arassalanýan suw durlaýja geçýär, bioýorkanyň böljeklerinden boşaýar we soňra howdana zyňlýar.

Organiki maddalaryň okislenme prosesi ýylylygyň bölünip çykmagy bilen bolup geçýär, şonuň üçin biosüzgüçler öz ýylylygy bilen gýzýarlar. Ýylylygy saklaýan materiallaryň gatlagy bilen üpjün edilen iri enjamlar daşky otirisatel temperaturalarda hem işläp bilýärler. Emma, süzüji gatlagyň içinde temperatura $+6^{\circ}\text{C}$ -den pes bolmaly däl. Emma, süzüji gatlagyň içinde temperatura $+6^{\circ}\text{C}$ -den pes bolmaly däl. Emma, süzüji gatlagyň içinde temperatura $+6^{\circ}\text{C}$ -den pes bolmaly däl. Emma, süzüji gatlagyň içinde temperatura $+6^{\circ}\text{C}$ -den pes bolmaly däl. Emma, süzüji gatlagyň içinde temperatura $+6^{\circ}\text{C}$ -den pes bolmaly däl.



8.2-nji surat. Damjalaýyn biosüzgüjiň bioýorkasynda trofik piramida (K. Forster we D. Weýziň maglumatlary boýunça, 1990)

Okislenmesi kyn bolan organiki maddalary saklaýan syrygýan suwlar üçin gaýtadan sirkulýasiýa koeffisiýenti 1:1 – 1:2-den ybarat bolmagy mümkindir. Organiki madda boýunça ýüki munda bir gije-gündizde 0,09-0,15 kg KPSE/m³ ýeýtär. Üýtgeýän goşa süzmeklik süzmegiň iki ugruny we iki sany gaýtadan durlaýjyny ulanmaga esaslanandyr. Akymlaryň yzygiderliligi her 1-2 hepdeden çalşylyp durulýar. Bu bioýorkanyň çalt ösmegini üpjün edýär we ýüküni bir gije-gündizde 0,15-0,26 kg KPSE/m³ çenli artdyrmaga mümkinçilik berýär.

Biosüzgüçlerdäki mineral materiallaryň ýerine 1980-nji ýyllaryň başyndan bäri süzüji gatlagyň udel üstüniň ýokary bahalarynda gatlagyň ýokary öýjükliligini we gidrodinamiki häsiýetlerini üpjün edýän plastmassalar geldi (8.1-nji tablisa). Bu köp meýdany tutmaýan beýik bioreaktorlary gurmaga we hapalaýjy maddalary köp mukdarda saklaýan syrygýan suwlary arassalamaga mümkinçilik berdi. Çalt süzmek üçin ulanylýan plastmassa nasadkalaryň udel üsti çagyl biosüzgüçleriniňkiden uludyr.

8.1-nji tablisa

Damjaly biosüzgüçlerde ulanylýan nasadkalaryň häsiýetleri (K. Forster we D. Weýziň maglumatlary boýunça, 1990)

Nasadkanyň görnüşü	Udel üst ýüzi, m ² /m ³	Öýjük-öýjükligi, %
Mineraldan:		
Şlak	50–120	50
Granit	24–110	–
Çagyl	86–101	–
Polimerden:		
Plastifisirilenmedik poliwinilhlorid	240	95
Polipropilen	124	98

Çagyl biosüzgüçler has pes göwrüm dykzlygyna eýe bolmak bilen, 8-10 m beýiklige çenli baryp bilerler. Bioreaktoryň bu görnüşi syrygýan suwlary süzmegiň çalt kadasynda KPSE-niň 50-60%-ni aýyrmagy üpjün edýär. Has ýokary derejede arassalamak üçin biosüzüjileriň şaglawugy (kaskad) ulanylýar.

1973-nji ýylda Beýik Britaniýada aýlanýan disklerden – plastik zolaklardan ýasalan “arynyň öýjükləri” diýilýäninden ybarat bolan aýlanýan, gezekli-gezegine syrygýan suwlara batyrylyp çykarylýan we ýokary galdyrylýan biologik reaktor döredildi. Munda biogatlak bilen kontaktyň üst meýdany düýpli ulalýar we howalandyрма gowulanýar.

Hereket etmeyän bioýorkaly bioreaktoryň has kämilleşen görnüşi galp suwuklandyrylan gatlakly, ýokary galýan suwuklygyň akymynyň galp suwuklandyrylan gatlagyny emele getirmäge ýeterlik bolan mikrob ýorkasy bilen örtülen göterijili reaktor hasaplanylýar. Reaktorda kislorod beriji ulgam we göterijiniň gatlagynda suwuklyk akymynyň gorizonta paýlanylyşyny üpjün edýän enjam bardyr. Şeýle bioreaktorlarda göteriji hökmünde üstünden kislorod (“Oksitron” ulgamy) goýberilýän çäge ulanylyp bilner. Enjamyň (“Keptor” enjamy) özünde kislorod beriji ulgamy bolan öýjük-öýjük süýümlü ýassyjaklar hem ulanylýar.

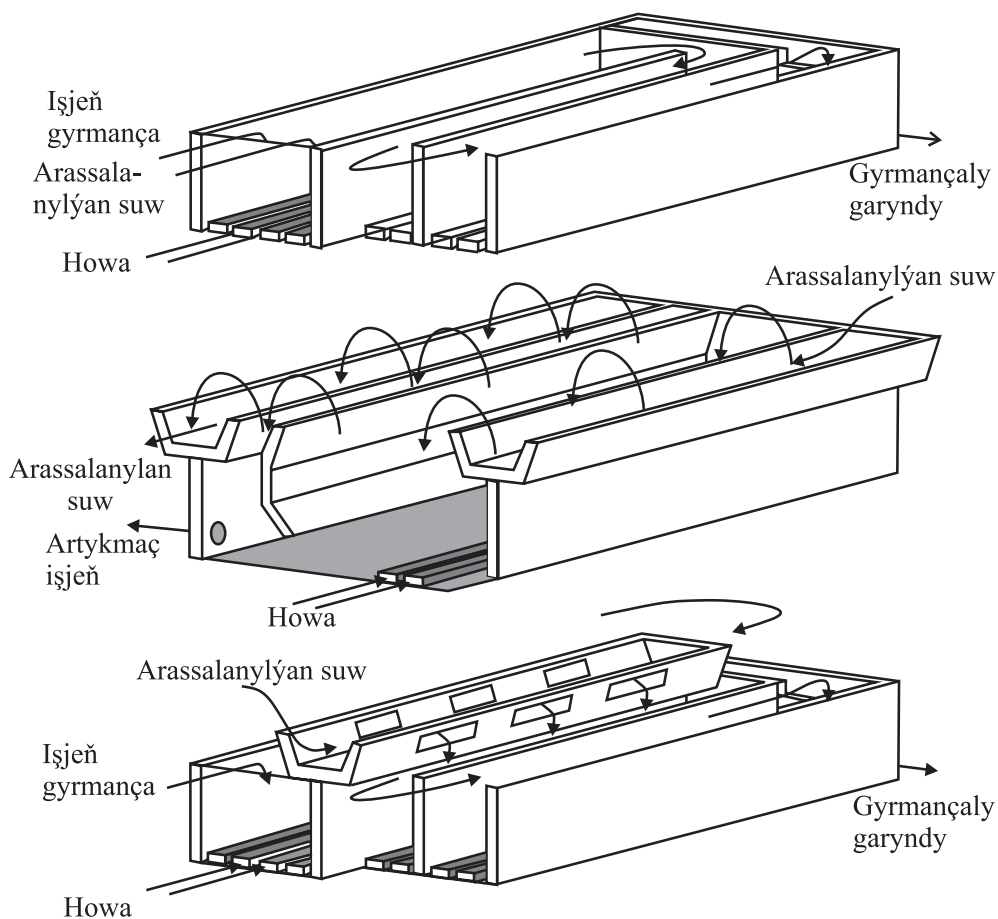
Biosüzgüçleri ulanmak prosesi onçakly çylşyrymly däl. Biosüzgüçleriň netijeli işlemegi üçin wajyp şertleriň biri syrygýan suwlary bölüji enjamlary hapalap bilýän gaýyp ýören bölejiklerden önürti ykjam arassalamakdyr. Biosüzgüçler ulanylanda amatsyz pursat suw basma ähtimallygy, üstünde siňekleriň köpelmegi, mikrob biomasasynyň artykmaç mukdarda emele gelendigi üçin ýaramaz yslyryň bolmagydyr.

Häzirki wagt Ýewropanyň we ABŞ-nyň arassalaýjy binalarynyň 70%-e golaýy damjalaýyn biosüzgüçlerdir. Şeýle bioreaktorlaryň işleýiş möhleti onlarça ýyllara barýar (50 ýyla çenli). Gurluşlaryň esasy kemçiligi mikrob massasynyň artykmaç ösmegidir. Bu biosüzgüjiň hapalanmagyna getirýär we arassalaýyş ulgamynda näsazlyklaryň döremegine sebäp bolýar. Ýaňy-ýakynda çalşyp duran goşalaýyn süzgüçli enjam teklipe edildi. Gaýtadan sirkulirleme ulgamy biosüzgüçlere mahsus bolan ters pursatlary aradan aýyrmaga mümkinçilik berýär.

Aerotenk gomogen bioreaktorlara degişlidir. Bioreaktorlaryň nusgawy konstruksiyasy durlaýjy bilen baglanyşykly kese kesigi gönüburçly germetik demir-beton gapdyr. Aerotenk uzaboýuna goýlan germewler bilen birnäçe, adatça, 3-4 korigora bölünýärler. Aerotenkleriň konstruksion aýratynlyklary, esasan, bioreaktoryň konfigurasiýasy, kislorody bermegiň usuly, ýüküň ululygy bilen baglanyşyklydyr. Aerotenkleriň nusgawy shemalary 8.3-nji suratda getirilýär. Aerotenkde geçýän bioarassalama iki basgançakdan ybarat bolup, birinji basgançak 1 litrinde 150-200 mg golaý gaýyp ýören bölejikleri we 200-300 mg çenli organiki maddalary saklaýan durlanan syrygýan suwlaryň aerotenkde howa we işjeň gyrmançalaryň bölejikleri bilen birnäçe wagtyň (4 sagatdan 24 sagada we syrygýan suwlaryň görnüşine we arassalanyş derejesine görä, ondan-da kän) dowamynda garyşýarlar. Ikinji basgançakda suwlaryň we işjeň gyrmançanyň bölejikleriniň gaýtadan durlaýjyda bölün-

megi bolup geçýär. Syrygýan suwlaryň organiki maddalarynyň aerotenkde biohimiki okislenmesi birinji döwürde iki basgançakda amala aşyrylýar: birinjide işjeň gyrmançanyň mikroorganizmleri syrygýan suwlaryň hapalaýjylaryny siňdirýärler, ikinjide olary okisleýärler we özüniň okisleýjilik ukybyny dikeldýärler.

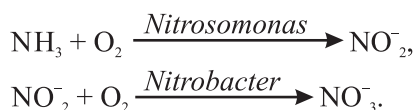
Howany aerotenkniň “koridorlaryna” bermeklik öýjük-öýjük demir-beton plitalaryň ýa-da öýjük-öýjük keramik turbalar ulgamynyň üsti bilen amala aşyrylýar. Adatça, howa bölüji enjamy merkez boýunça ýerleşdirmän, koridoryň diwarlarynyň golaýynda ýerleşdirýärler. Munuň netijesinde aerotenkde akymyň turbullaşmagy (tüweleýleşmegi, aýlanma herekete eýe bolmagy) bolup geçýär we syrygýan suwlar diňe bir koridor bilen süýşmän, eýsem onuň içinde spiral boýunça towlanýarlar. Bu howalandyrmak düzgünini we arassalamanyň şertlerini gowulandyryr. Aerotenkdaiki arassalama prosesi bu üznüksiz fermentlemedir.



8.3-nji surat. Aerotenkleriň shemalary:

Ýokardan aşak: gysyp çykarýan aerotenk, garyşdyrylýan aerotenk, syrygýan suwy aýratynlykda berilýän we işjeň gyrmançany gaýtadan dikeldýän aerotenk (J. Best we başgalaryň maglumaty boýunça, 1988)

Bakteriýalaryň we ýeke öýjükli lileriň emele getiren işjeň gyrmançasynyň bölejikleri flokulirleýji [flokulyasiýa (latynça *flocculi* – übtükler) gaz halatyndaky ýada suwuk gurşawdaky maýda kolloid bölejiklerinden flokulalar diýilýän übtük şekilli toplanmalaryň emele gelme prosesi. [Koagulyasiýanyň bir görnüşi] garyndy hasaplanylýar. Biosüzgüçlerdäki bioýorka bilen deňeşdirilende, aerotenkleriň işjeň gyrmançalary görnüşleriň az ekologik dürlüligidir. İşjeň gyrmançanyň bakteriýa komponentleriniň esasy toparlary uglerody okisleýji flokulirleýji bakteriýalar, uglerody okisleýji ýüplük şekilli bakteriýalar we nitrifisirleýji bakteriýalardyr. Bakteriýalaryň birinji topary diňe bir syrygýan suwlardaky organiki maddalary dargatmak üçin däl, eýsem durlaýjylarda dykyz gyrmança emele getirip, derrew çököň durnukly übtükleri (flokulalary) hem emele getirýär. Nitrifikatorlar (*Nitrosomonas* we *Nitrobacter*) azodyň gaýtarylan görnüşlerini okislenen görnüşlere öwürýärler:



Ýüplük şekilli bakteriýalar, bir tarapdan, daşynda übtükler (flokulalar) emele gelýän skeleti, başga tarapdan, käbir amatsyz prosesleri (köpürjigiň emele gelmegi we çökmäniň ýaramazlaşmagy) emele getirýär.

Ýeke öýjükli liler bakteriýalary sarp edýärler we syrygýan suwlaryň bulanyklygyny peseldýärler, olaryň arasynda iň ähmiýetlisi infuzoriýlerdir (ýönekeý jandarlardan beýleki çylşyrymly beden gurluşly mikroskopik bir öýjükli jandar – *Vorticella*, *Opercularia*).

İşjeň gyrmança syrygýan suwlardan hapalary aýyrmak üçin fermentler toplumyna eýe bolan mikroorganizmleriň we ýeke öýjükli lileriň jemidir. İşjeň gyrmançanyň güýçli siňdirijilik ukyby bolan üst ýüzi hem bardyr. Aerotenkde işjeň gyrmançanyň konsentrasiasy, adatça, her litrinde 1,5-5,0 g bolýar. Bu ululyk syrygýan suwlaryň hapalanma derejesine, gyrmançanyň ýaşyna we onuň önümliligine baglydyr. Gyrmançanyň ýaşı şu deňleme boýunça hasaplanylýar:

$$T = \frac{MV}{(m_y + Gc_{cyk})}.$$

Bu ýerde: M – gyrmança garyndysynyň gaýyp ýören bölejikleri, kg/m^3 ; V – aerotenkiň göwrümi, m^3 ; m_y – aýrylýan gyrmançanyň mukdary, kg/gije-gündiz ; O – harçlanan suw, $\text{m}^3/\text{gije-gündiz}$; c_{cyk} – çykyp gidýän syrygýan suwdaky gyrmançanyň konsentrasiasy, kg/m^3 .

Mysal üçin, haýal ösýän nitrifikatorlaryň gatnaşmagynda nitrifisirlemä ýetmek üçin ýaşı uly (12 gije-gündiz) bolan gyrmançalary ulanýarlar, organiki maddalary okislemek üçin bolsa gyrmançanyň ýaşı has az bolmaly.

Erän kislородыň işçi konsentrasiýasy enjamyň hasaplanan talabynyň esasynda hasaplanylýar. Doly nitrifisirlemek üçin onuň konsentrasiýasy 2 mg/litrden az bolmaly däl, uglerody okislemek we denitrifisirlemek üçin 1 mg/litrden az bolmaly däl. Tejribede howalandyrmanyň görnüşine görä, syrygýan suwlary arassalamagyň düzgüniniň birnäçe: çalt, standart we möhleti artdyrylan görnüşleri ulanylýar. Çalt prosesleri syrygýan suwlary bölek-büçek arassalananda ulanylýar. Arassalamagyň has giňden ýaýran usuly standart bilen çalt howalandyrmagyň arasyndaky usuldyr. Howalandyrmanyň derejesi çykyp gidýän syrygýan suwlardaky organiki maddalar boýunça ygtyýar edilýän ýüki we arassalamagyň hilini kesgitleýär (8.2-nji tablisa).

Gomogen akar suwly bioreaktorlarda bioarassalama prosesini hasaplamak üçin indiki wajyp görkezijisi garyşdyrma düzgünidir. Doly garyşdyrma hem-de ideal gysyp çykarma ulgamlary mälimdir. Birinji görnüş girýän akymyň aerotenkde şol bada suwutmasyny üpjün edýär. Bu işjeň gyrmançanyň mikroflorasyny syrygýan suwlary hapalaýjylaryň ingibirleýji täsirinden goraýar. Bu ulgamda işjeň gyrmança, ideal gysyp çykarma ulgamlaryna garanynda, çökündä düşmäge bolan ukyby pesdir. Ideal gysyp çykarma ulgamlarynda işjeň gyrmançalar howalandyрма prosesiniň barşynda özüniň okislendirijilik ukybyny dikeldýän birinji koridora baryp düşýär. Syrygýan suwlar gaýtadan dikeldilen işjeň gyrmança bilen ikinji koridora düşýär. Hapalaýjy maddalaryň konsentrasiýalary ýuwaş-ýuwaşdan syrygýan suwlar aerotenkde koridorlar ulgamyndan geçdigiçe peselýär. Şeýle ulgamlarda giriji akymdaky hapalaýjy maddalaryň konsentrasiýasy işjeň gyrmançany emele getirýän biologik komponentler üçin ygtyýar berlen ahyrsoňy konsentrasiýasyndan geçmeli däl.

8.2-nji tablisa

**Girýän akymyň hiliniň howalandyrmanyň görnüşine baglylygy
(K. Forsteriň maglumaty boýunça, 1990)**

Howalandyrmanyň görnüşü	Organiki madda boýunça gyrmança bolan yük, kg/kg.gije-gündiz	Çykýan akymyň hili
Uzaldylan	0.05-0.02	Ýokary: KBU (БПК) <10 mg/litr, doly nitrifisirleme, ammoniý azody<5mg/litr Dürli: doly nitrifisirleşmeden onuň tutuş ýoklugyna çenli KBU (БПК)-nyň gyrmançanyň massasynyň birligine aýrylmagynyň ýokary tizligi, howalandyrmanyň ýeterlik derejesinde onuň hili 20-30 esse ýokary bolup biler.
Standart	0.20-0.45	
Çalt	0.50-5.00	

Aerotenkleriň dürli görnüşlerini ulanmagyň tejribesiniň görkezişine görä, arassalamaga berilýän syrygýan suwlardaky organiki maddalaryň mukdary 1000 mg/litrden artmaly däldir, pH-nyň optimal ululygy, adaty, 6,5-8,5 aralykda bolýar.

Arassalanýan syrygýan suwlardaky biogen elementleriň mukdary zerur bolan duzlary goşmaça goşup düzedilýär. Mysal üçin, KPSE-si 0,5 kg golaý O_2/m^3 bolanda, syrygýan suwlardaky özleşdirilýän azodyň mukdary 10 mg/litrden, fosfatlaryňky 3 mg/litrden az bolmaly däldir. Aerotenkde suwlary arassalamagyň gowy netijeleri girýän KPSE-niň bahasy 0,2 kg O_2/m^3 bolanda alynýar. Eger-de howalandyrmanyň derejesi KPSE-de 5 m^2/m^3 -sagada deň bolsa, arassalanan suwuň KPSE-si 0,015 kg O_2/m^3 -e çenli peselýär.

Işjeň gyrmançanyň biomassasynyň arassalamak döwründe köpelmegi onuň “garramagyna” we biokatalitik işjeňliginiň peselmegine getirýär. Şonuň üçin işjeň gyrmançanyň esasy bölegi gaýtadan durlaýjydan soň ulgamdan çykarylýar we diňe gyrmançanyň bir bölegi reaktora gaýdyp gelýär. Aerotenkler tehnologiýadan gaýtadan durlaýjylar bilen baglanyşyklydyrlar, olarda çykýan suwlaryň durlanmasy we işjeň gyrmançanyň aýrylmasy bolup geçýär. Durlaýjylar kontaktly gaplaryň hyzmatyny hem ýerine ýetirýärler. Olarda syrygýan suwlary hlorlaýarlar. Hloruň dezinfisirleýji dozasy biologik arassalamadan soň, arassalamaklyk derejesine baglylykda, hloruň suwuklyk bilen galtaşmak wagty 30 minutdan az bolmasa, 10-15 mg/litre deň bolýar.

Biologik (arassalaýjy) howuzlar özbaşdak arassalaýjy desgalar ýa-da biosüzüjide ýa-da aerotenkde arassalama basgançagyny geçen syrygýan suwlary arassalamagyň ahyrky nokady hökmünde ulanylýarlar. Eger-de arassalaýjy howuzlar suwy arassalamagyň özbaşdak ulgamlary hökmünde hereket edýän bolsalar, syrygýan suwlar olara barmazdan öň, tehniki ýa-da hojalyklarda ulanylýan agyz suwunyň 3-5 esse göwrümi bilen suwuklandyrylýarlar. Durlanan syrygýan suwuklandyrylmadyk suwlar üçin howuzlara düşýän ýük gije-gündizde 250 m^3/ga çenli, biologik arassalanan suwlar üçin gije-gündizde 500 m^3/ga çenli bolýar. Howuzlaryň ortaça çuňlugy 0,5-den 1,0 m çenli bolýar. Howuzlaryň “ýetişme” möhleti aram klimatly zolaklarda bir aýdan az däldir.

Suwlary aerob biologik arassalama usullary üznüksiz kämilleşdirilýär. Soňky ýyllar bioarassalamanyň has netijeli ulgamlary girizilip başlandy. Bu şahta reaktorlaryndaky prosesler, howalandyrmak üçin kislorody ulanmak prosesleridir. Şeýle bioreaktorlar oksitenkler diýlip atlandyrylýar. Oksitenklerde kislorodyň konsentrasiýasy 10-12 mg/litre çenli ýetýär. Bu aerotenklerdäki howalandyрма derejesinden birnäçe esse ýokarydyr. Syrygýan suwlaryň howalandyrylmasyň ýokarlanmagy netijesinde, olardaky işjeň gyrmançanyň konsentrasiýasy 15 g/litre çenli ýokarlanýar we olaryň okisleýjilik kuwwaty 4-5 esse aerotenkleriňkiden artykmaçdyr. Şahta bioreaktorlary syrygýan suwlary arassalamak proseslerini olaryň dikligine ýerleşen okisleýji kanalda geçişine meňzeş edip geçirýärler. Şeýle reaktorlar uly

bolmadyk meýdanlary eýeleýärler we köp bölegi ýere çuň ýerleşdirilendir. Şahta enjamlarynyň beýikligi 0,5-10,0 m diametrde 50-150 m ýetýär. Enjamyň içine içi boş ok ýa-da arassalanýan suwuň sirkulýasiýasy üçin ýokarlygyna we aşaklygyna akymalarynyň zolaklaryny üpjün edýän gurluş oturdylandyr. Sirkulýasiýanyň ugry ýokarlygyna akýan akymyň seksiyasyna uly bolmadyk çuňlukda howa goýbermek arkaly berilýär. Enjamlar ykjam, kislorodyň oňat massa geçirijiligini ($4,5 \text{ kg/m}^3$ sagat) üpjün edýärler. Munda gyrmança düşýän ýüküň derejesi bir gije-gündizde 0,9 kg KPSE ýetip biler. Oksitenkler ulanylanda döreýän esasy mesele gaty bölejikleri gyrmança garyndysyndan aýyrmak meselesidir. Howanyň mikroköpürjikleri gaty bölejiklere ýelmeşýärler we olaryň çökmegini ýaramazlaşdyrýarlar. Çökme düşmegini gowulandyrmak üçin wakuum degazasiýasyny, flotasiýasyny, howany ýelpäp süýşürmegi ulanýarlar. Degazasiýadan soň gyrmançaly garyndy aerotenke ugrukdyrylýar, onda mikroköpürjikler aýrylandan soň galan organiki maddalaryň ahyryna çenli okislenmesi bolup geçýär. Soňra syrygýan suwlar adaty shema boýunça durlaýja baryp guýulýarlar.

8.1.2. Syrygýan suwlary anaerob arassalama prosesleri

Syrygýan suwlary arassalamagyň anaerob prosesleri häzirki wagt ýeterlik ösüşe eýe bolan dälidirler. Bu prosesler syrygýan suwlary arassalamagyň aerob prosesleri bilen deňeşdireniňde, birnäçe artykmaçlyklara eýedir. Olaryň esasyalary hapalaýjy maddalaryň uglerodynyň biomassanyň uly bolmadyk göwrümünde ýokary derejedäki öwrülişigidir we gymmatly önüm bolan biogazyň goşmaça alynmagydyr.

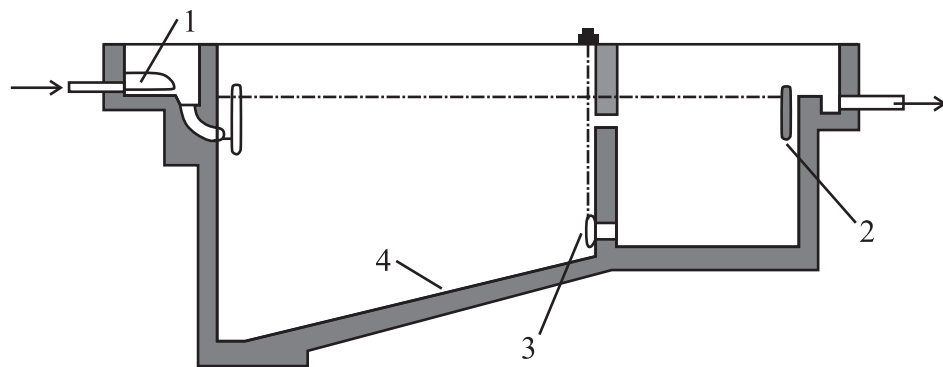
Anaerob prosesler syrygýan suwlary arassalamak üçin Ýewropada indi 100 ýyla golaý wagt bäri ulanylýar. Bu maksatlar üçin peýdalanylýan bioreaktorlar – septiktenkiler, durlaýjylar bolup, olarda çöken gyrmança anaerob dargamaga duçar edilýär. Septiktenkiler, adaty, $30-35^{\circ}\text{C}$ -de ulanylýar. Arassalanýan suwlaryň olarda bolmaklyk möhleti ep-esli köpdür, ýagny 20 gije-gündize golaýdyr. Bioreaktorlaryň bu görnüşleri taslanylanda esasy görkezijileriniň biri hyzmat edýän ilatynyň sany P göz önünde tutulyp hasaplanylýan onuň litrlerdäki sygymlylygydyr (V):

$$V = 180 \cdot P + 2000.$$

180 litriň ýarpy göwrümi ilatyň jan başyna berilýär, beýleki ýarysy gyrmançanyň ýygnanmagy üçin gerek bolýar. Tenkiň göwrümi iki kameranyň arasynda bölünýär, munda birinji göwrümiň $2/3$ bölegini eýeleýär we gyrmançany saklamak üçin düýbi eňnit bolýar (8.4-nji surat). Gyrmança wagtal-wagtal (takmynan, ýylda bir gezek) aýrylyp durulýar, onuň köp bolmadyk bölegi bioreaktorda galdyrylýar.

Septiktenkileri şäher arassalaýyş desgalary ulgamlarynda ulanýarlar. Olarda ilkinji durlaýjylardan aýrylan çökündiler gaýtadan işlenilýär. Munda ajadylan gyrmançany ýok edýärler ýa-da gömýärler. Ajanda gyrmançanyň göwrümi azalýar, onda kesel dörediji mikroorganizmler we ýakymсыз ysly azalýar. Hapalaýjy maddalaryň septiktenkilerde çylşyrymly mikrob assosiasiýalarynyň esasynda bolup geçýän bi-odargamagyň ýollary asidogen, geteroasetogen bakteriýalaryň gatnaşmagynda gidrolitik prosesleri we metanogenleriň gatnaşmagynda metanogenerasiýa prosesini öz içine alýarlar. Şeýle görnüşli anaerob akar ajadyjylar senagat we oba hojalyk syrygýan suwlary anaerob bioarassalamak üçin ulanýarlar.

Azyk senagatynyň aşa hapalanan syrygýan suwlaryny we depginli maldarçylygyň galyndylaryny arassalamak üçin ulanylýan şeýle bir gummat bolmadyk anaerob ulgamlary has netijelidir. Bu syrygýan suwlaryň kislorodyň biologik sarp edilişi (KBSE) we kislorodyň himiki sarp edilişi (KHSE) boýunça ýüküň ýokary derejeleri bardyr, dersiň syrygýan suwlaryň bolsa biodargamaýan we eremeýän komponentleriniň ýokary mukdary bardyr. Olary arassalamak üçin doly garylýan ajadyjylary ulanýarlar. Doňuz we guş kompleksleriniň syrygýan suwlary anaerob arassalamanyň barşynda KHSE-den diňe 50%-e, iri şahly mallaryň fermalarynyň syrygýan suwlary bolsa 30%-i boşaýarlar. Organiki maddalaryň we ammoniý azodynyň ýokary konsentrasiýalary (4000 mg/litre çenli) dargama prosesini haýalladyp bilýärler. Şeýle syrygýan suwlaryň göwrümi 600-700 m³ bolan bioreaktorda saklama wagty 15-20 gije-gündize çenli uzalýar (kada boýunça gije-gündizdäki doldurylyp ýüklenende 20-30 m³). Munda emele gelýän biogaz 70%-e çenli metan saklaýar. Göwrümi şeýle bir uly bolmadyk bioreaktor doňuzlarynyň baş sany 1200-1500-e ýetýän ortaça fermanyň syrygýan suwlaryny arassalap bilýär.



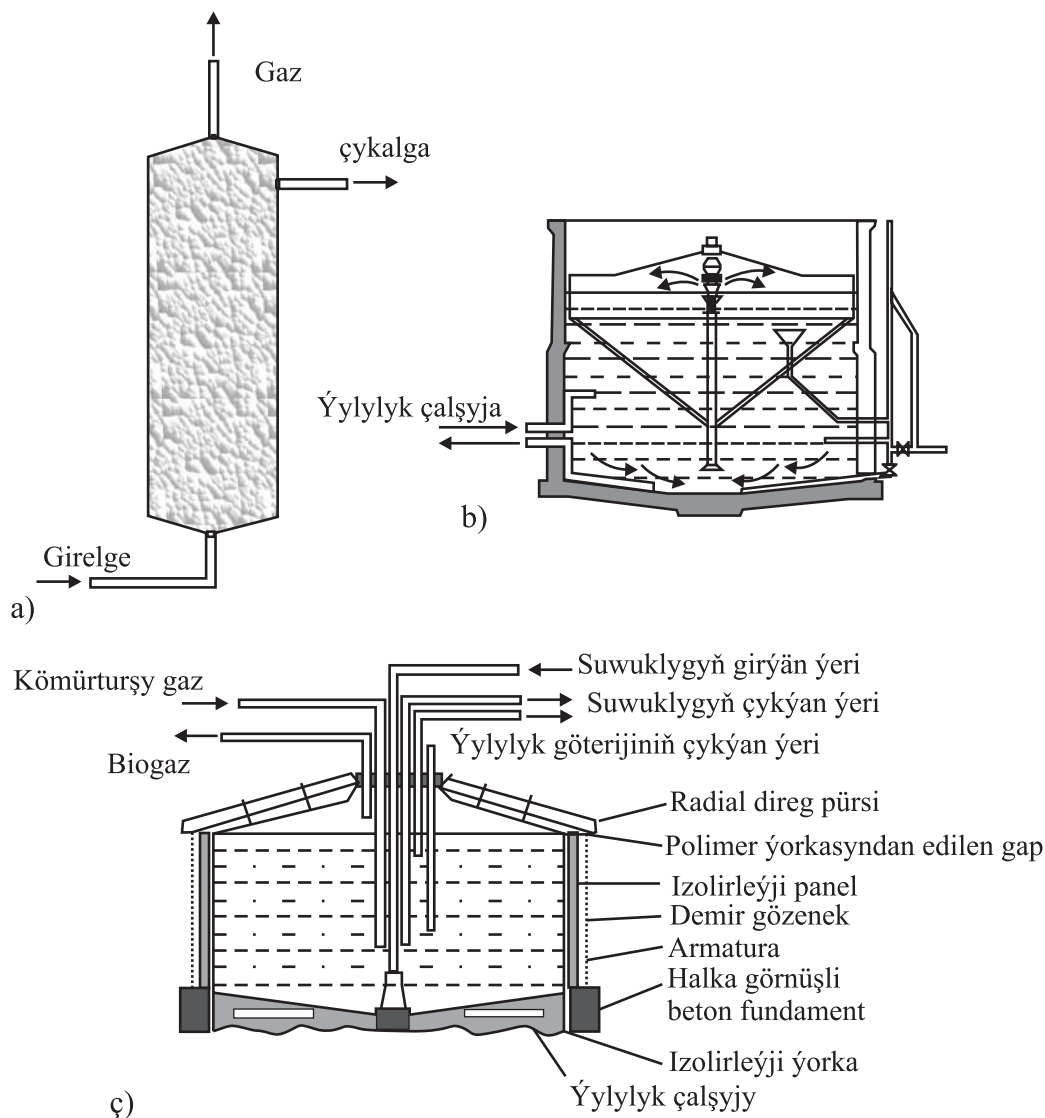
8.4-nji surat. Iki kameraly septiktenk (K. Forsteriň maglumaty boýunça, 1990):

1 – sazlaýjy, 2 – serpikdiriji, 3 – basyşly turba geçiriji, 4 – eňňit 1:4

Azyk senagatynyň hapalanan syrygýan suwlaryny arassalamak üçin ýörite işlenip düzülen çaknyşykly anaerob prosesleri ulanýarlar (8.5-nji surat).

Şeýle proseslerde enjamyň düzümine girýän ilkilenji tenke gelip girýän syrygýan suwlar biogazyň, gyrmançanyň ýa-da mehaniki garyşdyrmanyň hasabyna

doly garyşýarlar. Garyşmadan başga-da, prosesiň depginliliginiň görkezijisi bolup, bioreaktorda temperaturanyň üýtgemegine hyzmat edýär. Ajadylan syrygýan suwlar durlandyryja gönükdirilýär, onda gyrmançanyň çökme prosesi we biogazyň goşmaça emele gelmesi bolup geçýär.



8.5-nji surat. Azyk senagatynyň syrygýan suwlaryny arassalamak üçin gurluşlaryň görnüşleri:

*a – anaerob biosüzgüç, b – garyşdyrmak üçin perli sorujyly gurluş,
ç – Koulzerdiň ýokary tizlikli reaktory (J. Best we başgalaryň maglumaty boýunça, 1988)*

Demrikdirilen gyrmançany syrygýan suwlaryň täze porsiyalarynyň gelip durýan ajadyja gaýtarýarlar. Ajadyjyda biomassanyň konsentrasiýasy 5-10 mg/litr bo-

landa, KHSE-siniň mukdary 20 kg/m^3 çenli bolan syrygýan suwlary ýeterlik derejede netijeli arassalamak mümkindir. Biomassanyň konsentrasiýasy $20\text{-}30 \text{ g/litre}$ çenli köpeldilende, KHSE-si 80 kg/m^3 çenli bolan suwuklandyrylmadyk syrygýan suwlary ulanyp bolýar. Hereketsiz bioýorkaly (anaerob biosüzjiler) reaktorlary hem syrygýan suwlary anaerob arassalamak üçin ulanýarlar.

Bu maksatlar üçin ulanylýan bioreaktorlar aerob damjalaýyn biosüzgüçlerden tapawutlylykda gyrmançanyň artykmaç emele gelmeginiň bolmazlygy üçin has iri nasadkasy bolýar. Şu maksatlar üçin ulanylýan diametri $25\text{-}65 \text{ mm}$ bolan çagylyly nasadka 50% -e çenli erkin göwürüme eýedir. Syrygýan suwlaryň arassalanýan aky-mynyň tizligi, adatça, pes we biomassa nasadkanyň erkin giňişliginde saklanýar. Şeýle ulgamlar üçin KHSE boýunça ahyrky ýüki bir gije-gündizde 10 kg/m^3 a ýetýär, organiki maddalaryň aram mukdary bilen ol 5 kg/m^3 -a golaý bolýar.

Arassalamagyň netijeliligi 70% -e golaý bolýar. Emma, bu desgalar nasadkanyň gymmata düşýändigini we süzüji materialy wagtly-wagtynda ýuwulyp durulmalydygy sebäpli, henize çenli giňden ulanylýan däl.

Umuman, syrygýan suwlary arassalamagyň anaerob prosesleri birnäçe görnüş duran artykmaçlyklara eýe bolsa hem bioarassalamanyň aerob prosesleri ýaly giňden ulanylýan däl. Emma, soňky ýyllarda senagat syrygýan suwlaryny öňünden arassalamaga bolan talaplaryň berkändigini sebäpli, olar ýerlagyma (kanalizasiýa) guýulmanka, anaerob proseslere bolan gyzyklanma barha artýar.

8.2. Gaty zyňnyndylary peýdaly ulanma

Gaty zyňnyndylary gaýtadan işlemek we ýok etmek çygrynda biotehnologik usullar kommunal zyňnyndylary peýdaly ulanmakda we gyrmançany syrygýan suwlary bioarassalamak ulgamyndan aýyrmakda has giňden ulanylýar.

Könedan gelşine görä, gaty galyndylary şäheriň zir-zibil taşlanylýan ýerine zyňýarlar. Zyňnyndylaryň adam başyna düşýän mukdarynyň barha köpelip barmagy zir-zibil zyňylýan ýerleriň sanynyň köpelmegine we olaryň tutýan meýdanynyň barha ulalmagyna hem-de zyňnyndylaryň daşalanda daşky gurşawa dolandyryp bolmaýan derejede dökülmegine getirýär. Mysal üçin, 1984-nji ýylyň maglumatlaryna görä, Fransiýada, Gresiýada we Irlandiýada zyňnyndylary daşamagyň barşynda ýok edilen hapalaryň umumy mukdarynyň, degişlilikde $10,3$, $17,5$ we $35,0\%$ -i pytradylypdyr. Çig mallary ikinji gezek ulanylmagyna bolan ünsüň barha ýokarlanýandygyna garamazdan, zyňnyndylaryň zir-zibil taşlanylýan ýerinde ýok edilmegi olary gaýtadan işlemegiň islenen usulyndan arzan düşýär. Zyňnyndylar anaerob gaýtadan işlenilende köp mukdarda energiýanyň gymmat bahaly göterijisi bolan biogazyň emele gelýändigini belli edilenden soň, zir-zibil taşlanylýan ýerler degişli görnüşde gurnalyp we olaryň gaýtadan işlenilýän ýerlerinde metanyň alnyşy ýola goýlup başlandy.

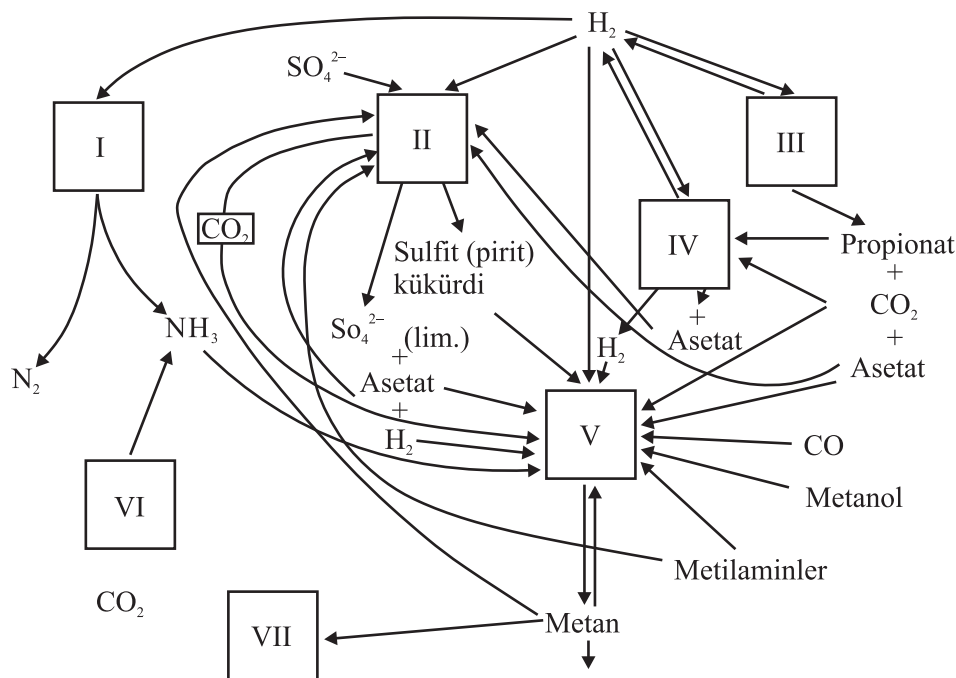
Şäher zir-zibil taşlanylýan ýerlere dökülýän zyňyndylaryň ägirt uly dürlüligine garamazdan, umuman, ösen döwletleriň gaty zyňyndylarynyň düzümi barha birmeňzeş bolup barýar, munda organiki we ösümlik materiallarynyň azalýandygy, kagyzyň we plastmassalaryň bolsa köpelyändigini anyk görünüýär. Bu zir-zibil taşlanylýan ýerlerdäki zyňyndylaryň durnuklanmak wagtynyň köpelmegine getirýär. Ol ýerlerdäki zyňyndylaryň himiki düzümini öwrenmek netijesinde olaryň biodargamaga duçar bolýan fraksiýasy gaty zyňyndylaryň tutuş mukdarynyň 70%-e çenli barýandygy anyklanyldy.

Zir-zibil dökülýän ýerlerdäki zyňyndylaryň häsiýetleri örän çylşyrymlydyr, çünki dürli wagt aralyklarynda täze materialyň gatlarynyň emele gelmesi hemişe dowam edýär. Şonuň netijesinde bu proses temperaturanyň, pH-nyň, suwuklyk akymynyň, fermentleriň işjeňliginiň we başgalaryň gradiýentlerine duçar bolýar. Zir-zibil dökülýän ýerlerdäki zyňyndylaryň umumy massasynda olar üçin biogen elementleriň çeşmesi bolup hyzmat edýän gaty bölejikleriň üst ýüzünde ösýän mikroorganizmleriň çylşyrymly assosiasiýasy gatnaşýar. Assosiasiýanyň içinde dürli-dürli özara gatnaşýklar we özara täsirler döreýär. Umuman, mikrob maşgalasynyň ýagdaýy we biokatalitik potensialy zir-zibil taşlanylan ýerlerdäki zyňyndylaryň düzümindäki himiki materialyň dürlüligine, olaryň elýeterligine, dürli substratlaryň konsentrasiýa gradiýentleriniň, esasan-da, elektronlaryň we wodorodyň donorlarynyň we akseptorlarynyň konsentrasiýa gradiýentleriniň bardygyna baglydyr.

Zyňyndylary bölekler boýunça ýerleşdirilýän adaty Ýewropa zir-zibil taşlanylan ýerlerdäki taşlandylary gaýtadan işlemek biodargamanyň dürli basgançaklaryndaky substratdan (zyňyndylardan) ybarat bolan bioreaktorlaryň jemidir.

Biodargamanyň başlangyç basgançagynda aerob prosesler agdyklyk edýärler, olaryň barşynda mikroorganizmleriň (kömelekleriň, bakteriýalaryň, aktinomisetleriň) we oňurgasyzlaryň (sakyrtgalaryň, nematodlaryň we başg.) täsirinde iň ýeňil dargayan komponentler okislenýärler. Soňra dargama prosesine kyn we haýal okislenýän substratlar – lignin, lignoselýulozalar, melaninler, taninler duçar bolýarlar. Gaty zyňyndylaryň biodargamagyny kesgitleýän dürli usullar bardyr. Has gowy maglumat beriji usul selýulozanyň we ligniniň okislenme tizliginiň dürlüligine esaslanan usul hasaplanylýar. Gaýtadan işlenmedik zyňyndylarda selýulozanyň lignine bolan gatnaşygy 4,0 golaýdyr, işjeň gaýtadan işlenilýänlerinde 0,9-1,2 we doly durnugan zyňyndylarda 0,2 deňdir. Aerob basgançagyň dowamynda gurşawyň temperaturasy 80°C-a çenli ýokarlanyp bilýär, bu kesel dörediji mikroflorany, wiruslary, mör-möjekleriň liçinkalaryny inaktiwleşdirýär we öldürýär. Temperatura zir-zibil taşlanylýan ýeriň ýagdaýyny görkeziji bolup hyzmat edip biler. Temperaturanyň ýokarlanmagy organiki maddalaryň dargama prosesiniň tizligini artdyrýar, ýöne munda kislorodyň ereýjiligi peselýär, bu çäklendiriji görkezijidir. Molekulýar kislorodyň *in situ* tükenmegi ýylylygyň bölünip çykmagyny we kömür kislotasynyň toplanmagyny peseldýär. Bu öz nobatynda mikrob asso-

siasiyasynyň, ilki bilen fakultatiw, soňra obligat anaeroblarynyň ösüşini stimullirleýär. Anaerob minerallaşmada aerob prosesinden tapawutlylykda dürli-dürli öz bi-ri-birleri bilen täsir edýän mikroorganizmler gatnaşýarlar. Munda elektronlaryň has okislenen akseptorlaryny ulanmaga ukyply görnüşleri termodinamiki we kinetiki artykmaçlyklara eýe bolýarlar. Polisaharidler, lipidler, proteinler görnüşli polimerleriň yzygiderli gidroliz prosesi bolup geçýär; munda emele gelýän monomerler soňra wodorodyň, kömür kislotasynyň hem-de spirtleriň we organiki kislotalaryň emele gelmegi bilen dargaýarlar. Soňra metanogenleriň gatnaşmagynda metanyň emele gelmek prosesi bolup geçýär (8.6-njy surat).



8.6-njy surat. Katabolizmiň ahyrky başgaçağynyň anaerob şertlerinde mikroorganizmleriň özara täsiri (K. Forster we Ý. Senioryň maglumatlary boýunça, 1990):

I – nitratlary, II – sulfatlary ulanýan bakteriýalar, III – propionaty, IV – asetaty,

V – metany emele getiriji bakteriýalar, VI – aminokislotalary,

VII – metilirlenen metalloorganiki kompleksleri katabolirleýji bakteriýalar

Zir-zibil taşlanylýan ýerlerdäki zyňyndylaryň biodargamagynda bolup geçýän prosesler toplumynda iki görnüşli önümler, ýagny topraga süzülip geçýän suwlar we gazlar emele gelýärler. Süzülip geçýän suwlar mikroorganizmlerden başga, öz içine ammoniý azodyny, uçujy ýag kislotalaryny, alifatiki aromatik we halkaly uglewodorodlary, terpenleri, mineral makro- we mikroelementleri, metallary alýan dürli maddalar toplumyny saklaýarlar. Şonuň üçin zir-zibil taşlamak üçin ýer saýlanyp alnanda, ýeriň üstüni we ýerasty suwlary hapalanmadan goramak wajyp

pursatlaryň biridir. Suwuň süzülmegine garşy göreşmek üçin geçirijiligi az bolan gömmeleri ulanýarlar ýa-da taýýarlanylýan ýeriň töwereginde geçirmeýän örtükler ýa-da ýörite germewler döredýärler.

Zir-zibil taşlanylýan ýerlerdäki süzülyän suwlary ýygnamagy guramak we damjalaýyn biosüzüjileri, aerotenkleri ýa-da howalandyrylýan howuzlary ulanmak bilen dolandyryjy anaerob gaýtadan işlemeklik has netijeli usul bolup galmagy mümkin. Howalandyrylýan howuzlar ulgamynda birnäçe aýyň dowamynda suwlardan KBSE-niň 70%-ine çenlisini, damjalaýyn biosüzgüçlerde ýa-da işjeň gyrmançaly ulgamlarda KBSE-niň 92%-ine çenlisini, biosiňdirmäniň netijesinde metallaryň (demir, marganes, sink) 90%-den gowragyny aýyrmak mümkin. Anaerob bioarassalama KHSE-niň 80-90%-ini 40-45 günün dowamynda 25°C-de aýyrmaga mümkinçilik berýär (10°C-de KHSE-ni aýyrmagyň ululygy 50% peselýär).

Zir-zibil taşlanylýan ýerlerdäki materialyň biodargamagy netijesinde emele gelýän biogaz gymmatly energogöterijidir, emma, daşky gurşawda ýaramaz ýagdaýlary hem ýüze çykaryp bilýär (ýakymсыз ys çykaryýar, ýerasty suwlarda kislotalaryň artykmaç mukdaryny emele getirýär, oba hojalyk ekinleriniň hasyllylygyny peseldýär), şonuň üçin gazyň ýytgisini çäklendirmeli bolýar. Bu gazyň ýerini üýtgediji hem-de gazyň ýitgisiniň önüni almak üçin zir-zibil taşlanylýan ýerlerdäki zyňyndylaryň üstüni örtgi emele getirji ýörite gurallaryň kömegi bilen (böwetler, çagyl bilen doldurylan garymlar, gazy ekstraksiýalaýjy ulgamlar) amala aşyrylýar.

Zir-zibil taşlanylýan ýerlerdäki zyňyndylary gaýtadan işlemek proseslerinde soňky 10-20 ýylyň içinde metany bölüp almaga gyzyklanma düýpli derejede güýçlendi. ABŞ-da bu maksatlar üçin 10 desga, Ýewropa ýurtlarynda 40-a golaý desga guruldy. Şeýle desgalaryň gurluşygy Beýik Britaniýada, Ýaponiýada, Kanadada, Şweýsariýada we başga ýurtlarda hem göz önünde tutulýar. Zir-zibil taşlanylýan ýerlerde köp mukdarda emele gelýän biogazy ýygnamagyň we ony ulanmagyň geljegi uludyr. Mysal üçin, Rossmandaky desga tomus aýlarynda her günde 40000 m³ gaz berýär. Şeýle desgalaryň göwrümi ep-esli bolup, ol 10,0-20,0·10⁶ m³ çenli bolýar.

Metanyň nazaryýet hasabyndan çykymy gury gaty zyňyndylaryň her kg-dan 0,266 m³ çenli bolýar. Biogazyň dürli barlaghana gurluşlardaky we gözegçilik edilýän zir-zibil taşlanylýan ýerlerdäki hakyky eksperimental çykymy maglumatlaryň düýpli pytraňlylygyny onlarça litr/kg-dan ýüzlerçe litr/kg çenli berýärler. Metanogenez prosesine köp görkezijiler gurşawyň temperaturasy we pH-y, çyglylyk, howalandyrmagyň derejesi, zyňyndylaryň himiki düzümi, olarda zäherli komponentleriň bolmagy we başgalar ägirt uly täsir edýärler. Zir-zibil taşlanylýan ýerlerde emele gelýän gaz dikligine ýa-da gorizontallýk ýerleşdirilen deşik-deşik edilen polietilen turbalaryň kömegi bilen bölünip çykarylýar. Howa üfleýjileri we sorujylary ulanmaklyk gazyň bölünip çykmagynyň derejesini ýokarlandyryp biler. Alynýan gazy ýyladyşhanalary ýylatmak üçin bug almakda ulanýarlar, goşmaça arassalanandan soň bolsa, umumy gaz geçirijä sapýarlar.

Şeýlelelik bilen, mesele ekologiýa häsiýet bilen bir hatarda ykdysady häsiýete eýedir, çünki zir-zibil taşlanylýan ýerlerde emele gelýän biogazy ulanmak daşky gurşawyň hapalanmagyna, howply we ýaramaz ysly zyňyndylara garşy göreşmekde edilýän çykdajylary azaltmaga mümkinçilik berýär.

8.3. Gaz-howa zyňyndylaryny bioarassalamak

Howa basseýniniň hapalanmagy bilen göreş meselesi adamzadyň tehnologik işleriniň netijesinde ägirt uly ýitilige eýe bolýar. Uly senagat şäherleriniň howasynda zyýanly maddalaryň köp mukdary saklanylýar. Munda zäherli maddalaryň köpüsiniň konsentrasıýasy bolmaly kadasyndan ýokarydyr. Atmosferanyň hapalanmagyna esasy goşandy nebiti gaýtadan işleýän, himiki, azyk senagatlarynyň kärhanalary hem-de oba hojalyk toplumlary, syrygýan suwlary durlaýjylar, zyňyndylary zyýansyzlandyrmak boýunça çäreleri amala aşyrýan kärhanalary goşýarlar. Bu maddalaryň arasynda organiki maddalar (aromatik we doýmadyk uglewodorodlar, azot, kislorod, kükürt we galogen saklaýan birleşmeler) we organiki däl maddalar (kükürtli gaz, kükürtli uglerod, uglerod (II we IV) okisleri, ammiak, hlörly wodorod, galogenler) bardyr. Iri senagat şäherleriniň howa basseýnlerinde dürli maddalaryň onlarçasý, şol sanda ýakymysyz ysly maddalar, hatda sähelçe mukdary adamyň saglygyna zyýanly täsir edýän maddalar hem bardyr.

Howany arassalamak üçin dürli fiziki, himiki we biologik usullar ulanylýar, emma olaryň derejesi we möçberleri heniz talap edilişinden örän daşdadyr. Ulanylýan fiziki usullaryň arasynda garyndylaryň işjeňlendirilen kömrüň we beýleki siňdirijileriň üstüne siňdirilmegini, suwuklyklar bilen siňdirilmegini göz önünde tytýan usullar bardyr. Howany arassalamagyň himiki usullarynyň iň giňden ýaýranlary ozonlama, öte gyzdurma, katalizatoryň gatnaşmagynda ahyryna çenli ýakmakdyr. Howa basseýnlerini arassalamagyň biologik usullary ýaňy-ýakynda ulanylyp başlandy we häzirlilikçe çäklendirilen möçberlerde ulanylýar.

Howany arassalamagyň biologik usullary mikroorganizmleriň aerob şertlerde köp dürli maddalary ahyrky önümler bolan CO_2 we H_2O çenli dargatmaga ukybyna esaslanandyr. Mikroorganizmleriň alifatik, aromatik, geterohalkaly, halkasyz we dürli C_1 birleşmeleri metanolizlemek häsiýetleri giňden bellidir. Mikroorganizmler ammiagy peýdaly ulanýarlar, kükürtli gazy, kükürtli wodorody we dimetilsulfoksidi okisleýärler. Emele gelýän sulfatlary beýleki mikrob görnüşleri peýdaly ulanýarlar. Aerob karboksidobakteriýalaryň iň howply howa hapalaýjylaryň biri bolan uglerod (II) oksidini CO ýeňillik bilen okisleýändikleri barasynda maglumatlar bar. *Nocardia* maşgalasynyň wekilleri sterinleri we ksiloly netijeli okisleýärler; *Hyphomicrobium* maşgalasynyň wekilleri dihloretany; *Xanthobacterium* maşgalasynyň wekilleri etany we dihloretany; *Mycobacterium* maşgalasynyň wekilleri bolsa, winilhloridi okisleýärler.

Toprak mikroorganizmleri katabolik ýollarynyň has giň dürlüligi bilen tapawutlanýarlar. Mysal üçin, diňe *Pseudomonas* maşgalasynyň wekilleri uglerodyň, kükürdiň ýa-da azodyň ýeke-täk çeşmesi hökmünde 100-den gowrak birleşmeleri biosferany hapalaýjylary ulanýarlar. Zäherli maddalary dargadyjylaryň biosintetik potensialy bolan mikroorganizmleriň önümliligini ýokarlandyrmak ugrunda zähmet çekýän mikrobiologlaryň we genetikleriň könedan gelyän seçgini, seleksiýany, öý-jük we genetiki inženeriýanyň iň täze gazananlaryny öz içine alýan ygtybarly ýa-ragydyr. Atmosferany hapalaýjylaryň aglabasyny mikroorganizmleriň monoösdür-mesi bilen dargadyp bolýar, emma, uly katalitik potensiala we, diýmek, dargadyjy ukyba eýe bolan garyşdyrylan ösdürmeleri ulanmak has netijelidir. Howany bio-logik arassalamak üçin gurluşlaryň üç görnüşini: biosüzgüçler, bioskrubberler we ýuwulýan gatlakly bioreaktorlar ulanýarlar (8.3-nji tablisa).

Howany biologik arassalamagyň ýörelgeli shemasyny 1940-njy ýylda Prýuss hödürledi. Ýewropada ilkinji biosüzgüç 1980-nji ýylda guruldy. Üç ýyldan soň, 1984-nji ýylda GFR-de eýýäm 240 sany gurluş hereket edýärdi we önümçilige giri-zilmeginiň önüsyraşyndady. Howany arassalamak üçin biosüzgüjiň esasy elemen-ti, edil suw arassalaýjy biosüzgüjiňki ýaly howadan zäherli maddalary ýygnaýan süzüji gatlakdyr. Soňra bu maddalar erän görnüşinde mikrob öýjüklerine aralaşýar-lar, olara goşulýarlar we dargamaga duçar bolýarlar.

8.3-nji tablisa

**Howany bioarassalaýjy enjamlary toparlara bölme
(I.B. Utkin we başgalaryň maglumatlary boýunça, 1989)**

Enjamyň görnüş-i	Işçi beden	Suw düzgüni	Garyndylary howadan aýyrmagyň esasy bas- gançagy	Mineral duzlaryň çeşmesi
Biosüzgüç	Süzüji gatlak-tebigy göteri-jilerde immo-bilizlenen mikrob öýjükleri	Suwuň aýlanyşy ýok	Süzüji gatlagyň mate-rialy bilen desorbsiýa. Mikrob öýjükleri bilen dargatma 1. Absorberde suw bilen absorbsiýa	Süzüji gatlagyň ma-terialy
Bioskrubber	Suw, işjeň gyr-mança	Suwuň aýlanyşy	2. Aerotenkde işjeň gyrmança bilen dar-gatma	Mineral duzlary suwa girizýärler
Ýuwulýan gatlakly bioreaktor	Emeli göteri-jilerde immo-bilizlenen mikrob öýjükleri	Suwuň aýlanyşy	1. Suwly ýorkanyň üsti bilen mikroor-ganizmlere diffuziýa. 2. Biologik gatlakda dargama	Mineral duzlary suwa girizýärler

Süzüji gatlak üçin göteriji hökmünde tebigy materiallary, ýagny ders, torf we başgalary ulanýarlar. Bu materiallar öz düzüminde mikroorganizmleriň ösmegi üçin zerur bolan dürli mineral duzlary we maddalary saklaýarlar. Şonuň üçin biosüzgüçlere hiç hili mineral goşundylary goşmaýarlar. Arassalaýjy howa ýelpewaç (wentilýator) arkaly ulgama berilýär, ol dürli ugurlar boýunça, aşakdan-ýokary, tersine süzüji gatlakdan geçýär. Munda arassalanmaga degişli howa süzüji gatlagyň ähli massasyndan gyradeň geçmelidir. Şonuň üçin gatlagyň birmeňzeşligi we çyglylyk belli bir derejede saklanylmalydyr. Howany arassalamak üçin süzüji gatlagyň optimal çyglylygy göterijiniň materialynyň massasynyň 40-60%-ine deň bolmalydyr. Süzüji gatlagyň materialynyň çyglylygy ýeterlik bolmasa, onda jaýryklar emele gelyärler, material guraýar. Bu howanyň geçmekligini kynlaşdyrýar we mikroorganizmleriň fiziologik işjeňligini peseldýär. Materialy çyglylandyrmak süzüji gatlagyň üstüne suw sepmek arkaly üpjün edilýär. Gatlagyň galyňlygyndaky artykmaç çyglylykda ýokary aerodinamiki garşylykly anaerob zolaklaryň emele gelmegi bolup geçýär. Netijede, howa akymynyň siňdiriji bilen galtaşma wagty azalýar we arassalagyň netijeliligi peselýär. Süzüji gatlak hökmünde ders ulanylanda, käbir ýagdaýlarda bolýan süzüji massanyň galyňlygynda juda dykz zolaklar ýa-da materialyň tokgasy emele gelmeli däldir, çünki munda süzüji gatlagyň udel üsti azalýar. Materialda temperatura gradiýentleri ýüze çykmaly däldir hemde gurşawyň pH-ny birden ýütgemeli däldir. Şonuň üçin biosüzgüçde temperatura düzgüni hemişelik saklanylmalydyr. Munuň üçin biosüzgüje berilýän howa gyzdyrylýar, gurluş tutuşlygyna termostatirlenilýär.

Biosüzgüçleriň durnukly işini üpjün etmek üçin çäreleriň toplumyny berjaý etmelidir, olaryň iň wajyplary şu aşakylardyr. Biosüzüjä arassalamak üçin berilýän howany ilkinji nobatda bioskrubberde 95-100% çenli çyglylandyryýarlar. Süzüji gatlak doldurylanda aerodinamiki garşylygyny peseltmek üçin materiala diametri 3-10 mm bolan sintetik polimer materiallardan (polietilen, polistirol) edilen owuntyk, awtoşiniň bölejiklerini we işjeňlendirilen kömür goşýarlar. Goşundylaryň massasy süzüji materialyň massasynyň 30-dan 70%-ine çenlisini tutýar.

Süzüji materialyň birden aşa okislenmesiniň önüni almak üçin organiki materiallary daşamagyň barşynda oňa göterijiniň 2-40%-ine barabar hek ýa-da kalsiý karbonatyny goşýarlar. Käbir ýagdaýlaryň, mysal üçin, biosüzgüjiň düzümine girýän mikroorganizmleriň birden köp mukdarda guýulýan zäherli maddardan ingibirlenmesiniň önüni almak üçin materiala 250 kg/m³ çenli işjeňlendirilen kömür goşýarlar.

Biosüzgüjiň işiniň netijeliligi süzüji gatlagyň gazodinamiki görkezijileri, howadaky maddalaryň dürlüligi we konsentrasiýasy we dargadyjy mikroorganizmleriň ferment işjeňligi bilen kesgitlenilýär. Munda howanyň zyýanly garyndylardan bioarassalama prosesinde arassalanmagynyň tizligi gaz fazasyndan biokatalitik gatлага maddanyň diffuziýasy, şeýle hem mikrob öýjüklerindäki biokimiki reak-

siýalaryň geçiş tizligi bilen çäklendirilip bilner. Zyýanly maddalaryň howadaky ýokary giriş konsentrasiýasynda akymyň süzüji gatlakdan geçişiniň barşynda olaryň dargamak prosesi gyradeň gäldir. Ilkibaşda ýeňil dargaýan maddalar dargaýarlar we diňe prosesiniň soňunda dargamasy kyn bolan maddalaryň dargamasy başlaýar. Mysal üçin, howada zyýanly garyndy hökmünde garyndylar toplumy gatnaşanda (butanol, etilasetat, butilasetat we toluol), toluol beýleki maddalaryň hemmesinden soň peýdaly ulanylýar (utilizirlenýär).

Bioarassalamanyň stasionar ýagdaýy we onuň iň ýokary tizligi biosüzgüç işledilenden birnäçe wagtdan soň aralaşýar. Mikrobiologik senozyn ýetişmegi we öwrenişmegi üçin birnäçe döwür gerek bolýar. Öwrenişmek döwriň dowamlylygy maddalaryň howadaky konsentrasiýasyna we diffuziýa gatlagyndaky mikrob düzümine baglydyr we birnäçe sagatdan birnäçe hepde çenli bolup biler. Mikroorganizmleriň konsentrasiýasy arassalamanyň barşynda artykmaç bolup galmagy mümkindir. Şonuň üçin süzüji gatlagyň materialyny wagtal-wagtal täzeläp durmaly bolýar. Döwürleriň dowamlylygy birnäçe ýyla çenli barýar.

Bioskrubberleriň işleýiş ýörelgesi howany arassalamak prosesiniň iki basgançakda iki sany dürli gurluşlarda amala aşyrylýandygy bilen tapawutlanýar. Birinji basgançakda howadaky zäherli maddalar adsorberde, kislorod bolsa suwda ereýär. Netijede, howa arassalanyp çykýar, hapalanan suwy soňra arassalamaga gönükdirýärler. Adsorberleriň dürli görnüşleri (barbotažly, nasadkaly, pürküji, forsunkaly we başg.) ulanylýar. Konstruksiýalaýyn kämilleşdirmeleriň maksady gaz we suwuk fazalaryň aýrylýan üstüniň meýdanyny ulaltmakdan ybaratdyr. Bu üst siňdirmesiniň netijeliligini kesgitleýär. Ikinji basgançakda hapalanan syw aerotenke barýar, onda ol gaýtadan dikelýär. Aerotenkde suwuň arassalanmagy adaty shema boýunça kislorodyň gatnaşmagynda bolup geçýär. Arassalamagyň barşynda çylşyrymly organik maddalar işjeň gyrmançalary emele getirýän mikroorganizmler tarapyndan ahyrky önümlere çenli biomassany emele getirmek bilen okislenýärler.

Ýuwulýan gatlakly bioreaktor – bu bioulgamyň işçi teni immobilizlenen mikroorganizmlerdir. Reaktoryň biogatlagy immobilizlenen mikrob öýjükli owuntyklardyr. Bu gatlak öýjükleriň ösmegi üçin zerur bolan mineral maddalary saklaýan suw bilen ýuwulýar. Hapalanan howa onuň üstünden geçýär, munda dargamaly maddalar biokatalizatoryň bölejiklerini ýapýan suwly ýorka diffundirleýärler, soňra mikroorganizmler bilen okislenýärler. Dargamagyň tizligi maddalaryň gaz fazasyndan suwuklyga diffuziýasynyň tizligi hem-de mikrob öýjüklerinde geçýän reaksiýalaryň tizligi bilen çäklendirilip bilner. Diffuziýanyň tizligi, öz nobatynda, zäherli maddalaryň tebigatyna we konsentrasiýasyna baglydyr. Ýuwulýan gatlakly bioreaktoryň stasionar düzgüni onuň işe goýberilenden 5-10 günden soň başlanýar. Arassalanýan maddalara önünden öwrenişdirilen mikroorganizmler ulanylanda, bu möhleti birnäçe sagada çenli gysgaldyp bolýar. Wagtly-wagtynda, adatça, birnäçe aýda bir gezek biogatlak artykmaç biomassadan arassalanyp durulýar we ýaňy taýýarlanylýan owuntyk bilen doldurylýar.

Gazlary biologik arassalaýjy gurluşlara bolan esasy talaplar konstruksiýalaryň ýönekeýliginde we ygtybarlylygynda, ýokary udel önümliliginde we ýokary derejedäki arassalanmagyndadyr. Gurluşyň udel önümliligi ondan 1 sagadyň dowamynda geçýän howanyň göwrüminiň gurluşyň бүтін göwrümine bolan gatnaşygy bilen ölçenilýär.

Howany arassalamagyň biologik usullarynyň ulanylyşy häzirki wagt örän ujypsyzdyr. Gurluşlaryň iň giňden ýaýrany biosüzgüçlerdir. Olar ýeterlik derejede arzan, energiýany we suwy az talap edýärler. Emma, biosüzüjileriň önümliligi şeýle bir ýokary däl, ýagny süzüji gatlagyň kese kesiginiň 1 m²-na 5-den 400 m³ çenlidir. Esasan, bu süzüji gatlagyň materialynyň göwrüm birligine düşýän mikroorganizmleriň mukdarynyň azdygy bilen kesgitlenilýär. Biosüzüjileriň beýikligi gurluşynyň meňzeşligine we gazodinamiki çäklendirmeler sebäpli uly däl (1 m golaý), şonuň üçin olar uly meýdanlary eýeleýärler (10-dan 1600 m² çenli). Biosüzüjilerde howanyň arassalanýş derejesi ýokarydyr. Mysal üçin, GFR-iň oba hojalygynda ulanylýan biosüzgüçler howanyň ýakymсыз ysly organiki maddalardan 90% arassalamagy üpjün edýärler. Biosüzgüçleriň işiniň netijeliligini gowulandyrmak arassalanýan howanyň gurluşyň işçi bedeniniň üstünden has deňagramly geçişini üpjün edýän gurluşlary döretmek bilen baglydyr. Mysal üçin, GFR-de “Gerbert Weýz” firmasy tarapyndan işlenip düzülen biosüzgüçden ýokardan aşak akymyň garşysyna aşakdan goýberilýän howa hapany we şlamy gaytadan işläp alnan uşak maýdalanan ders geçýär. Şeýle hereket edýän biologik işeň ders ondan arassalanýan howanyň gyradeň geçmegini üpjün edýär, howadan aýrylan n-alkanlaryň, toluolyň, kükürtli wodorodyň aýrylyş derejesi 96,7-99,9%-e ýetýär. Biosüzgüçleriň işiniň netijeliligini ýokarlandyrmak bioarassalama prosesine edilýän çykdajylaryň artdyrylmagy bilen baglanyşyklydyr.

Bioskrubberler biosüzgüçler bilen deňeşdirilende, az meýdany eýeleýärler, çünki olar beýikligi birnäçe metr bolan minaradyr. Bioskrubberler ulanylanda edilýän çykdajylar ýokarydyr, çünki suwy bioarassalamak prosesi düýpli çykdajylary talap edýär. Bioskrubberleri ulanmak howada oňat ereýän zäherli maddalar bolanda gowy netijeler berýär. Bioskrubberleriň önümliligi biosüzgüçler bilen deňeşdirilende düýpli ýokarydyr, munda arassalamagyň netijeliligi hem ýokarydyr (8.4-nji tablisa). Mysal üçin, metallurgiýa kärhanalarynyň zyňyndy gazlaryny arassalamakda bioskrubberleri ulanmaklyk şeýle netijeleri berýär: öndürililik 120 000 m³/sagat, howanyň ysnyň peselmeginiň depginligi 75-den 85%-e çenli, organiki garyndylaryň öwrülililik derejesi 50%.

Howany arassalamak üçin geljegi has uly ýuwulýan gatlakly bioreaktorlar hasaplanýar. Bu gurluşlar arassalamagyň derejesinde yza galman, has ýokary udel öndürililigi bilen häsiýetlendirilýärler (sagatda birnäçe mün kubometr arassalanan howa). Şeýle kiçi göwrümlü gurluşlar depginli maldarçylygyň kärhanalarynyň howasyny arassalamakda örän netijelidir. İşjeňlendirilen kömürde mikroorganizmler

bilen immobilizlenen howanyň asetondan, butanoldan, propion aldegidinden we etilasetatdan arassalanyş derejesi gurluşyň 10 000 s⁻¹ udel öndürijiliginde 90%-e ýetýär.

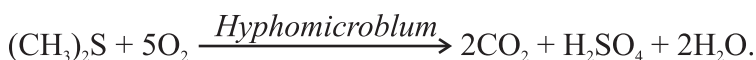
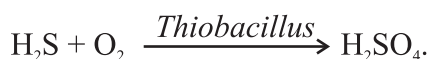
Howany arassalamak üçin beýleki çemeleşmeler hem, mysal üçin, mikroorganizmleriň ösýän suspenziýasynyň esasynda ýazylyp beýan edildi. Kükürtli wodorod, kükürtli anhidrid we kükürt kislotasynyň buglary bilen doýgunlaşdyrylan howany mikrosuwotysy Chlorellanyň suspenziýanyň howa bilen galtaşma meýdany uly bolan depginli ösdürmesiniň üstünden geçirmek gurluşyň öndürijiligi 1 mln m³/sagat bolanda, howanyň 100% arassalanmagyna getirýär.

8.4-nji tablisa

GFR-iň depginli maldarçylygynyň obýektlerinde howany bioarassalaýjy enjamlaryň görkezijileri (B. Braueriň maglumaty boýunça, 1984)

Enjam	Işçi göwrümi, M ³	Udel öndürijiligi, sagat ⁻¹	Arassalanyş derejesi, %	Basyşyň ýitgisi, H/m ²	Suwuň harç edilişi, litr/gije-gündiz	Gije-gündizde suwuň udel harç edilişi
Kompostly biosüzgüç	228	88	92	1700	510	1,8·10 ⁻³
Süýümli torfly biosüzgüç	19,5	564	66–90	55	48	2,5·10 ⁻³
Bioskrubber	44,4	900	97,5–99,7	1200	9600	0,2
Ýuwulýan gatlakly bioreaktor	1,5	5000	60-90	170	58000	23

Syrygýan suwlary we hapalanan howany alifatik kislotalardan, spirtlerden, aldegidlerden we uglewodorodlardan işjeň gyrmançaly aerotenklerde toplumlaýyn arassalamagyň usullary bellidir. Derman senagatynyň birnäçe kärhanalarynyň hapalanan howasyny immobilizlenen mikrob öýjükleriniň esasynda arassalap bolýandygy görkezildi. Gurluşyň öndürijiligi aseton boýunça 164 g uglerod/m³ sagada; etanol bilen propanolyň garyndysy boýunça 57 g/m³ sagada we dihloretan boýunça 15 g/m³ sagada barýar. Senagat zyňyndylarynda sianidleri zähersizlendirmek üçin biologik usullar, şol sanda dürli biologik agentleri goşmak bilen, işjeňlendirilen gyrmançalardan başlap, sianidleri dargadýan ýöriteleşdirilen fermentlere çenli, ulanylýar. Mysal üçin, *Bacillus stearothermophilus*da tapylan radanaza sianidiň tiosianata öwürlmegini katalizleýär, immobilizlenen siangidrataza sianidi formamide çenli gidrolizleýär. Önümçilik prosesleriniň köpüsinde emele gelýän kükürdiň gaýtarylan birleşmeleri (tiosulfat, kükürtli wodorod, metilmerkaptanlar, dimetilsulfid) köp sanly mikroorganizmler üçin energiýa çeşmesi bolup hyzmat edýärler:



Kükürtli wodoroddan arassalamak usullarynyň biri howany mis duzunyň ergininden goýbermekden ybaratdyr. Munuň netijesinde emele gelen erimeýän sulfid soňra mikroorganizmiň gatnaşmagynda okislenilip bilner. Tiobasilleri ulanyp, howany kükürtli wodoroddan hem-de kükürtli organiki maddalardan bioarassalamagyň ulgamyny döretmek mümkin, anaerob şertlerde desulfirleme denitrifikasiýa prosesi bilen utgaşýar:



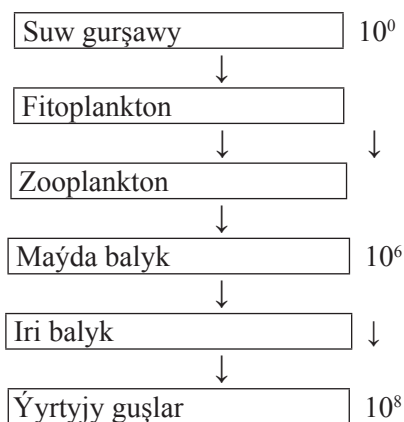
Şeýlelik bilen, häzirki wagt senagat möçberlerinde gaz-howa zyňyndylaryny arassalamak üçin ýeterlik derejede netijeli usullar ulanylýar. Bioarassalamanyň täze usullaryny işläp düzmek we girizmek üçin hakyky (real) ylmy esaslar bardyr.

8.4. Ksenobiotikleriň biodargamagy

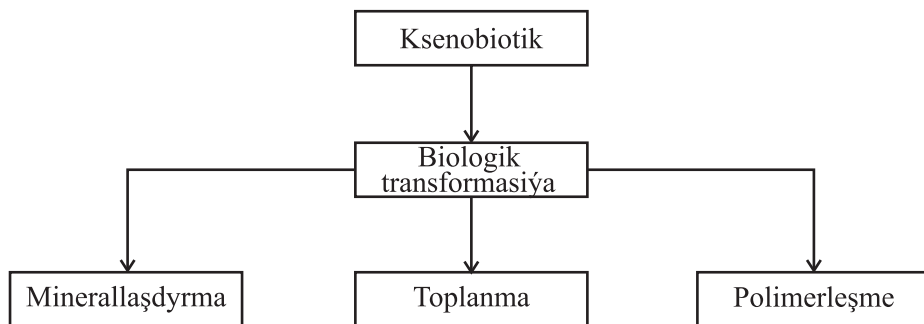
Ksenobiotikler – organizmler üçin del birleşmelerdir (pestisidler, üsti işjeň maddalar, boýaglar, derman maddalary we başg.), olar uglerodyň, azodyň, kükürdiň ýa-da fosforyň element sikline goşulmaýarlar. Ksenobiotikler wagtlaýynça ýa-da hemişe daşky gurşawda toplanýarlar we ähli janly-jandara zyýanly täsir edýärler. Pestisidleriň giňden we köp ýerlerde ulanylmagy, şol sanda dargamaýanlary, dürli zyňyndylaryň iňňän köp mukdarlarda toplanmagy daşky gurşawyň, ýagny topragyň, suwuň, howanyň örän düýpli hapalanmagyna getirdi. Ksenobiotikleriň toplanmagy iýmit üçin iri balyklary we ýokary derejeli haýwanlary ulanýan adamzat üçin uly howp döredýär.

Daşky gurşawa düşýän himiki birleşmeleriň ykbaly fiziki, himiki we, esasan, biologik görkezijileriň toplумы bilen kesgitlenilýär. Ksenobiotikleriň dargamasy fizikji we himiki prosesleriň netijesinde topragyň görnüşine, onuň gurluşyna, çyglylygyna, temperaturasyna we başgalara berk baglylykda bolup geçmegi mümkindir. Daşky gurşawa düşen birleşmeleriň biologik transformasiýasy minerallaşmaga, toplanmaga we polimerleşmäge getirýän dürli ugurlarda bolup geçmegi mümkindir.

Mysal üçin, DDT-nyň (dihlordifeniltrihioloretanyň) köpelmek konsentrasiýasynyň koeffisiýentiniň bahalary takmynan şunuň ýalydyr:



doly dargamaga duçar bolýan, ýagny CO_2 , H_2O , NH_3 , sulfatlara we fosfatlara çenli minerallaşýan ksenobiotikler mikroorganizmler tarapyndan esasy ösdüriji substratlar hökmünde ulanylýarlar we doly metabolik aýlawyny (siklini) geçýärler. Birleşmeleriň bölekleyin transformasiýasy, adatça, kometabolizm ýa-da bilelikdäki okislenme proseslerinde bolup geçýär we emele gelýän önümleriň mikroorganizmler tarapyndan metabolik aýlawyna (sikline) girizilmegi bilen bagly däl. Galybersede, käbir aromatik uglewodorodlar we sintetik polimerler düýbünden biologik transformasiýa duçar bolmaýarlar:



Ksenobiotigiň häsiýeti tebigatda biri-birine täsir edýän köp ýagdaýlara, ýagny birleşmäniň özüniň gurluşyna we häsiýetlerine, gurşawyň fizika-himiki şertlerine we onuň mikroblarynyň düzüminiň kesgitleýän biokatalitik potensialyna baglydyr. Bu görkezijileriň hemmesi jemlenip, ksenobiotigiň transformasiýasynyň tizligini we çuňlugyny kesgitleýär. Ksenobiotikleriň dargamasynyň diňe olaryň doly minerallaşmasy, dargamasy we zähersizlenmesi bolup geçende, özüni ödeýändigini ýatdan çykarmaly däl. Muny birleşmäniň gurluşynyň bary-ýogy ýeke modifikasiýasy bilen gazanyp bolýar. Emma, köplenç, dargama prosesiniň barşynda ilki başdaky birleşmäniň birnäçe mikroblaryň gatnaşmagynda yzygiderli modifikasiýasynyň tutuş bir tapgyry bolup geçýär. Ksenobiotikleriň daşky gurşawdan aýyrmakda wajyp orny mikrob metabolizminiň dürli

görnüşleri tutýarlar. Tebigy şertlerde ksenobiotiklere mikrob bileleşikleri täsir edýärler. Olarda özara täsirleriň dürli görnüşleri, ýagny kooperasiýa, kommensalizm, birek-birege kömek ýüze çykýarlar. Hut tebigy mikrob bileleşikleriň dürlüliginde (geterogennost) ksenobiotikler ýörelgede biodargamaga duçar bolup bilýärler, mikrob bileleşiklerinde bar bolan özara baglanyşykly zäherli maddalary dargadýan metabolik ýollar bolsa, daşky gurşawyň hapalanmagy bilen göreşmegiň esasy bolup durýar. Biosferanyň ksenobiotikler bilen hapalanmasyna garşy göreşmegiň iki ýoly bar, olar ksenobiotikleri daşky gurşawa düşmänkä ýygnamakdan, zähersizlendirmekden, gurşawa düşen ksenobiotikleri transformasiýa etmekden we aýyrmakdan ybaratdyr.

Mikrob bileleşikleriniň köp zäherli maddalary dargatmakdaky mümkinçilikleri uludyr. Gurşawa gaýtadan düşen köp himiki birleşmeleriň transformasiýasynyň başlanmagyna çenli bolan wagtyň (mikroorganizmleriň berlen substrata görä adaptasiýa döwri diýilýän) olaryň gurşawa ilkinji gezek düşen döwründen ep-esli azdygy subut edilendir. Bu döwrüň dowamynda zäherli maddalara substrat hökmünde öwrenişýän wagtlarynda mikroorganizmler bu substraty dargadyp bilmeklik ukyby boýunça saýlanylýarlar. Netijede, tebigy ýol bilen toprakda zäherli maddalar dargandan soň hem birnäçe aýyň dowamynda ýaşap bilýän mikrob populýasiýalary döreýärler. Şonuň üçin bu birleşme topraga täzeden düşende toprakda eýýäm zäherli maddalara hüjüm edip bilýän adaptirlenen (öwrenişen) mikroorganizmler bolýarlar. Şeýlelik bilen, ksenobiotikler daşky gurşawa düşenden soň toprakdan takyk ksenobiotikleri dargadyp bilýän mikrob görnüşlerini bölüp alyp bolýar we olar bilen dargadyjylyk ukyby boýunça seçgi işlerini geçirip bolýar. Bu dürli ýollar bilen, ýagny konstitutiw mutantlary seçip almak, gen duplikasiýasyna seçgi we genleri göçürmek mehanizminiň esasynda mümkindir. Dargadyjy ukybyny ýokarlandyrmak eýýäm zäherli maddalara öwrenişen tebigy toprak mikroflorasyny stimullirmek arkaly amala aşyryp bolýar.

Daşky gurşawa täze maddalar düşende tebigy genetiki konstruirleme bolup geçmegi mümkin, netijede, täze katabolik hyzmaty bolan mikrob görnüşleri emele gelýärler. Populýasiýalaryň biohimiki özgerijiligine getirýän genetiki informasiýany organizmler arasynda geçirmek proseslerinde uly orun plazmidlere – hromosomdan daşarky genetiki elementlere degişlidir. Ksenobiotikleri mineralaşdyрма ýa-da transformasiýasyny kodirleýji katabolik ýa-da dargadyjy plazmidler mikroorganizmlere biri-biriniň arasynda dargadyjy genleriň pullaryny bölüşmek ukybyny güýçlendirýär.

Häzirki wagt toprak mikroflorasynyň dürli görnüşlerinde duş gelýän dürli görnüşli tebigy katabolik plazmidler ýazylyp beýan edildi (8.5-nji tablisa). Olar *Pseudomonas* maşgalasynyň arasynda has ýygy-ýygydan identifikirlenýär. Plazmidleriň göterýän informasiýasy hojaýynyň substratlarynyň aýlawyny iki metabolik ýollary birleşdirmek ýa-da täze ýoly doly kodirlemek arkaly hem-de hereket edýän meta-

bolik ýollary goşmak bilen giňeldip biler. Plazmidleriň içindäki we plazmidleriň arasyndaky rekombinasiýalar plazmidleriň üstündäki genleriň garym-gatym edilmegine we täze metabolik ýollaryň peýda bolmagyna getirýär.

Plazmidleriň arasynda we hojaýynyň hromasomasynyň arasynda düýbünden täze genleriň emele gelmegine getirýän genleriň täzedən bölünmeleriniň geçýän ýagdaýlary hem bolup bilýär. Katabolik plazmidleriň maýyşgaklygy genetiki materialyň täzedən bölünmegini üpjün edýär, bu tebigatda zäherli substratlary dargadyp bilýän täze organizmiň emele gelmegine getirip biler.

8.5-nji tablisa

Tebigy katabolik plazmidler

Plazmid	Substrat	Hojaýyn
PjP1	2,4-Dihlorfenoksiuksus kislotasy we galogen saklaýjy pestisidler	<i>Alcaligenes paradoxus</i>
pUU220	Galogenalkiller Nikotin	<i>Alcaligenes sp.</i> <i>Arthrobacter oxidans</i>
cAM	D-Kamfora	<i>Pseudomonas putida</i>
SAL	Salisilat	<i>Pseudomonas ps.</i>
MAH	Naftalin	<i>Pseudomonas putida</i>
OCT	Oktan	<i>Pseudomonas oleovorans</i>
xYL	Ksilol	<i>Pseudomonas arvilla</i>
TOL	Toluol, m-ksilol, p-ksilol	<i>Pseudomonas putida</i>
NIC	Nikotin 3,5-Ksilenol	<i>Pseudomonas convexa</i> <i>Pseudomonas putida</i>
pAC25	Hlorbenzol p-Krezol	<i>Pseudomonas putida</i> <i>Pseudomonas putida</i>
pWW17	Fenilasetat	<i>Pseudomonas sp.</i>
pUU204	Galogenalkiller	<i>Pseudomonas sp.</i>

Şeýlelik bilen, informasiýany çalyşýan tebigy genetiki mehanizmler ksenobiotikleri dargadýan güýçli ştamlary almaga mümkinçilik berýär. Bu has wajypdyr, çünki rekombinant DNK-lar bilen işlemegiň umumy kabul edilen usullaryň genleri köp bolmadyk keseki DNK-lary, onlarça genler bilen klonirlenýän ksenobiotikleri dargadýan metabolik ýollary klonirmekde düýpli çäklendirmeleri bardyr. Çäklendirmeler hem-de dargamagyň mehanizmleri we metabolik ýollaryň strukturasy baradaky düşüňjeleriň heniz doly däldigi bilen düşündirilýär hem-de ýasalan organizmleriň gurşawa düşmek töwekgelçiligi bilen baglydyr. Genetiki inženeriýanyň usullaryny mikrob öýjükleriniň eýýäm bar bolan dargadyjylyk ukyplaryny kämilleşdirmekde ulanmagyň peýdaly bolmagy mümkindir.

Oba hojalyk ekinlerini işlemek üçin ulanylan pestisidleriň aglaba köpçüligi daşky gurşawa düşüp, bakteriýalaryň we kömelekleriň täsirinde dargayarlar. Ilki-

başdaky gurluşy boýunça pestisidiň has ýönekeý maddalara öwrülmeği güýçli derejede mikrob bileleşikleriň täsirinde bolup geçýär. Baglanyşykly (soprýažyonnyý) metabolizmiň barşynda DDT-nyň doly minerallaşyandygy subut edildi. Birnäçe pestisidleriň ýokary işjeňliginiň mikrob transformasiýasynyň eýýäm birinji basgançagynda peselmegi mümkindir. Bu ksenobiotiklere garşy has ýönekeý mikrobiologik usullary işläp düzmäge mümkinçilik berýär. Pestisidleriň ilkinji gidrolizini we olaryň soňky biodargamasynyň derejesini güýçlendirmek üçin fermentleri (gidrolazalar, esterazalar, asilamidazalar, fosfoesterazalar) üstünlikli ulanmagyň tejribeleriniň beýany berildi, mysal üçin, para-tiongidrolazanyň kömegi bilen *Pseudomonas* sp.-den galan-gaçan parationy şu pestisidli konteýnerden üstünlikli aýryp bolýar, bu fermentiň aşa buferlenen erginlerini bolsa parationyň topraga sepilen porsiyalaryny ýok etmek üçin ulanmak mümkindir. Immobilizlenen fermentleriň kömegi bilen pestisidleri syrgýan suwlardan aýryp bolýar; fermentleri aerozollar görnüşinde pestisidleri senagat enjamlaryň üstünden aýyrmak üçin hem ulanýarlar.

Daşky gurşaw üçin poliaromatik birleşmeler uly howp döredýärler. Mysal üçin, polihlorbifeniller (PHF) örän durnukly birleşmelerdir, olar biologik we çökündi jynslaryň berk sündirmesi sebäpli hem-de ýaramaz migrasiýasy (göçüp-gonmasy) zerarly daşky gurşawda köp wagtyň dowamynda saklanýarlar. Mikroorganizmler bu birleşmeleri çuňňur dargadyp bilmeýärler, muňa garamazdan, olary modifisirlýärler. Mikrob bileleşikleriň senagat polihlorbifenilleri (PHF) dargadyp, uglewodorodlaryň täze görnüşlerini emele getirýändigini anyklanylady, munda pes derejede hlordanan molekulalar dargaýarlar. Durnukly poliaromatik birleşme benzopiren, ony bölekleyin metabolizirlýän mikrobaryň görnüşleri ýazylyp beýan edilen hem bolsa, işjeň gyrmançalar ulgamlarynda minerallaşmaýar. Benzopireniň dargama prosesiniň barşynda kanserogen (çiş kesellerini dörediji) birleşmeler (gidroksi- we epoksiönümleri) emele gelýärler. Dargamaga polistirol hem durnuklydyr, şeýle-de bolsa, stirol-butadiýen rezinasyndan ýasalan ownadylan awtomobil şininiň bölek-bücek dargaýandygy barada maglumatlar bar. Stirolýň üstünde mikrob bileleşiginiň ösýändigini, onuň netijesinde polimerleşmäniň inhibitory 4-tretbutilkateholýň dargaýandygy barada maglumatlar bar, soňra stirolýň erkin radikal polimerleşmesi we emele gelýän polistirolýň çökmä düşmegi bolup geçýär. Bu polimer soňra mikrob bileleşiginiň täsirinde topraktan aýrylýar.

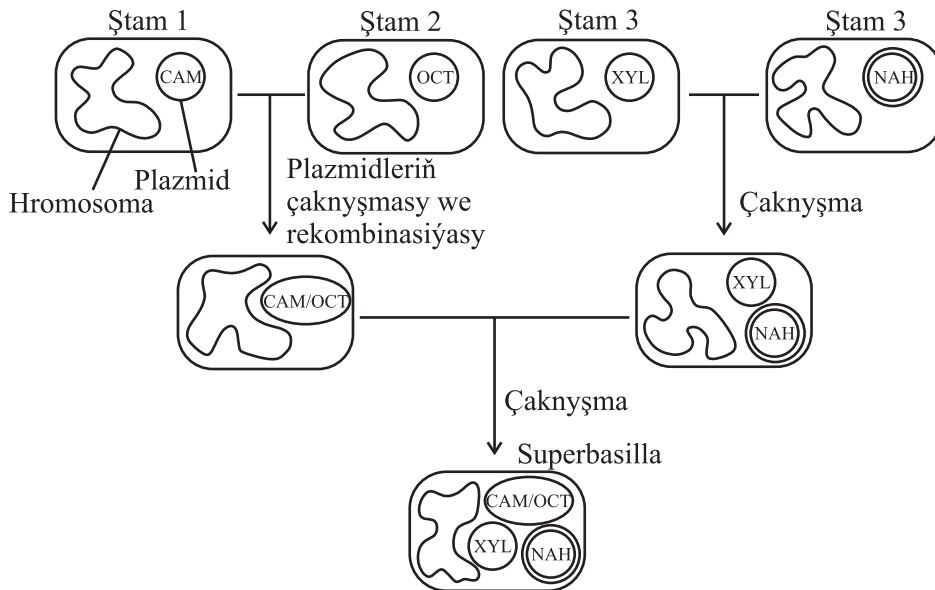
Daşky gurşawy hapalaýjylaryň iň irileriniň biri ýokary zäherlilik we ýaramaz dargaýjylygy bilen häsiýetlendirilýän galogen saklaýjy ksenobiotiklerdir. Bu birleşmeleriň ýokary zäherlilikiniň we dargamaga durnuklylygynyň sebäbi, olardaky üzülmesi kyn bolan galogen-uglerod baglanyşygydyr. Emma, soň belli edilişi ýaly, birnäçe galogen saklaýan maddalar tebigatyň emele getiren maddalary bolup, olar bakteriýalaryň, kömelekleriň, suwotularyň metabolitleridir. Bu tebigatda aýry-áýry

galogen saklaýjy maddalaryň ykbalyny kesgitledi. Öňünden dörän bu sebäp, her niçik-de bolsa, ksenobiotigi doly dargatmak üçin ýeterlik däl. Ýakyn ksenobiotiki birleşmäni netijeli transformasiýa etmek üçin mikroorganizmiň öwrenişmesi (adaptasiýa), onuň genetiki özgerijiligini goşmak bilen zerurdyr. Galogen saklaýjy ksenobiotikleriň dargamagynyň uzak wagtlap dowam edýän barlaglarynyň görkezşi ýaly, bu ksenobiotikleri dargadyjy superştamy almak üçin hereket edýän aromatik birleşmeleri dargadyan katabolik mehanizmi modifisirleşdirmeli. Katabolik ýollary konstruirlemek pikiri 4-hlorbenzoaty dargatmaga ukyply *Pseudomonas* ştamyny dörediji Reýneke we Knakmussa degişlidir. 3-Hlorbenzoaty peýdaly ulanýan TOL-plazmida eýe bolan pWWO plazmida *Pseudomonas* sp. B13 (pWR1) bilen *Pseudomonas putida* PaW1-i çaknyşdyrmak boýunça tejribede olar toluol-1,2-dioksigenazatyň (pWWO-nyň plazmidasy tarapyndan kontrollyk edilýän) genini *Pseudomonas* sp. B13 ştamyna geçirmek netijesinde 4-hlorbenzoaty ulanmaga ukyply transkonýugaty aldylar. Şuňa meňzeş netijeler hemostatda iki ösdürimi pAC25 plazmidany saklaýan *P. Aeruginosany* we TOL-y saklaýan ösdürimi bilelikde ösdürüp aldylar. Galogenleşdirilen organiki maddalaryň (2,4-dihlorfenoksisirke kislotasyny) katabolizmi bilen bagly bolan birinji plazmida *Alcaligenes paradoxus*da, soňra bolsa beýleki mikroorganizmlerde tapyldy. Soňra 2,4-D-niň dargaýşy barada makalalaryň birnäçe tapgyry çykdy, emma 2,4,5-trihlorsirke kislotasynyň dargaýşy boýunça makalalar az. Soňraky barlaglarda hemostatda 8-10 aýyň dowamynda birnäçe katabolik plazmidleri saklaýan mikrob ösdürmeleri ösdürilende, 2,4,5-T-niň konsentrasiýasy ýuwaşlyk bilen köpeldilende, 2,4,5-T-ni we trihlorfenoly dargatmaga ukyply ştam aldylar.

Biologik usullary tebigy gurşawy nebit we nebit önümleri bilen hapalanmardan, mysal üçin, nebit senagatynyň syrygýan suwlaryny, şeýle hem nebitiň dökülen ýerlerini arassalamakda hem ulanyp bolýar. Nebit senagatynyň syrygýan suwlaryny biologik usul bilen uglewodorod galyndylarynyň köp bölegi fiziki usullar bilen aýrylandan soň arassalaýarlar. Onuň üçin bioarassalamanyň işjeňlendirilen we nebitiň komponentlerine öwrenişdirilen mikrob bileleşikli gyrmançaly howalandyrylýan ulgamlaryny ulanýarlar. Dargamanyň tizligi uglewodorodlaryň hil düzümine hem-de gurşawyň temperaturasyna we howalandyrylyş derejesine baglydyr. Biodargama haçan-da nebit suwda emulgirlenen ýagdaýynda bolsa, has netijeli amala aşyrylýar. Nebitiň topragyň ýüzüne zyňyndylary we onuň heläkçilik (awariýa) netijesindeki dökündileri aýratyn problemany döredýär. Bu diňe bir ekilýän ýerleriň hapalanmagyna däl, eýsem agyz suwlarynyň çeşmeleriniň hem hapalanmagyna getirýär. Toprakda uglewodorodlary dargadyan köp dürli mikroblaryň görünüşleri bardyr, emma olaryň işjeňligi birnäçe sebäplere görä, şol sanda aýry-áýry biogen elementleriň ýetmezçiligi sebäpli, köplenç, pes bolýar. Şeýle ýagdaýlarda topraga

onuň düzüminde azlyk edýän we mikroorganizmleriň ösüşini çäklendirýän azodyň birleşmeleri, fosfatlar we beýleki mineral elementler girizilen “oleofil dökünleri” diýilýäni sepilse, gowy netije berýär. Bu birleşmeler topraga berlenden soň, dargadyjy mikroorganizmleriň konsentrasiýasy toprakda köpeliýär we nebitiň dargamak tizligi artýar.

Genetiki konstruirlemegiň kömegi bilen nebit uglewodorodlarynyň esaslarynyň aglabasyny peýdaly ulanmaga (utilizirlmä) ukyply “supermikrob” döredildi (8.7-nji surat). *Pseudomonas putidany*ň köp tebigy şamlaryň her haýsysy uglewodorodlaryň bir toparyny dargadyan fermenti kodirleýän katabolik plazmidi görterýär, plazmid OCT oktanyň, geksanyň, dekanyň dargamagyny, XYL ksilolyň we toluolyň, CAM kamforanyň, NAH naftaliniň dargamagyny kesgitleýär. CAM we NAH plazmidler bakteriýalaryň jübütleşmegini stimullirläp, özlerniň süýşürilmegine özləri kömek berýärler.



8.7-nji surat. *Pseudomonas putidany*ň dört ştamynyň yzygiderli çaknyşdyrylmagynyň esasynda alnan superştam

(D. Hopwudyň maglumaty boýunça, 1984):

Ştam XYL we NAH plazmidleri, CAM/OCT plazmidleri saklaýar, çünki CAM we OCT izolirlenen plazmidler bir öýjükde bolup bilmeýärler

Yzygiderli çaknyşdyrmalar netijesinde XYL we NAH plazmidleri we OCT we CAM plazmidleriň böleklerini saklaýan gibriz plazmidi görteriji “superştam” alyndy. Şeýle multiplazmid bakteriýasy arassalanmadyk nebiti peýdaly ulanyp ösýär. Emma, ilkinji nobatda şeýle organizmi tebigy şertlerde netijeli ulanyp bolýandygyny subut etmeli.

Ksenobiotikleri dargadyjy mikrob-şamlary genetiki konstruirlemegiň usullaryny tejribede ulanmaga heniz wagt gelenok. Tebigy katabolik plazmidleriň esasynda mikroorganizmleri konstruirlemegiň esasy meseleleriniň biri onuň durnuklylygydyr. “Hojaýyn-wektor” ulgamynyň durnuklylygy şamlary daşky gurşawa introduksiýa edilende aýratyn wajypdyr. Täze katabolik funksiýaly mikroorganizmler ilkibaşdaky tebigy gurşawyna gaýtarylyp getirilende, ol ýerli şertlere gowy uýgunlaşan tebigy mikroflora bilen bäsleşmeli bolýar, uglerodyň ägirt köp dürli çeşmelerine, şol sanda zäherlilik ýokary bolan organiki maddalar bilen hem gabat gelmeli bolýar. Munda täze katabolik funksiýanyň, şeýlelikde, ştamyň özüniň hem durnuklylygyny saklap galmak meselesi düşnüksiz bolup galýar.

Häzirikçe mikroorganizmleri konstruirlemekde ýetilen üstünlikler bilen onda alnan amaly netijeleriň arasynda uly tapawut bar. Ähtimal, geljekde ksenobiotikleri zähersizlendirmekde öýjük we gen inženeriýasy usullary bilen alnan individual organizmleriň bileleşiginden we mikrob bileleşiklerinden durýan biologik ulgamlaryň gelejegi has uly bolsa gerek.

NETIJE

Biologik tehnologiýalaryň ösüşiniň optimal ugruny kesgitlemekde, olaryň ulanylýan ugruna bagly bolmazdan, aýry-aýry ýurtlaryň sosial-ykdysady şertlerine baglylykda, şol ýa-da beýleki tehnologiýany saýlap almagy üpjün edýän halkara hyzmatdaşlygy uly rol oýnaýar. Biotehnologiýada sebit kooperasiýasynyň mysaly bolup, 1955-nji ýylda açylan Senagat barlaglarynyň Merkezi-Amerika instituty (SBMAI) hyzmat edip biler. Gwatemalada ýerleşen bu institut sebitiň senagatynyň ösmegine ýardam edýär, ol biosenagatyň degişli derejesini, bar bolan territoriýalary, klimat-geografik şertleri, bu ýerde köp mukdarda bar bolan gapdal önümleri we oba hojalyk zyňyndylaryny hasaba alyp, sebitiň senagatynyň ösmegine ýardam edýär. SBMAI-niň çäklerinde 1970-nji ýylda biotehnologiýa boýunça bölüp döredilip, ol BMG-niň ÝUNESKO guramasy tarapyndan maliýeleşdirilýän Mikrob baýlyklaryny öwrenýän Halkara Merkeziniň (MBÖHM) ştab-kwartirasydyr. Institutyň ylmy barlag taslamalary iki ugur boýunça, ýagny: kofe dänelerini gaýtadan işlemäge we gant almaga gönükdirilendir. Örän köp mukdarda toplanýan bu tehnologiýalaryň zyňyndylary biogazy we mikrob biomassasyny almak üçin substrat hökmünde ulanyldy. Tropik miwelerden spirt almak usullary hem işlenip düzüldi, immobilizlenen fermentleriň esasynda şeker çinriginden şeker şiresini alyp, fruktoza şirelerini gantlamak önümçiligi ýola goýuldy, gök önümleri fermentlemegiň laktobasilleriň arassa ösdürmeleriniň täsirinde täze tehnologiýalary işlenip düzüldi. Şeýlelikde, bu institutyň döredilmegi biotehnologik işleriň frontyny kesgitledi, olaryň amalyýete girizilmegi sebitiň ösmegine ýardam etdi.

Iň täze tehnologiýalary ösen ýurtlardan ýaňy ösüp başlan ýurtlara geçirmek maksady bilen, BMG tarapyndan Gen inženeriýasy we biotehnologiýa Halkara merkezi döredildi. Birleşen Milletler Guramasynyň (BMG) Senagaty ösdürmek guramasynyň (SÖG) gözegçiliginde bu halkara merkeze ýardam bermek boýunça agza döwletleriň pikirini bilmek boýunça işçi topary döredildi. Bilelikde geçirilen ylmy-barlag işleriniň esasynda Merkez ösüp barýan döwletler üçin hünärmenleri taýýarlamak boýunça mekdep açmagy meýilleşdirýär. Bilelikde geçiriljek işler üçin SÖG tarapyndan biomassanyň energiýasyny ulanmak, alynmasy azalýan skwažinalardan nebit almak, fermentleme usullaryny kämilleşdirmek, tropik kesellere garşy dermanlary sintezlemek, adam we öý haýwanlary üçin güýçli waksinalary almak, medeni ösümlikleriň ýokary hasylyly we kesellere durnukly sortlaryny almak ugurlary hödürlenildi.

Birnäçe ýyllaryň dowamynda iri halkara guramalaryň meýilnamalary (FAO, WOZ, ÝUNESKO) amaly mikrobiologiýa we tehnologiýa boýunça halkara hyzmatdaşlygyna hemaýat edip gelýärler. 1970-nji ýyllaryň başynda ÝUNESKO öýjü-

gi öwrenmegiň Halkara guramasyny (ÖÖHG) döretmegi maliýeleşdirdi. 1980-nji ýyllaryň başynda “Daşky gurşawyň Meýilnamasy” çäklerinde ÝUNESKO mikrob baýlyklarynyň genetiki dürlüligini gorap saklamak we olary ösüp baryan döwletlere elýeterli etmek maksady bilen, halkara meýilnamasyny esaslandyrdy. 1980-nji ýyllaryň ortalarynda mikrob baýlyklaryny öwrenmek boýunça halkara merkezleriniň torlary (MIRCEN) peýda bolup başlady. Bu torlaryň maksady barlaghanalaryň arasynda integrasiýa we hyzmatdaşlygy ýola goýmakdan, mikrob baýlyklaryny bölüşmekden we ulanmakdan, mikrob genofonduny saklamakdan, tehnologiýalaryň täze arzan we netijeli görnüşlerini işläp düzmekden, mikrobiologiýany oba hojalyk tejribesinde ulanmakdan, umumy we amaly mikrobiologiýa bilen bagly bolan maglumaty ýaýratmakdan we hünärmenleri okatmakdan ybaratdyr.

MIRCEN-iň toruny döretmekde ilkinji ädim Awstraliýada mikroorganizmler barada maglumatlaryň Halkara merkeziniň emele gelmegi boldy. Merkez mikrob ştamlarynyň ägirt uly kolleksiyasyna eýe bolmak bilen, onda mikrob ştamlarynyň dünýä kolleksiyasynyň görkezijisi bardyr. Şuňa meňzeş merkezler Günorta-Gündogar Aziýa ýurtlary üçin Bangkokda, Afrika üçin Naýrobide, Günorta Amerika üçin Braziliýada, Merkezi Amerika üçin Gwatemalada, Arap ýurtlary üçin Kairde döredildi. Ylmy barlaglaryň ugurlarynyň ýöriteleşdirilişi klimat-geografik aýratynlyklary we sebitiň ykdysadyýeti we olaryň ösmegine ýardam edýär.

Biotehnologiýanyň ähli ugurlarynyň, şol sanda ekologik biotehnologiýanyň ösüşi häzirki wagt şeýle bir tiz bolup geçýär, hatda, bu babatda takyk çaklamalary etmek hem kyndyr. Biologik tehnologiýalar tutuşlaýyn ylmyň ýeten derejelerine esaslanandyr. Munda hut ýaňy-ýakynnda tejribehanada çözülip ýörlen meseleler bu gün eýýäm önümçilige ornaşdyrylyp ýör. Netijeleri biotehnologiýa ornaşdyrylýan ylym pudaklarynyň sany barha köpeliýär. Şeýlelik bilen, biotehnologiýanyň özüniň mümkinçilikleri we cygyrlary giňeliýär. Ähtimal, geljekde biotehnologiýanyň adam zühmetiniň hemme görnüşlerinde galtaşmaýan ugry bolmasa gerek.

Täze biotehnologik prosesleri amala aşyrmak iri çykdajylary we uly töwekgelçiligi talap edýär. Biotehnologiýanyň iň täze usullaryny önümçilige girizmekligiň geljegi aýratyn uludyr, eger-de maksatlaýyn önüm başga usullar bilen alynmaýan ýa-da ony öndürmegiň bahasy juda ýokary bolsa, aýratyn-da, bu dermanlara we keseli önünden anyklaýan serişdelere degişlidir, biotehnologiýanyň täze usullaryny önümçilige ornaşdyrmagyň geljegi has-da uludyr. Şeýlelik bilen, immun biotehnologiýasynyň ägirt uly geljegi bardyr, onuň kömegi bilen ýekebara öýjükleri tanap we bölüp alyp bolýar. Bu mümkinçilikler keseli önünden anyklamak we bejermek üçin önäm wajypdyr, derman we azyk senagatynda bolsa gormonlary, witaminleri, proteinleri, zäherleri, waksinalary we başgalary arassalamakda hem-de ylmy barlaglarda ähmiýeti iňňän uludyr.

Biologik tehnologiýalaryň geljekki ösüşi, esasan, tehniki ylmylaryň ösüşi bilen bagly bolar. Biotehnologik prosesleriň netijeliligini ýokarlandyrmak awtomatlaşdyrmany girizmezden we prosesleriň enjamlaryny kämilleşdirmezden mümkin däl. Bu gün ägirt uly serişdeler biotehnologik prosesleri masştablaşdyrmaga gönükdirilýär (inwestirlenýär). Hünärmenleriň hasaplamalaryna görä, bu ugurda investirlеме ýylda 9%-e artar diýip çaklaýrlar.

Biotehnologik önümçiligi üçin täze perspektiwalar biodatçikleri işläp düzmek bilen baglanyşyklydyr. Häzirki wagt, esasan, ferment we mikrob elektrodлары, immunodatçikler we elektrod rezistorlary ulanylýar we döredilýär. Geljekde biodatçikleri ulanmagyň mysaly dürli ugurlar, şol sanda biologik işjeň organiki maddalary ganyň düzüminde hem-de zäherli maddalaryň konsentrasiýasyny dürli gurşawlarda, şol sanda wiruslary we patogenleri, nerw-ysmaz ediji gazlary anyklamak, gurşawda pestisidleriň we beýleki ksenobiotikleriň mukdaryna gözegçilik etmek, adamlaryň, haýwanlaryň we ösümlikleriň keselini önünden anyklamak, iýmit maddalarynyň hil seljermesi we başgalar 1990-njy ýylyň hasaplamalaryna görä, biodatçikleriň bazary 2000-nji ýylda 0,5-den 14 mlrd dollara çenli bolar diýip çaklapdylar (*N.1-nji tablisa*).

Protoinženeriýanyň, ýagny tebigy proteinleriň häsiýetlerini genin derejesinde üýtgetmegiň we täze proteinleri (ösümlikleriň ösüşini stimullirleýjiler, insektisidler, işjeňligi ýokary we durnukly fermentler, biosensorlar we EHM-ler üçin bioelementler) almagyň tehnologiýasynyňda geljegi uludyr.

N.1-nji tablisa

**Bioduýdurgyçlaryň 1990-2000 ý.ý. çaklanylýan bazary
(A. W. Dokumentationenzur Aussenwirtschaftyň maglumaty boýunça, 1988)**

Ulanylýan ugurlary	Ýylda mln doll.	
	1990 ý.	2000 ý.
Lukmançylyk we weterinariýa	240	630
Oba hojalygy we azyk senagaty	105	300
Daşky gurşawy gorama	67	377
Himiýa we biotekhnika	59	439
Jemi	471	1746

Planetanyň ilatyny azyk önümleri bilen üpjün etmeklikde uly orun biotehnologiýa degişlidir. Bu ugurda önümizde garaşýan kämilleşdirmeler ýokary hasylly, kesellere we zyýankeşlere durnukly medeni ösümlikleri we oba hojalyk mallaryny almak bilen, azot berkidiji genleri ýokary derejeli ösümlikleriň hromosomalaryna girizmek, ýokary netijeli biopestisidleri we biogerbisidleri almak bilen baglanyşyklydyr.

1990-njy ýylyň çaklamalaryna görä, biotehnologiýanyň adaty önümleriniň dünýä bazary 2000-nji ýyla çenli 50 mlrd dollardan gowrak bolar diýip çaklanylypdy (*N.2-nji tablisa*).

N.2-nji tablisa

Biotehnologiýanyň öňden ulanylýan önümlerini 2000-nji ýylda dünýä bazarlaryna çykarylyşyny çaklama

Önüm	Satylan, mln doll.	Önüm	Satylan, mln doll.
Proteinler	15	Fermentler	0,5
Aminokislotalar	2,4	Witaminler	0,43
Peptidler	2,0	Wiruslara garşy serişdeler	0,2
Antibiotikler	2,0	Gormonlar	1,26

Biotehnologiýanyň geljegi energiýanyň täze çeşmelerini döretmekde has hem ýokarydyr. Energiýany almagyň ekologiýa tarapdan arassa biotehnologik usullary eýýäm häzirki wagtda jemgyýetiň energetiki potensialyna düýpli täsir edýär. Energiýanyň dürli görnüşlerini emele getirmek proseslerini kämilleşdirmek we bioýangyç elementlerini döretmek boýunça ylmy barlaglary dowam etdirmek iňňan wajypdyr we ägirt uly ykdysady-ekologik utuşlary wada berýärler. 1990-njy ýyllaryň çaklamalaryna görä, biotehnologik energiýa görerijileriniň satuwynyň göwrümi 2000-nji ýyla çenli 16,35 mlrd doll. barabar bolmalydy.

Gazyp alýan senagatda biotehnologiýanyň has giňden ulanylmagy agyr industriýadan ýokary tehnologiýalara geçmäge doly mümkinçilik berer. Biogeometallurgiýanyň usullaryny ulanmak önümçilige zyňyndylaryň, deňagramlylygy saklanyp başlan hem-de gaýtadan işlemesi kyn magdanlaryň we dag jynslarynyň ägirt köp mukdaryny önümçilige girizmäge mümkinçilik berer.

Genetiki inženeriýa biotehnologiýanyň ösýän ileri tutulmaly ugurlarynyň biri hökmünde garalmalydyr. 1990-njy ýyllarda geçirilen hasaplamalaryň esasyndaky çaklamalara görä, gen-inžener önümleriniň bazary 2000-nji ýyla 40 mlrd golaý we olaryň sanawy 40 atdan ybarat bolmalydy. Olaryň arasynda iň esasyly interferonlar, adam gormonlary, monoklonal antitelolar, çiş (rak) keseline garşy serişdeler, waksinalar, trombolitiklerdir.

Biotehnologiýanyň önümleriniň söwdasynyň dünýä boýunça göwrümini hasaplap, günbatar firmalarynyň hünärmenleriniň 1990-njy ýyllarda eden çaklamalaryna görä, her ýyldaky ösüş 7,5%-e baryp, 2000-nji ýylda 60-65 mlrd dollara ýetmelidi (*N.3-nji tablisa*). Bu pullaryň 80%-i adaty önümlere, 20% -i bolsa, täze önümlere degişli bolmalydy.

Umumy öndürilýän önümleriň 32%-ine çenlisi fermentleriň esasynda, 40-50%-i aminokislotalaryň, medisina serişdeleriniň, şol sanda rekombinant DNK-laryň esasynda alynýan serişdeler bolmaly diýlip çaklanylýardy.

Biotehnologiýanyň iň täze usullary arkaly dünýä bazarlarynda alynýan önümleriň çaklamasy, mlrd doll. (Biofuturyň maglumaty boýunça, 1987)

Ulanylýan ugurlary	1985 ý.	2000 ý.
Derman önümleri:		
terapewtik serişdeler	0,2	32,0
anyklaýyş serişdeleri	-	10,0
Waksinalar	0,1	3,0
Goşmaça ot-ýimler	1,7	9,0
Enjamlar we abzallar	0,5	4,8
Oba hojalygy	-	5,0
Daşky gurşawy gorama	-	2,0
Himiýa	-	0,3
Jemi	2,5	66,1

Biotehnologiýanyň ornaşdyrylmaly çygrynyň giňeldilmegi “adam-önümçilik-tebigat” ulgamyndaky gatnaşygy üýtgedýär, zähmet öndürijiligini artdyrýar, onuň hilini düýpli üýtgedýär. Önümçiligiň biologiýalaşdyrylmagy, umuman, geljekde öz-özünden sazlanýan önümçilik proseslerini döretmegiň wajyp ugurlarynyň biridir, ol tebigata hiç hili zyýan bermän, oňa sazlaşykly utgaşýar. Häzirki wagt tebigata adam täsiriniň netijeleri şeýle weýrançylykly, hatda, bu ugurda indiki gözegçiliksiz hereketler biosferada tutuşlygyna öwrülişiksiz üýtgeşmelere getirip biler. Bu biosferany adamlaryň ýaşamagy üçin ýaramsyz derejä getirmegi mümkindir. Şeýle gapma-garşylygy çözmek, ýagny tebigatda planetanyň barha köpelig barýan ilatynyň we biosferanyň wekilleriniň sazlaşykly ýaşamaklaryny üpjün etmek diňe ylmy we tehnikany ösdürmegiň esasynda mümkindir. Munuň üçin adamzat jemgyýetiniň akylyly-parasatly, biosferany ýumurmaga gönükdirilen däl, eýsem ony ösdürmäge gönükdirilen tagallalary bilen ýaşamagy zerurdyr. Bu, öz gezeginde, adamzat jemgyýetiniň geljekki ösüşlerine, ýagny noosferany döretmäge oňyn täsir etmelidir. Bu meseläni çözmegiň esasy ýollarynyň biri biologiýany ösdürmek we biotehnologiýanyň ulanylýan çygrylaryny giňeltmekden ybaratdyr. Biotehnologiýany girizmek adamzat durmuşynyň dürli çygrylarynda ekologiýa taýdan arassa tehnologiýalara, şol sanda tebigy baýlyklary has rejeli ulanmagyň ygtybarly girewi bolan önümçiligiň ýapyk aýlawlaryna (sikllere) alyp geler.

ULANYLAN EDEBIÝATLAR

1. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Täze galkynyş eýýamy. – Aşgabat: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2008. 374 sah.
2. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň dermanlyk ösümlikleri. 1-nji bölüm. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2009.
3. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň dermanlyk ösümlikleri. 2-nji bölüm. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2011.
4. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň dermanlyk ösümlikleri. 3-nji bölüm. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2012.
5. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň dermanlyk ösümlikleri. 4-nji bölüm. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2012.
6. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň dermanlyk ösümlikleri. 5-nji bölüm. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2013.
7. Türkmenistanyň XX Halk maslahatynyň resminamalary, çykyşlar we metbugatdaky seslenmeler. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2007. 462 sah.
8. “Türkmenistanyň 2030-njy ýyla çenli durmuş-ykdysady ösüşiniň esasy görkezijileri”. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2010. 16 sah.
9. *Рогов И.А., Антипова Л.В., Шуваева Г.П.* Пищевая биотехнология. – М.: “Колос”, 2004.
10. *Волова Т.Г.* Биотехнология. – Изд-ство СО РАН, Новосибирск. 1999.
11. Биотехнология: состояние и перспективы развития // Материалы I Московского международного конгресса. – М.: ЗАО “ПИК “Максима”, РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2002. 341 с.
12. Биотехнология: состояние и перспективы развития // Материалы II Московского международного конгресса. – М.: ЗАО “ПИК “Максима”, РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2003. Ч. 1, 384 с.; Ч.2, 544 с.
13. Грачева И. М., Кривова А. Ю. Технология ферментных препаратов. – М.: Элевар, 2000, 512 с.
14. *Жеребцов Н. А., Попова Т. Я., Артюхов В. Г.* Биохимия. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2002. 694 с.
15. *Колеснов А. Ю.* Биохимические системы в оценке качества родуктов питания. – М.: Пищевая промышленность, 2000. 414 с.

MAZMUNY

Sözbaşy	7
Biotehnologiýa giriş	13

I. BIOTEHNOLOGIÝANYŇ BÖLÜMLERI WE OBÝEKTLERI

1.1. Biotehnologiýanyň esasy bölümleriniň häsiýetnamasy	26
1.2. Öýjük ýaşaýşyň esasydyr	30
1.3. Öýjügiň gurluşy we öýjük organelleriniň işleýşi	35
1.4. Öýjügiň esasy biopolimerleriniň we olaryň önümleriniň häsiýetnamasy	54

II. BIOTEHNOLOGIÝANYŇ YLMY ESASLARY

2.1. Biotehnologiýa – täze toplumlaýyn pudak	64
2.2. Biotehnologiýanyň döreýşi	65
2.3. Biotehnologiýa önümçilikleriniň biotehnologik esaslary	70
2.4. Biotehnologik prosesleri düzýän elementler	76
2.5. Prosesleriň netijeliligine baha bermegiň ölçegleri	87
2.6. Biotehnologik proseslere gözegçilik etmek we olary dolandýrmak, modelirleme we optimizleşdirme	90

III. SENAGAT MIKROBIOLOGIÝASY: PEÝDALY MADDALARYŇ ÖNÜMÇILIK PROSESLERI

3.1. Ýeke öýjükli belogy	94
3.1.1. Aminokislotalar	109
3.1.1.1. Glutamin kislotasyny almagyň tehnologiýasy	113
3.1.1.2. Liziniň alnyşynyň tehnologiýasy	115
3.1.1.3. Triptofany almagyň tehnologiýasy	118
3.1.2. Organiki kislotalar	121
3.1.2.1. Limon kislotasynyň alnyşy	124
3.1.2.2. Süýt kislotasynyň alnyşy	127
3.1.2.3. Sirke (uksus) kislotasynyň alnyşy	129
3.1.2.4. Propion kislotasynyň alnyşy	130
3.1.2.5. Itakon kislotasynyň alnyşy	131

3.1.2.6. Glýukon kislotasynyň alnyşy	132
3.1.2.7. Fumar kislotasynyň alnyşy	132
3.1.3. Witaminler.	133
3.1.3.1. B ₁₂ witamininiň alnyşy.	134
3.1.3.2. B ₂ witamininiň alnyşy	135
3.1.3.3. Ergosteriniň alnyşy	136
3.1.4. Biopolimerler	137
3.1.4.1. Polisaharidler	137
3.1.4.2. Dekstranlaryň alnyş tehnologiýasy	139
3.1.4.3. Ksantan	140
3.1.4.4. Alginat	141
3.1.4.5. Kurdlan	141
3.1.4.6. Pullan	141
3.1.4.7. Skleroglýukan	142
3.1.4.8. Mikrob polioksialkanoatlary	142
3.1.5. Antibiotikler	145

IV. INŽENER ENZIMOLOGIÝASY

4.1. Fermentleriň alnyşy we ulanylyşy	152
4.2. Immobilizlenen fermentler.	161
4.2.1. Immobilizlenen fermentleriň esasynda geçirilýän prosesler	167
4.2.2. Immobilizlenen fermentler azyk senagatynda	170
4.2.3. Immobilizlenen fermentleriň inçe organiki sintezde ulanylyşy	172
4.3. Fermentler mikroanalizde	173

V. GEN WE ÖÝJÜK INŽENERIÝASY

5.1. Gen inženeriýasynyň usullary we mümkinçilikleri	178
5.2. Genleriň alnyşy	181
5.3. Rekombinant DNK-laryň konstruirlenişi.	183
5.4. Genleri resipiyent-organizmiň öýjüklerine geçirmek	184
5.5. Skringing we rekombinant öýjükleri seçip alma	185
5.6. Senagat üçin wajyp önümleriň gen inženeriýasy	187
5.7. Rekombinant insuliniň alnyşy	188
5.8. Somatotropiniň biosintezi	189
5.9. Interferonlaryň alnyşy	192
5.10. Öýjük inženeriýasy	193

VI. TEHNOLOGIK BIOENERGETIKA WE MINERAL ÇIG MALLARY BIOLOGIK GAÝTADAN IŞLEME

6.1. Bioenergetika	200
6.2. Biometanogenez.	202
6.3. Etil spirtiniň alnyşy	209
6.4. Suwuk uglewodorodlar	212
6.5. Wodorodyň biologik alnyşy	214
6.6. Bioýangyç elementleri we bioelektrokataliz	219
6.7. Metallaryň biogeotehnologiýasy	221
6.7.1. Metallary magdanlardan bakteriýalaryň kömegi bilen aşgarlap almak	221
6.7.2. Metallaryň erginlerden biosorbsiýasy	232
6.7.3. Magdanlary baýlaşdyрма	233

VII. OBA HOJALYGYNDA BIOTEHNOLOGIK SAÝLAMALAR (ALTERNATIWALAR)

7.1. Biopestisidler	235
7.1.1. Bakteriýa serişdeleri	237
7.1.2. Kömelek serişdeleri	242
7.1.3. Wirus serişdeleri	245
7.2. Biogerbisidler.	247
7.3. Biologik dökünler	248
7.3.1. Azotly biodökünleri almagyň tehnologiýasy	249
7.3.2. Ösümlikleri fosfatlar bilen üpjün etmek	253
7.4. Oba hojalygynda önümliligi ýokarlandyrmak üçin ulanylýan biotehnologiýanyň iň täze usullary	255
7.4.1. Ösümlik öýjükleriniň we dokumalarynyň ösdürmeleri	255
7.4.2. Protoplastlary birikdirmegiň tehnikasi: gaploid ösümlikler.	261
7.4.3. Ösümlikleriň gen inženeriýasy	263

VIII. EKOLOGIK BIOTEHNOLOGIÝA

8.1. Akymlary arassalamagyň biologik usullary.	267
8.1.1. Syrgýan suwlary arassalamagyň aerob prosesleri.	269
8.1.2. Syrgýan suwlary anaerob arassalama prosesleri	278
8.2. Gaty zyňyndylary peýdaly ulanma	281
8.3. Gaz-howa zyňyndylaryny bioarassalamak	285
8.4. Ksenobiotikleriň biodargamagy.	291
Netije.	299
Ulanylan edebiýatlar	304

Muhammetdurdy Goşayew, Işanmuhammet Handöwletow

BIOTEHNOLOGIÝA

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Redaktor	<i>S. Ärnazarow</i>
Teh. redaktor	<i>T. Aslanowa</i>
Suratçy	<i>Ý. Peskowa</i>
Kompýuter bezegi	<i>O. Komissarowa</i>
Neşir üçin jogapkär	<i>T. Rahmanow</i>

Ýygnamaga berildi 08.09.2014. Çap etmäge rugsat edildi 16.11.2015.

Ölçeği 70x100^{1/16}. Edebi garnitura.

Çap listi 19,25. Şertli-çap listi 24,83. Hasap-neşir listi 19,739.

Neşir № 55. Sargyt № 95. Sany 600.

Türkmenistanyň Ylymlar akademiýasynyň “Ylym” neşirýaty.

744000. Aşgabat, Türkmenbaşy şaýoly, 18.

Telekeçi Berdi Hallyýew.

744028. Aşgabat, Garaşsyzlyk şaýoly, 42.