TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRLIGI

SEÝITNAZAR SEÝDI ADYNDAKY TŰRKMEN DÖWLET MUGALLYMÇYLYK INSTITUTY

N. JUMAÝEW

MIKROBIOLOGIÝA

Mugallymçylyk ýokary okuw mekdepleriniň biologiýa hünäriniň talyplary üçin niýetlenen

TÜRKMENABAT – 2010 ý.

Jumaýew Narzy

MIKROBIOLOGIÝA

Jumaýew N.

Okuw kitabynda häzirki zaman ylmy derejesine laýyklykda mikrobiologiýanyň esasy bölümleri: bakteriýalaryň gurluşy we olaryň toparlary; mikroorganizmleriň ösüşi, önüp ösüşi we genetikasy; mikroorganizmlere daşky gurşawyň faktorlarynyň täsirleri; mikroorganizmleriň fiziologiýasy; mikroorganizmleriň esasy biogen elementleriň öwrülişigine gatnaşygy; mikroorganizmleriň tebigatda ýaýraýşy; wirusologiýanyň esaslary beýan edilýär.

G I R I Ş

Türkmenistanyň Hormatly Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň “Saglyk” Döwlet maksatnamasy ilatyň jan saglygy baradaky aladany döwlet syýasaty derejesine göterdi. Bu resminamada ýurdumyzda saglygy goraýşy ösdürmek, ony dünýä derejesine çykarmak boýunça esasy ugurlar kesgitlenildi.

Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň täze Galkynyş we beýik özgertmeler eýýamynda biz häzir Türkmenistanda milli bilim ulgamynda düýpli özgertmeler geçirmäge girişdik. Şol özgertmeleriň baş maksady Türkmen ýaşlaryna dünýäniň iň ösen talaplaryna laýyk gelýän bilim ulgamyny elýeterli etmekden ybaratdyr.

Mikrobiologiýa häzirkizaman tebigat bilimleriniň güýçli ösýän ugurlarynyň biri hasaplanýar. Mikrobiologiýa – ulaldyjy guralsyz, ýönekeý göz bilen görüp bolmaýan, örän kiçi möçberli organizmleri öwrenýän ylymdyr (grek sözünden mikros – kiçi, bios – ýaşaýyş, logos – ylym). Ýönekeý gurluşly bu kiçijik bedenlere mikroorganizmler ýa-da mikroblar diýilýär. Şunuň bilen birlikde mikroorganizmler organiki we mineral maddalaryň dürli görnüşli öwrülişiklerini amala aşyrmaga gatnaşýarlar, adamlarda, haýwanlarda we ösümliklerde dürli keselleri hem döredijilerdir.

Mikroorganizmleriň adamlaryň iýmitlenmeginde hem wajyp orny bar. Süýt turşyly bakteriýalaryň işjeňligi netijesinde dürli görnüşli süýt önümleri alynýar. Çörek bişirmekde maýa kömelekleriniň (drožžlaryň) uly ähmiýeti bar. Spirt önümçiliginde, piwo we wino almakda hem maýa kömelekleri peýdalanylýar. Köp sanly fiziologiki işjeň maddalary, ýagny fermentleri, witaminleri, aminokislotalary, ösdüriji maddalary sintezläp almakda mikroorganizmler zerur çeşme bolup hyzmat edýärler.

Gazylyp alynýan ýangyçlar – nebit, daşkömür, torf mikroorganizmleriň işjeňligi netijesinde emele gelýär.

Adamlaryň we haýwanlaryň ýokanç kesellerine garşy göreşmek we olary bejermek üçin döredilen güýçli serişdeler – waksinalar we antibiotikler mikroorganizmlerden alynýar.

Mikroorgnaizmler örän güýçli döredijiler we dargadyjylardyr. Olar adamlara ägirt uly peýda getirýärler, emma şonuň bilen birlikde çäksiz zyýan hem ýetirýärler.

Mikroorganizmler toprakda ösümlikleriň galyndylaryny dargatmak bilen, onuň düzüminde çüýrüntginiň mukdaryny köpeldýär, bu bolsa oba hojalyk ekinleriniň hasyllylygyny ýokarlandyrmaga ýardam edýär. Emma şol mikroorganizmler iýmit önümleriniň dargamak hadysasyna gatnaşyp, etiň, süýdüň, miweleriň, gök önümleriň we beýlekileriň zaýalanmagyna getirýär. Mikroorganizmleriň şeýle dargadyjylyk işjeňliginiň öňüni almak maksady bilen konserwa önümçiliginiň we sowadyjylaryň döredilmeginiň möhümligi ýüze çykdy.

Biziň ýaşaýşymyzyň dürli çäklerinde, mikroorganizmleriň ýaşaýyş işjeňligini dolandyryp bilmekligi öwrenmek zerurlygy ýüze çykýar, olaryň işjeňliginiň peýdaly taraplaryny ýokarlandyrmaklygy, zyýanly täsirlerini bolsa azaltmagy öwrenmeli. Mikroorganizmleriň ýaşaýyş işjeňligi we olary ulanmagyň ýollary barada şu kitapda giňişleýin maglumatlar berilýär.

Mikrobiologiýa dersi we ony öwrenmegiň usullary

Mikrobiologiýa – ulaldyjy abzalsyz, ýönekeý, esbapsyz göz bilen görüp bolmaýan, kiçi ölçegli organizmleriň gurluşyny, sistematikasyny, fiziologiýasyny, biohimiýasyny, genetikasyny we ekologiýasyny öwrenýän ylymdyr.

Mikrob diýen adalgany 1878-nji ýylda Seldilio diýen alym ylma girizýär. Taksonomik nukdaý nazardan mikroorganizmler örän köpdürlidirler. Olara bakteriýalar, kömelekler, ýönekeýjeler we wiruslar degişlidirler.

Mikroorganizmleriň ölçegleri kiçijik bolany üçin, mikrobiologiýada aýratyn usullar ulanylýar. Mikrobiologiki barlaglaryň başlangyç tapgyry hökmany suratda birmaksat işi ýerine ýetirmekligi öz içine alýar: mikroorganizmleriň arassa kulturasyny bölüp almak (mikroblaryň garyndyly tebigy populýasyýasyndan ony aýryp almak, ýagny izolirlemek), soňra tejribehanada emeli gurşawda mikroorganizmleriň arassa kulturasyny ösdürip ýetişdirmek,

mikroblaryň kultural häsiýetlerini we biohimiki aýratynlyklaryny öwrenmek.

Mikroorganizmleri bölüp aýyrmak we ekmek barlaghanalarda arassaçylyk düzgünlerini hem-de iýmitlik gurşawynyň aýratyn düzgünini saýlap almaklygy talap edýär.

Mikroorganizmleriň morfologiki häsiýetlerini öwrenmek üçin ýagtylyk mikroskoplary peýdalanylýar. Şeýle hem, janly we berkidilen preparatlary taýýarlamagyň dürli usullary, bakterial öýjüginiň gurluşyny ýönekeý we çylşyrymly boýamak usullary ulanylýar.

Mikroorganizmleriň fiziologiki, biohimiki, genetiki we beýleki aýratynlyklary fiziologiýada, biohimiýada, genetikada we molekulýar biologiýada ulanylýan dürli usullar bilen öwrenilýär.

Mikroorganizmleri öwrenmegiň çylşyrymly we başga aýratynlyklarynyň bolmagy sebäpli, mikrobiologiýa ylmy botanika we zoologiýa ylymlaryndan giç ýüze çykdy. Mikrobiologiýa ylmynyň ösmegi beýleki ylymlar bilen bir hatarda we durmuşyň talaplaryna laýyklykda ösýär. Häzirki wagtda özüniň nazary we amaly barlaglarynyň derejesi boýunça mikrobiologiýa biologiýa ylymlarynyň beýleki görnüşleriniň içinde öňde baryjy ýeri eýeleýär.

Umumy janly dünýäde mikroorganizmleriň tutýan orny

XIX asyryň ortalaryna çenli biosferada ýaýran hemme organizmler özüniň gurluşy we funksional alamatlary boýunça bir agyzdan iki şalyga: ösümlikler (Plantae) we haýwanlar (Animalia) şalygyna bölünýärdiler.

Ýagtylyk mikroskopynyň oýlanyp tapylmagy bilen bir öýjükli ýönekeý organizmler barada habarlar toplanyp başlanýar. Olaryň alamatlary ýokarda aýdylan iki şalyklaryň alamatlaryna gabat gelmändir.

Ýüze çykýan problemalary çözmek üçin E.Gekkel 1866-njy ýylda ilkinji bolup üçünji şalyk – protistler (mikroorganizmler) baradaky pikiri aýtdy. Bu şalyga ol ähli kiçijik we sada gurlan organizmleri kömelekleri, bakteriýalary, ýönekeýjeleri, suwotulary girizýär. Onuň garaýşy diňe biziň eramyzyň 50-nji ýyllarynda tejribe arkaly dogrudygy belli edildi. Öýjükleriniň gurluş düzümi boýunça

mikroorganizmleriň iki tipi tapawutlanýar – prokariotlar we eukariotlar. Tejribe materiallaryna esaslanyp R.Steýniýer., K.Wan Nil (1962) aşakdaky örän zerur netijä gelipdirler: prokariot öýjükler bakteriýalaryň we gök-ýaşyl suwotularyň düzüm birligidirler, galan ähli organizmleriň – ösümlikleriň, haýwanlaryň, suwotularyň, kömelekleriň we ýönekeýjeleriň düzüm birlikleri eukariot öýjüklerine mahsus gurluşlydyr. Häzirki prokariot öýjükleriň 3 sany tapawutly alamatyny belläliň.

1. Eukariotlaryň ýadrosyndan tapawutlanyp, prokariotlaryň ýadro materialy sitoplazmadan membrana arkaly araçäklenmeýär.
2. Eukariot öýjüklere mahsus bolan organoidler (mitohondriýa, hloroplastlar, Goldjyň apparaty we ş.m.) prokariot öýjüklerde bolmaýar.
3. Eukariot öýjükleriniň sitoplazmasynda duşýan 80 S – tipli ribosoma seredeniňde, prokariot öýjükleriň sitoplazmasynda has maýda 70 S – tipli ribosomalar duşýarlar. R.Mýurreý (1968) prokariot we eukariot öýjükleriniň gurluş we funksional elementleriniň tapawutlarynyň esasynda, ähli öýjükli organizmleri iki şalyga: Prokariotlara (*Procaryotae*) we Eukariotlara (*Eucaryotae*) bölýär.

Mýurreý Prokariot şalygyna bakteriýalary we sianobakteriýalary (gök-ýaşyl suwotulary), Eukariot şalygyna ähli beýleki organizmleri – ösümlikleri, haýwanlary, kömelekleri, suwotylary we ýönekeýjeleri degişli etdi. Öýjükli organizmleriň ýokarda ady görkezilen iki şalygyndan daşarda, öýjükli gurluşy bolmadyk mikroblar – wiruslar galdy. Olary özbaşdak Wira şalygyna girizýärler.

Häzirki wagtyň alymlarynyň arasynda janly dünýäniň umumy ulgamy barada ýeke-täk pikir ýok. Mysal üçin: A.L.Tahtadžýan janly dünýäni iki sany uly şalyklara – ýetişmedik ýadroly (*Procaryotae*) we ýetişen ýadroly (*Eucaryotae*) – organizmlere bölýär. Ýetişmedik ýadroly uly şalyga (*Procaryotae*) ýeke-täk bir şalyk Maýdalanýanlar (*Michota*) şalygy degişlidir. Ol hem öz gezeginde:

1. Bakteriýalar kiçi şalygyna (*Bacteriobionta*)
2. Gök-ýaşyl suwotylaryna ýa-da Sianeýa (*Cyanobionta*) bölünýär.

Ýadrolylar (*Eucaryotae*) uly şalygyna bolsa:

1. Haýwanlar kiçi şalygy (*Animalia*)
2. Kömelekler kiçi şalygy (*Mycetalia, Fungi* ýa-da *Mycota*)
3. Ösümlikler kiçi şalygy (*Vegetabilia* ýa-da *Plantae*) giryär.

R.Witteker (1969) ähli janly organizmleri bäş şalyga bölýär.

1. *Monera* – öýjüginiň gurluşy has ýönekeý bolan prokariotlar.
2. *Protista* – prokariotlardan ewolýusiýa netijesinde emele gelen iň ýönekeý bir öýjükli mikroskopiki organizmler.
3. Ösümlikler (*Plantae*)
4. Kömelekler (*Fungi*)
5. Haýwanlar (*Animalia*)

Prokariota şalygy bakteriýalaryň dünýäsiniň örän köpdürliligi bilen tapawutlanýar. Örän irki bakteriýalaryň ýaşy 3 – 3,5 mlrd ýyldyr. Köp bakteriýalar alymlaryň pikirine görä soňky wagtlarda ýüze çykandyr.

Bakteriýalar dürli ekologiki şertlerde ýaşaýarlar. Olar Arktikanyň we Antarktidanyň buzlarynda hem bardyr, nebit skwažinalarynda, temperaturasy 92°C bolan gyzgyn ýerasty suwlarda, ähli toprak görnüşlerinde, howada 85 km beýiklige çenli hem ýaýrandyrlar.

Olaryň içinde ulanýan energiýa çeşmesine görä fototroflary we hemotroflary tapawutlandyrylýar, kisloroda bolan gatnaşygyna görä aeroblary we anaeroblary hem bar, uglerod we azot çeşmesine gatnaşygy boýunça awtotroflary we geterotroflary hem bardyr.

Prokariotlaryň özüniň bölup çykarýan önümleriniň dürlüligi ýaly islendik tebigy substraty ulanyp bilmekden başga-da, himiki sinteziň önümlerini hem ulanyp bilýärler.

Olar islendik plastmassalary, natural we sintetiki kauçygy, solýarkany, parafini, fenol birleşmeleri, pestisidleri we ş.m. özleşdirip bilýärler.

Prokariotlaryň fermentler ulgamynyň işjeňligi, şeýle hem eukariotlar bilen deňeşdirilende substrat bilen galtaşyş üst meýdanynyň uly bolmaklygy, olarda madda çalşyk hadysalarynyň

örän ýokary derejede geçmekligini üpjün edýär. Prokariotlaryň bedeniniň gurluşynyň örän ýönekeýligi bilen birlikde madda çalşygynyň ýokary derejede bolmaklygy, örän çalt köpelýänligi sebäpli olary molekulýar biologiýanyň tejribelerinde model hökmünde ulanmaklyga mümkinçilik döredýär.

Mikroorganizmleriň tebigatda we halk hojalygynda ähmiýeti

Proterozoý eýýamynda mikroorganizmler ýeke-täk ýaşaýjylar bolupdyrlar. Ýer ýüzünde ýaşaýşyň mümkindigini kesgitleýjiler hökmünde, tebigatda biogen elementleriň (uglerod, azot, fosfor, kükürt we ş.m.) öwrülişik hadysasynda esasy orun mikroorganizmlere degişlidir. Olar organiki maddalary mineral maddalara geçirip, howa fotosintez üçin gerek bolan kömürturşy gazyny gaýtaryp berýärler. Mikroorganizmler tebigatyň sanitarlarydyr – olar töweregi gurşap alan howany zäherli maddalardan – ammiakdan, kükürtliwodoroddan, metandan we ş.m. arassalaýarlar. Olar ähli jandarlary gün radiasiýasyndan gorap saklaýan azon gatlagyny kadaly saklaýarlar.

Barlaglaryň görkezişi ýaly mikroorganizmler geohimiki hadysalara gatnaşyp nebit, mis, marganes, demir, kükürt we fosforit ýataklarynyň emele gelmegine gatnaşýarlar.

Mikroorganizmler ýeriň hasyllylygyny köpeldýärler, toprakdaky azodyň 65-70 %-i azot toplaýjy mikroorganizmleriň kömegi bilen toplanýar.

Adamzadyň ýaşaýşynda mikroorganizmleriň ähmiýeti örän uludyr. Adamlar heniz mikroblaryň bardygyny bilmänkä hem olardan peýdalanyp gelipdirler. Baryp biziň eýýamymyzdan öňki VI müňýyllykda hem Wawilonda piwo öndürilipdir. Örän ir wagtlardan bäri adamlar wino ýasamak, çörek bişirmek, sirke almak, turşy süýt önümlerini öndürmek bilen meşgullanyp gelipdirler.

Beýleki bir tarapdan mikroorganizmleriň köp görnüşleri adamlara uly zyýan ýetirip, oba-hojalyk we senagat önümlerini zaýalap, dürli ýokanç kesellerini ýüze çykaryp gelipdirler. Emma adam mikroblar baradaky ylmy ösdürip olaryň zyýanyny azaldyp, peýdasyny köpeldip bilýär.

Geçen ýüzýyllygyň 50–70-nji ýyllarynda mikrobiologiki senagatyň täze ugurlary ýüze çykaryldy. Iýmlik belogy öndürmek, aminokislotalary, fermentleri, witaminleri, ösümlikleri goramagyň biologiki serişdelerini, organiki kislotalary, eredijileri, polisaharidleri, ösümlikleriň ösüşini çaltlandyryjylary we beýlekileri öndürýän senagatlar döredi. Mikrobiologiki senagatda mikroorganizmleriň dürli toparlary – miselli kömelekler, maýa kömelekleri we bakteriýalar ulanylyp başlandy.

Biotehnologiýanyň esasy ugurlary

70-nji ýyllaryň ikinji ýarymyndan başlap adamzadyň öňünde global meseleler ýüze çykyp başladylar:

1. halkyň köpelmegi bilen iýmitlik belogyň ýetmezçiligi;
2. tebigy resurslaryň ýetmezçiligi;
3. daşky gurşawyň antropogen hapalanmagy.

Şu we beýleki meseleleri çözmekde biotehnologiýa uly goşant goşýar. Biotehnologiýa bu – biohimiýanyň, mikrobiologiýanyň we inženerçilik ylymlarynyň gazanan üstünlikleriniň senagat taýdan ýokary netijeleri gazanmakda dokumalaryň we öýjük kulturalarynyň, mikroorganizmleriň ukyplarynyň peýdalanylmagydyr. Biotehnoligiýanyň ösmegine öýjük we gen inženeriýasy saldamly goşant goşýar.

Biotehnologiýa häzirki wagtda üç ugur boýunça ösýär:

1. Iýmit problemasyny çözmek üçin oba-hojalygyna ýardam bermek. Oba-hojalygyny, maldarçylygy ösdürmekde, ot-iýmlik önümleriniň ýokumlylygyny artdyrmakda çalşyp bolmajak aminokislotalary, ilkinji nobatda arzan lizini we witaminleri öndürmekde ähmiýeti uludyr. Soňky wagtlarda oba-hojalygynda, maldarçylykda, guşçulykda uly zyýan berýän kesellere garşy dürli hilli bakterial we wirus serişdeleri giňden we netijeli ulanylýar. Ýyl-ýyldan bakterial dökünleriň, serişdeleriň öndürilişi ilkinji nobatda howanyň molekulýar azodyny özleşdirip ösümlige ulanmaga elýeter edip bilýän bakterial dökünleriň öndürilişi artýar.

2. Adamlaryň saglygyny goramaga ugrukdyrylan meseleler biotehnologiýanyň ikinji ugry hasaplanylýar. Molekulýar biologiýanyň, gen inženeriýasynyň gazanan üstünlikleriniň

biotehnologiýa ylmyna ornaşdyrylmagy saglygy goramak işlerini görlüp eşidilmedik derejede ösdürmäge, saglygy goraýyş ulgamyna ýokary netijeli waksinalary, antibiotikleri, interferony, witaminleri, aminokislotalary, fermentleri we ş.m. ylmy barlag we sagaldyş maksady bilen çykarylýan serişdeleri öndürmäge kömek edýär.

3. Biotehnologiýa ylmynyň üçünji ugry senagatyň öňünde durýan islegleri amala aşyrmaga gönükdirilendir. Häzirki günlerde biotehnologiýanyň önümleri (aminokislotalaryň, fermentleriň, witaminleriň) önümçiliginde nebit we gaz senagatynda (guýulary burawlamakda, ýaglary arassalamakda), rezin, kauçuk, lak we reňkleri öndürekde (sintetiki kauçygyň hilini gowulandyrmakda), şeýle hem beýleki dürli ugurlarda peýdalanylýar.

Biotehnologiýanyň has täze ugry – gen inženeriýasynyň açyşlary, ilkinji gezek insuliniň mikrobiologiki sintezi, interferonyň, ösüş gormonlarynyň, gymmat bahaly serişdeleriň öndürilmegi bilen baglanyşyklydyr.

Nebitiň tebigy gazyň ätiýaçlarynyň azalmagy biotehnologiýanyň öňünde mikroorganizmleri goşmaça ýangyç çeşmelerini (metan, etan, etanol, wodorod we ş.m.) tapmak soragyny goýýar.

Gidrometallurgiýada mikroorganizmleri ulanmak arkaly, garyp magdanlardan metallary almaklyk iň bir öňdebaryjy ugur hasaplanylýar. Şunuň ýaly tehnologiki usullar misiň we uranyň önümçiliginde peýdalanylýar. Mikroblary özüne birleşdirýän biosüzgüçleriň ulanylmagy mikroorganizmleriň daşky gurşawdaky zäherli maddalary dargadyp bilmek häsiýetlerine esaslanandyr. Toprakda pestisidleri mikroorganizmleriň dargadyp bilmek ukyplary tejribeler arkaly subut edildi. Mikroorganizmleriň ýörite toparlary witaminleriň, aminokislotalaryň, adamlar we haýwanlar üçin zäherli bolan birtopar maddalary toplamakda indikatorlar hökmünde peýdalanylýar.

Şeýlelikde, mikroorganizmleri ulanmak mümkinçiligi örän uludyr we bu aýdylanlar bilen çäklenilmeýär. Adamzady iýmit bilen üpjün etmek, täze energetiki çeşmeleri tapmak, rak, ösümlik, haýwan we adamlaryň ýokanç kesellerini bejermek çözgütlerini tapmak,

daşky gurşawy goramak we ş.m. ýaly global problemalar mikroorganizmleri ulanmak bilen baglanyşyklydyr.

XXI asyrda çözgüdine garaşylýan köp problemalar hem biotehnologiýa ylmyna degişlidir.

Mikrobiologiýanyň ösüşiniň gysgaça taryhy

Mikroorganizmleri öwrenip başlamaklyk XVII asyryň ahyrlaryndan başlanypdyr. Angliýada we Gollandiýada kapitalizmiň ösmekligi eksperimental ylymlaryň ösmekligine mümkinçilik döretdi.

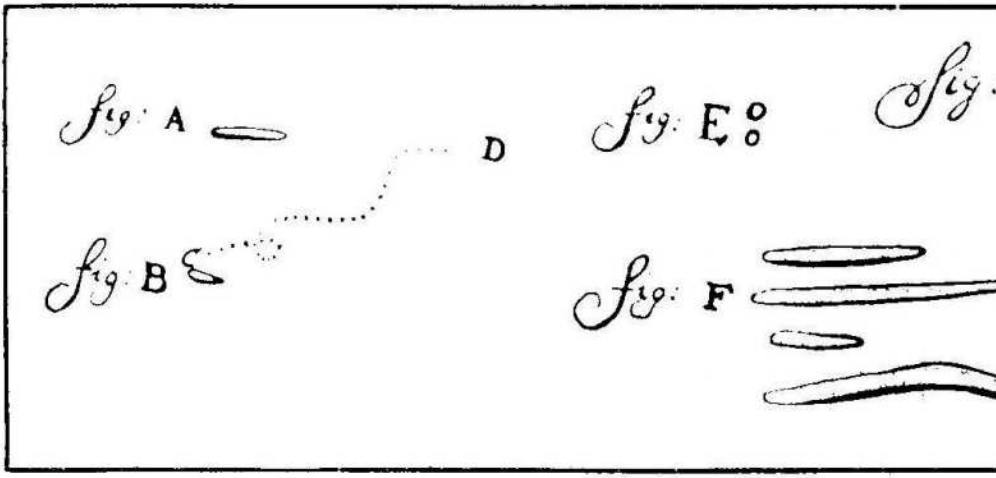
Iňlis filosofy Frensis Bekon (1561-1626), görnükli italýan alymy Galileo Galileý (1564-1642) eksperimental usullaryň düýbüni tutujylardyr. Galileý Bekondan tapawutlanyp, diňe bir filosof bolman, ol güýçli alym – mehanik we astronomdyr. XVII asyrda kapitalizmiň ösmegi bilen birlikde tebigy ylymlaryň ösmegine mümkinçilik döredilýär. 1662-nji ýylda London patyşa jemgyýetiniň kömegi bilen iňlis ylymlar akademiýasy esaslandyrylýar. 1666-njy ýylda Pariž, 1700-nji ýylda Berlin, 1724-nji ýylda Peterburg ylymlar akademiýasy döredilýär. 1741-nji ýylda bu akademiýanyň 21 sany mikroskopy bar eken.

XVII asyrda (1608-nji ýylda) Galileo Galileý tarapyndan ilkinji teleskop we mikroskop oýlanyp tapylýar. Soňra Angliýada işleýän golland fizigi Korneliýa Drebbelýanyň, iňlis alymy R.Gukuň (1665-nji ýylda) we beýlekileriň mikroskoplary oýlanyp tapyldy. Ilkinji mikroskopistler şol bir wagtda özleriniň enjamlarynyň konstruktory hem bolupdyrlar. Olar mikroskop ýasamakda örän köp kämilleşipdirler. Meselem: R.Guk mikroskoba üçünji ýygnaýjy linzany girizipdir.

Antonii wan Lewenguk

XVII asyryň ahyrlarynda (1675-nji ýylda) golland alymy Antonii Lewenguk (1632-1723) tarapyndan bakteriýalar açyldy. Ol özüniň ýasan mikroskopy bilen, 160-300 esse ulaldyp,

ýönekeý göz bilen görünmeýän kiçijik jandarlary görýär. Ol ýata suwda ýaşaýan, peşewde, dürli zatlaryň galyndysynda, dişiň örtüginde bolýan mikroblary görüpdir. Ol 1683-nji ýylyň sentýabr aýynyň 17-sinde Patyşa jemgyýetine hat ýazyp onda adamyň agzyndaky dişiň örtüginde duş gelýän bakteriýalaryň suratyny çekip, olara ýazgy beripdir. Lewenguk özüniň gözegçiliklerini London patyşa jemgyýetiniň işlerinde çapdan çykarypdyr. Şeýle hem 1695-nji ýylda onuň "Antonii Lewengukuň açyşlary we tebigatyň gizlin syrlary" diýen kitaby çykarylypdyr. Onda dürli mikroorganizmlere ýazgy berlipdir we suratlary şekillendirilipdir. Bakteriýalaryň esasy şekillerine (şar, taýajyk, egrem-bugram) Lewenguk tarapyndan ýazgy geçirilýär we takyk suratlary çekilýär (sur. 1). Ol öz wagtynyň güýçli mikroskopçysy hasaplanýar. Onuň açyşy mikrobiologiýada morfologiki ýa-da ýazgy geçirmek döwrüniň başyny başlady. Bu döwür XVII asyryň ahyryndan XIX asyryň ortalaryna çenli dowam edýär. Häzire çenli Lewengugyň 20 tomluk el ýazgysy toplanylyp galypdyr. Rus patyşasy Pýotr I Lewengugyň işleri bilen gyzyklanyp 1698-nji ýylda Gollandiýa barýar we bir sany mikroskop sowgat alyp gaýdýar. Soňra fiziologiki döwür morfologiki döwür bilen ýerini çalyşýar.



Sur. 1. A.Lewengukyň işlerinde bakteriýalaryň ilkinji şekille

Görnükli fransuz alymy Lui Pasteriň (1822-1895) işleriniň esasynda mikroblaryň fiziologiýasy öwrenilip başlanýar.

L.Pateriň açyşlary has uludyr we dürli hillidir. Onuň işleriniň uly nazary we amaly ähmiýeti bardyr. Paster mikrobiologiýa ylmynyň düýbüni tutujy hasaplanylýar. L.Pasteriň ilkinji işleri ajamak hadysasy bilen baglanyşyklydyr. 1857-nji ýylda ol süýt turşy ajamaklygyň biologiki hadysadygyny açýar. Ol hadysanyň süýt turşadyjy bakteriýalar tarapyndan amala aşyrylýandygyny kesgitläpdir. Olaryň işi netijesinde gant ajap, süýt kislotasy emele gelýändigi açylýar. Şeýle hem L.Paster spirtli ajamany öwrenip gandyň – spirte we CO_2 dargamagyna maýa kömelekleriniň gatnaşýandygyny kesgitleýär.

Lui Paster

L.Pasteriň işleri nemes alymy Libihiň şol döwürde höküm sürýän ajamak hadysasynyň arassa himiki hadysadyr diýen garaýşyny puja çykarypdyr. Bulardan başga-da Paster sirketurşy okislenmek we ýagturşyly ajamak hadysalaryny öwrenýär. Ol çakyryň we piwonyň turşamak netijesinde zaýalanmagynyň öňüni almagyň usulyny tapypdyr we ony senagata hödürläpdir.

Ýaşaýşyň döremegi hakyndaky işleri Pasteriň işlerinde esasy orun tutýar. Ol özüniň takyk tejribeleriniň esasynda arassa iýmit gurşawynda, mikroblaryň özbaşdak döräp bilmeýändigini subut edipdir. Emma şol iýmitlendiriji gurşawly gabyň agzyny bir gezek açyp ýapsaň, howa girýär we mikroblaryň döremegi üçin ýeterlik bolýandygyny kesgitläpdir. Häzirki zaman şertlerinde bolsa tebigatda jansyz zatlardan özbaşdak janly zatlar

emele gelmeýändigi subut edildi. Hakykatdan hem Pasteriň tejribeleri şu ýagdaýy tassyklaýar.

Ondan başga-da Lui Paster ýüpek gurçugynyň kesellerini öwrendi we oňa garşy göreş çärelerini işläp düzdi. Şonuň esasynda Fransiýanyň günortasynda we Italiýada ýüpek gurçuklarynyň kesellerinden üstün çykyldy.

L.Pasteriň döredijiliginiň esasy etaplarynyň biri hem mikroblaryň işjeňligini gowşatmagyň mümkindigini we şonuň ýaly kesel döretmek häsiýeti gowşadylan mikroblaryň, dürli hili ýokanç kesellere garşy waksina – sanjym dermany (preparat) hökmünde peýdalanyp bolýandygyny kesgitlemegidir.

L.Paster towuklaryň mergi keselini döredijiler bilen işläp, ol mikroblaryň kesel döretmek häsiýeti gowşadylan görnüşiniň, towuklarda mergi ýaly agyr keseli döretmeýändigini, gaýtam ondan beýläk kesellemegiň öňüni alyp bolýandygyny belläpdir.

Ol şu tejribäniň esasynda sibir (dalak keseliniň) ýarasynyň mikroblaryna garşy durup bilýän waksinany 42,5-43°G-da ösdürip alypdyr. Bu sançma preparaty (waksina) mallary dalak keselinden gorap bilýär. Dalak keselinden goramaklygyň bu täze usulynyň täsirliligini barlamak üçin Paster 1881 ýylda Puýn-Le-For fermasynda 50 sany goýunda barlag geçirip görýär. Olaryň 25 sanysyna dalak keselinden goraýan preparat sançýar, galanlary barlag üçin galdyrylýar. Paster ähli 50 goýuny hem kesel döretmäge ukyply bolan dalak keseliniň et çorbasynda ösdürilen waksinasyny sançýar. Tejribe örän gowy netije berýär. Sançmak işi geçirilen 25 sany goýun ölmän sagdyn galýar, beýleki barlag topary ölýär.

L.Pasteriň açyşlarynyň has ähmiýetleriniň biri hem guduzlama keseline garşy sançmak üçin waksinany taýýarlamagy.

L.Paster guduzlama keseline garşy waksina almaklygyň usulyny işläp tapdy. Adamy it dişlände, oňa guduzlama keseline garşy waksina sanjylýar. Şonda keseli döredijä garşy, organizmde işjeň immunitet döreýär. Bu bolsa sanjymyň bütin dünýäde has giňden ýaýramaklygyna mümkinçilik berdi.

Robert Koh

Mikrobiologiýanyň ösmeginde nemes alymy Robert Kohuň (1843-1910) işleriniň ägirt uly ähmiýeti boldy. Ol dalak keseliniň tebigatyny öwrenmek bilen meşgullandy we gutarnykly öwrenip Pasteriň işini tassyklady. Bu keseli döredijiji bakteriýanyň häsiýetlerini giňden öwrendi.

R.Koh laboratoriýa amalyýetine dykyz iýmitlendiriji gurşawyny girizdi we onda mikrob ösdürip ýetişdirdi. Munuň mikroblaryň garyndysyndan arassa kulturany almaklykda uly ähmiýeti boldy. Her bir mikrob öýjüginden bir sany koloniýa ösüp ýetişýändigini olar biri-biri bilen dykyz iýmitlendiriji gurşawynda garyşmaýandyklaryny kesgitledi.

R.Koh mikroorganizmleri ekip arassa kulturasyny almak, anilin boýagy bilen reňklemek, mikroskopirlemek we mikrofotografirlemek usullaryny girizdi. Bu bolsa köp sanly mikroorganizmleriň morfologiýasyny öwrenmäge mümkinçilik berdi. Ýokanç keselleriň etiologiýasyny öwrenmekde hem Kohuň işleriniň uly ähmiýeti bardyr. Ol Aziýa mergisi – ýokanç keselini döredijiji wibriony – *Vibrio cholerae asiaticeae* (1883), inçekeseli döredijisini – *Mycobacterium tuberculosis* (1882) açdy. Ol inçekesel taýajygy (bakteriýany) öwrenmek bilen birlikde, keseli anyklamakda ulanylýan tuberkulini hem taýýarlady. R. Kohuň bu işleri ony dünýä belli etdi.

XVIII asyrda lukman-epidemiolog Danilo Samoýlowiç (1744-1805) dünýäde ilkinjileriň biri bolup, ýokanç keselleri öwrenmekde mikroorganizmleriň ähmiýetini kesgitlemäge başlaýar. Ol gyrgyn keselini döredijini tapmagyň üstünde işleýär, emma kämilleşen mikroskobyň bolmanlygy üçin ony açyp bilmeýär.

Lukmançylyk mikrobiologiýasynyň ösmeginde iňlis oba lukmany Eduard Dženneriň geçiren ylmy işleriniň ähmiýeti uludyr. Şol wagtlarda mama keseli dünýäde giň ýaýran agyr keselleriň biri bolupdyr. Ol keselden gözi kör bolan, mydamalyk maýyp bolan, ölen adamlar bolupdyrlar. Dženner diňe sagymçylaryň hakyky mama bilen seýrek keselleýänligini, sygryň mamasynyň suwuklygyny adamlaryň derisine çyrşasaň ýarajygyň emele gelýänligini we olaryň mama bilen keselleýänligini açypdyr. 1796-njy ýylda E.Dženner şaýatlaryň we lukmanlaryň gatnaşmagynda 8 ýaşly oglana sygyr mamasyny sanjym geçirýär. Soňra 1,5 aýdan soň şol oglana hakyky mamany sançsa ol oglan kesellemändir. Adam sygyryň mama keseli bilen kesellemeýär, emma adamda mama keseline garşy immunitet döreýär.

Dženner diňe mamadan goranyp boljakdygyny anyklapdyr. Ýöne onuň aňyrsynda nähili hadysanyň ýatandygyny aýdyp bilmändir. Ony fransuz alymy L.Paster düşündirýär we immunologiýa ylmyny döredýär. Immunologiýanyň gazananlaryny ulanyp, diňe 1978-nji ýylda adamyň mamasyndan üstün çykylandygy barada Bütindünýä saglygy goraýyş jemgyýeti habar beryär.

Mikrobiologiýanyň ösmeginde L.S.Senkowskiniň (1822-1887) işleriniň uly ähmiýeti bar. Ol mikroblaryň sistematikasy bilen meşgullanyp, bakteriýalaryň gök-ýaşyl suwotulary bilen ýakyndygyny kesgitläpdir. Ol bakteriýalary pes derejeli hlorofilsiz ösümliklere degişli edýär. Senkowskiý ylym üçin täze mikroorganizmleriň 43 görnüşine ýazgy geçirýär. Dalak keseline garşy waksina taýýarlaýar.

L.S.Senkowskiý

Pes derejeli organizmleriň ösüş taryhyny öwrenmekde Senkowskiniň işini dowam etdirijiler, onuň egindeşleri we okuwçylary M.S.Woronin (1838-1903), A.S.Faminsin (1835-1918), H.Ýa.Gobi (1847-1920), I.N.Gorožankin (1848-1904) we beýlekiler uly işler etdiler.

H.Ýa.Gobi we P.A.Kostyçew rus mikrobiologiýasynyň ösmegi üçin köp işleri etdiler. Olar bakteriýalar we pes derejeli ösümlikler baradaky kitaplary terjime etdiler. H.Ýa.Gobi pes derejeli ösümlikleri öwrenmegiň mekdebini esaslandyryjydyr.

I.I.Meçnikow (1845-1916) dünýä belli mikrobiologlaryň biridir. Ol lukmançylyk mikrobiologiýasynyň düýbüni tutujy hasaplanylýar. I.I.Meçnikow fagositoz ýa-da öýjük immunitet, ýagny ýokanç keselleri organizmiň kabul etmezlik nazaryýetini döretdi. Immunitetiň fagositar nazaryýetini girizdi.

Meçnikow leýkositleriň (ak gan bedenjikleriniň) we mezodermal gelip çykyşly beýleki öýjükleriň mikroblary tutup ýok edýändigini

I.I.Meçnikow

garramaklyk we ölmek nädogry ýaşaýyş şertleri we keselleriň netijesinde bolýandygyny kesgitleýär. **Meçnikow adamyň ýaşaýyş şertlerini ortobiozyň düzgünleri boýunça guramaklygy hödürleýär, ýagny başgaça ilki bilen kadaly iş, sagdyn dynç alyş, gigiýeniki çäreler we keselleriň öňüni almak çäreleri utgaşykly bolmalydyr** diýip geçýär.

S.N.Winogradskiý

S.N.Winogradskiniň (1856-1953) toprak mikrobiologiýasyny döretmekde görnükli orny bardyr. Onuň nitrifisirleýji bakteriýalary we atmosfera azodyny toplaýan bakteriýalary, şonuň ýaly hem toprak mikroorganizmlerini bölüp aýyrmagyň aýratyn usulyny öwrenmek boýunça klassiki işleriniň, umumy we toprak mikrobiologiýasynyň esasy meselelerini öwrenmekde aýratyn ähmiýeti bardyr. S.N.Winogradskiý aýratyn iýmit gurşawynda toprak mikroorganizmleriniň birnäçe toparlarynyň (kükürt, demir bakteriýalary, azot toplaýjy bakteriýalar) mysalynda mikroblaryň iýmitlenişiniň täze – hemoawtolitotrof tipini açdy.

1924-nji ýylda S.N.Winogradskiý tarapyndan toprakda ýaşaýan mikroorganizmleriň sanyny kesgitlemegiň täze usuly açyldy. S.N.Winogradskiýniň bakterioskopiki usuly toprakdaky bakteriýalary reňklemeklige we mikroskopda sanamaklyk düzgünine esaslanandyr.

S.N.Winogradskiý umumy mikrobiologiýanyň 3 sany esasy problemasyny işläp düzdi.

1. hemosintez;
2. mikroorganizmleriň üýtgeýjiligini we ösüş döwrüniň morfologiýasyny;
3. toprak mikroorganizmleriniň ekologiýasyny işläp düzdi.

Onuň işleriniň häsiýetli aýratynlygy ýönekeý usullary we täze zatlary tapmagydyr. S.N.Winogradskiniň işlerini dowam etdiriji we oňa mynasyp bolan alymlaryň biri hem, onuň öz okuwçysy W.L.Omelýanskiýdir (1867-1928). Ol anaerob şertde sellýulozany dargadyjy bakteriýalary öwrendi we olara ýazgy berdi.

W.L.Omelýanskiý

Umumy mikrobiologiýanyň dürli meseleleri boýunça onuň işleri bellidir: bakteriýalar tarapyndan metanyň emele gelmegi, bakteriýalaryň pektin maddalaryny dargatmaga gatnaşmagy we beýlekiler. Mundan başga-da W.L.Omelýanskiý mikrobiologiýa bilimini, ajaýyp ýaýradyjy bolupdyr. Onuň "Mikrobiologiýanyň esaslary" diýen örän gowy, deňi-taýy bolmadyk gollanmasy, şu ugur boýunça birnäçe onýyllyklaryň dowamynda esasy okuw kitaby bolup geldi.

B.L.Isaçenkonyň (1871-1948) işleriniň mikrobiologiýanyň ösmeginde uly ähmiýeti boldy. Ol mikroorganizmleriň tebigatda ýaýraýşyny we olaryň geologiki hadysalarda ornuny ýüze çykardy. B.L.Isaçenko ilkinji gezek Demirgazyk buzly ummanynyň mikroflorasyna ýazgy geçirýär we onuň suwlarynda köp sanly mikroorganizmleriň giňden ýaýrandygyny kesgitläpdir. Süýji suwlarda we deňizlerdäki suwlarda maddalaryň öwrülişiginde mikroorganizmleriň möhüm ornunyň bardygyny B.L.Isaçenko görkezipdir.

D.I.Iwanowskiý – (1864-1920) şol döwrüň görnükli rus alymlarynyň biridir. Ol görnükli botanik, ösümlikleriň fiziology we mikrobiologdyr. 1892-nji ýylda Dmitriý Isipowiç Iwanowskiý öň belli bolmadyk ýaşaýyş formasyny – wiruslary açdy we mikrobiologiýa ylmynyň täze bölümi bolan wirusologiýanyň düýbüni

(1888-1956) we K.Wan Nile degişlidir. Bu görnükli mikrobiologlar prokariot şalygynyň ählisiniň ýaşaýşynyň, energetiki we konstruktiw öwrülişiginiň şol bir kanunalaýyklyga hyzmat edýändigini açdylar.

N.F.Gamaleýa

Mikrobioogiýa ylmynyň ösüşi rus alymy N.F.Gamaleýanyň (1859-1949) ady bilen baglanyşyklydyr. Ol özüniň köp ömrüni ýokanç kesellere garşy göreşmeklige bagyşlapdyr. N.F.Gamaleýa guşlaryň mergi keseline meňzeş keseli döredýän wibriony açdy we oňa **"Meçnikowyň wibriony"** diýip at berdi. Ol adamyň mergi keseline garşy waksinany hödürledi. Bakteriofag hadysasyna ilkinji bolup ýazgy berdi. Bakteriofag – bakteriýalaryň hasabyna ýaşaýan we ony eredýän (iýýän) wiruslar. Rus döwletinde ilkinji bolup guduzlama keseline garşy sançmak işini girizdi, Odessada Meçnikow bilen ilkinji Paster stansiýasyny gurady. Mama keselini ýok etmekde uly orun oňa degişlidir. N.F.Gamaleýa lukmançylyk mikrobiologi-ýasynyň köp wezipelerini çözmeklige gatnaşypdyr. Oňa **"kesel we immunitet"** diýen özboluşly nazaryýet degişlidir. Ol inçekesel, mergi, mama we guduzlama ýaly keselleri öwrendi. N.F.Gamaleý ilkinji bolup 1898-nji ýylda bakteriofag hadysasyny, ýagny bakteriýalaryň aýratyn wirusyň täsirinde ereýändigini açdy. Ol lukmançylyk mikrobiologiýasynyň, immunologiýanyň we wirusologiýanyň düýbüni tutanlaryň biridir.

Lukmançylyk mikrobiologiýasynyň ösmegine B.Ýa.Elbert (1890-1963) uly goşant goşdy. Ol skleromanyň (gatamak)

mikrobiologiýasyny giňden öwrendi. B.Ýa.Elbert Gaýskiý bilen birlikde tulýaremiýa keseli (gemrijilerde döräp adamlara geçýän kesel) barada uly işler etdiler we bu kesele garşy sançmak işleriniň usullaryny işläp düzdüler. Elbertiň işleriniň immunologiýada, inçekeseliň öňüni almakda, merezýel, mama, guduzlama kesellerini bejermekde uly ähmiýeti bardyr. Ol öwrenýän hadysasynyň hemme tarapyna üns beripdir. Mikrobiologiýanyň dürli meseleleri boýunça B.Ýa.Elbertiň 300-e golaý ylmy işleri çap edilendir.

Öňki sowet döwründe uly mikrobiolog alymlar işlediler. G.A.Nadson (1867-1940) ilkinji bolup 1925-nji ýylda ýagtylyk energiýasynyň täsirinde mikroorganizmleriň mutant görnüşini aldy. Onuň işleri tebigat bilimlerinde täze ugry – radiasion biologiýa başlangyç berdi. Tehniki mikrobiologiýanyň ösmeginde S.P.Kostyçew, A.N.Lebedew, W.S.Butkewiç, W.N.Şapoşnikow ýaly alymlaryň işleriniň uly ähmiýeti bardyr. Bu topar alymlar W.N.Şapoşnikowyň ýolbaşçylygynda asetonyň we butil spirtiniň mikrobiologiki sintezini öwrendiler we önümçilige girizdiler. S.P.Kostyçewiň, A.N.Lebedewiň we L.A.Iwanowyň spirtli ajama hadysasyny öwrenmekleri netijesinde gidroliz – spirt önümçiligini ýola goýmaga mümkinçilik berdi.

Lukmançylyk mikrobiologiýasynyň, wirusologiýanyň ösüşi L.A.Zilberiň, Z.W.Ýermolewanyň, A.A.Smorodinsewiň, M.P.Çumakowyň, P.F.Zdrodowskiniň, W.D.Timakowyň, W.M.Ždanowyň atlary bilen aýrylmaz baglanyşyklydyr.

Mikrobiologiýanyň häzirki zaman ugurlary

Soňky 10 ýyllykda mikrobiologiýa ylmy aýratyn hem çalt öňe gitdi. Mikrobiologiýanyň haýsy bölümini alsaňda, umumy, tehniki, oba hojalyk, lukmançylyk, hemmesinde hem mikrobiologiýanyň uly üstünlikleriniň bardygyny bellemek gerek. Mikrobiologiýa ylmynyň häzirki zaman ugurlary köp taraplydyr. Ol ylmy-tehniki öňegidişlik bilen birlikde jemgyýetiň talaplaryna bagly ösýär. Häzirki günde mikrobiologiki barlaglaryň köp taraplaýyn geçirilmegi, onuň aýratyn birnäçe ugurlarynyň emele gelmegine getirdi.

Toprak mikrobiologiýasy – toprakda ýaşaýan mikroorganizmleriň görnüşlerini, olaryň daşky gurşawyň şertlerine

baglylygyny, şonuň ýaly hem öz aralaryndaky we ýokary derejeli ösümlikler bilen gatnaşygyny, uglerodyň, azodyň, fosforyň, demriň we beýlekileriň aýlanyşygyndaky mikroblaryň ähmiýetini we topragy esasy minerallar bilen baýlaşdyrylyşyny öwrenýär.

Mikroorganizmleri tilsimat hadysalarynda ulanmagy öwrenmek senagat mikrobiologiýasynyň esasy işidir. Şu ugurda işleýän mikrobiologlaryň wezipesi, degişli önümleri emele getirýän mikroorganizmleriň ösüş kanunalaýyklyklaryny we olaryň biohimiki işjeňligini, tilsimat hadysalaryny kämilleşdirmek üçin, mikroorganizmleriň has işjeň görnüşlerini almaklygyň usullaryny işläp taýýarlamakdan ybaratdyr.

Geologiki mikrobiologiýa – ýer gabygynyň elementleriniň öwrülişigini, dag jynslarynyň emele gelşini we dargaýşyny, şeýle hem dag maddalaryny bakteriologiki baýlaşdyrmany öwrenýär.

Lukmançylyk we weterinariýa mikrobiologiýasy bolsa, adamyň we haýwanyň organizmine mikroorganizmleriň kesel emele getirýändigini we ýokanç kesellere garşy göreş çärelerini öwrenýär.

Sanitar mikrobiologiýasynyň wezipesi tebigatda kesel emele getiriji mikroorganizmleriň ýaýraýşyny we olara garşy göreş çärelerini öwrenýär. Onuň üçin ýörite döwlet arassaçylyk gullugy işleýär. Ol edaralarda, kärhanalarda, okuw jaýlarynda, ýaşaýyş ýerlerinde mikrobiologiki gözegçiligi ýola goýýar.

Bulardan başga-da mikrobiologiýanyň oba hojalyk, kosmiki mikrobiologiýa, wirusologiýa, mikroorganizmleriň genetikasy ýaly özbaşdak ylmy ugurlary bardyr.

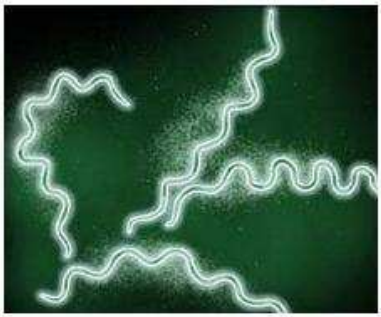
I. PROKARIOTLARYŇ GURLUŞY, OLARYŇ TOPARLARA BÖLÜNIŞI

Prokariotlaryň daşky görnüşi we ululyklary

Ýer togalagynda ýaşaýan has kiçi organizmleriň iň köp bölegi bakteriýalara degişlidir. Bakteriýalardan kiçi diňe mikoplazmalar, rikketsiýalar, wiruslar we bakteriofaglar (bakteriýalaryň wiruslary) bardyr. Bakteriýalaryň ortaça ululygy takmynan, uzynlygy 2 mkm we ini 1 mkm deňdir. Bakteriýalaryň içinde has ululary hem duş gelýär. Meselem: kükürt bakteriýalary onlarça mkm ululygyndadyr. Käbirleri has hem kiçi bolýar (0,15 mkm). Ýagtylyk mikroskopy bilen 0,2 mkm ululykdaky bölejikleri görüp bolýar. Daşky gurluşy boýunça bakteriýalar 3 topara bölünýär (sur. 2):

1. Şar şekilli – kokkalar.

2. Taýajyk şekilli.
3. Burum şekilli, wibrionlar, spirillalar we spirohetalar, şeýle hem miksobakteriýalar, dürli hilli çykyndyly we sapak şekilli bakteriýalar bardyr .



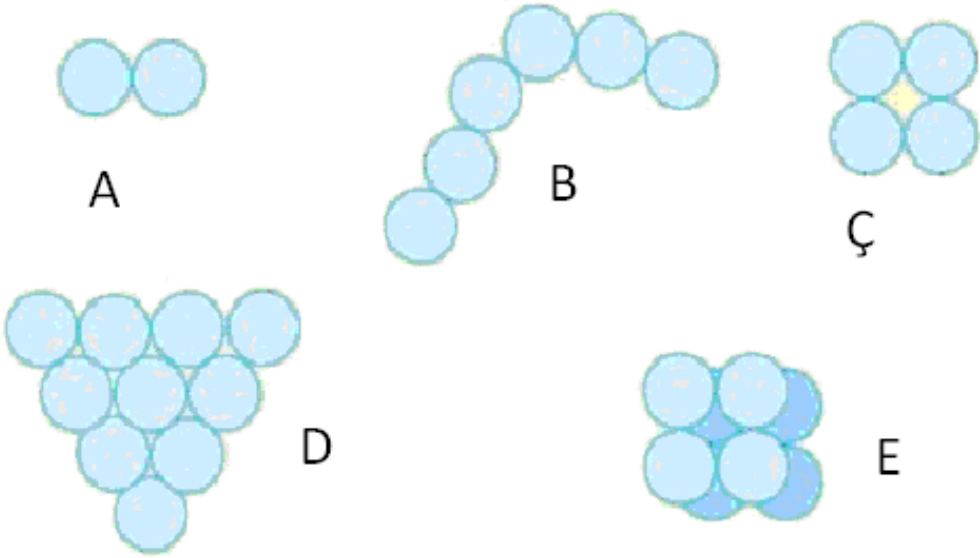
A **B** **Ç**

Sur. 2. Bakteriýa öýjükleriniň mikrofotosuratlary:
A – şar şekilli; B – burum şekilli; Ç – taýajyk şekilli

Kokk görnüşlä örän köp bakteriýalar gatnaşýar. Olaryň togalak şekili bolup, diametri 1-2 mikrometrdir. Kokk şekilli bakteriýalar öýjük bölünenden soň, ýerleşişine görä birnäçe topara bölünýärler (sur. 3).

1. Mikrokokklar ýa-da monokokklar: öýjük bölünende olar birleşmän şar şekilde ýerleşýärler. Olar aýry-aýrylykda ýaşaýarlar.
2. Diplokokklar – bular öýjük bölünenden soňra iki-ikiden ýerleşýärler.
3. Stafilokokklar – öýjükler giňişlikde dürli ugurlar boýunça bölünse, topbak ýerleşýär we olaryň şekili üzümiň salkymy ýaly görnüşi alýar.
4. Streptokokklar – bir tekizlikde bölünip, dürli uzynlykdaky zynjyrjagazlary emele getirýärler.
5. Iki tarapa perpendikulýar bölünse, onda dört öýjükden ybarat bolan tetrakokklar emele gelýär.

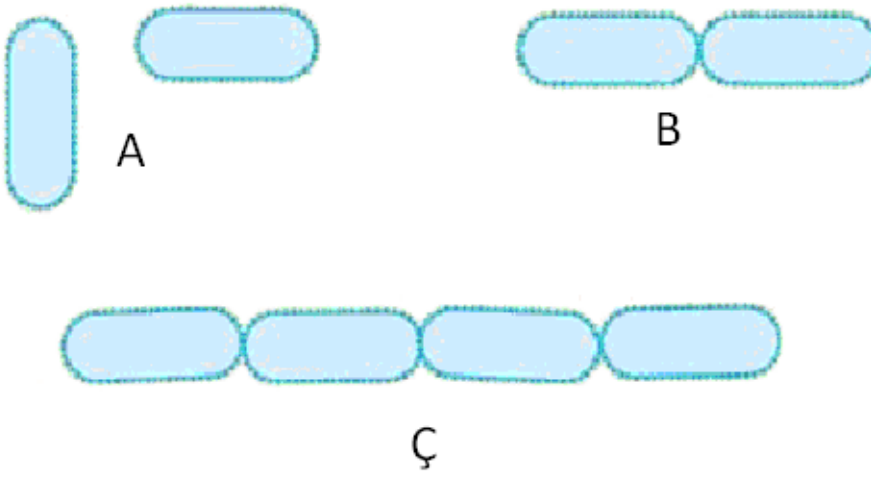
6. Sarsina – bakteriýalar 3 tarapa özara perpendikulýar tekizlikde bölünip, 8-16-32 we ş.m. sanly öýjükli biri-biriniň üstünde ýatan bukjalary emele getirýärler.



Sur. 3. Kokk şekilli öýjükleriň toplumlarynyň tipleri:
A – diplokokklar; B – streptokokklar; Ç – tetrakokklar; D – stafilokokklar; E – sarsinler

Şar şekilli bakteriýalaryň hemmesi diýen ýaly spora emele getirmeýär. Olar tebigatda giň ýaýrandyr. Bakteriýalaryň köpüsi kesel döredijiji bakteriýalardyr. Olar gaýnaglama we iriňli gaýnaglama hadysalaryny ýüze çykarýarlar.

Taýajyk görnüşlilere bakteriýalaryň iň az görnüşi gatnaşýar. Olaryň ululygy 10 mkm barabardyr. Bu bakteriýalaryň öýjükleriniň ýerleşişi monobakteriýa, diplobakteriýa we streptobakteriýalar görnüşinde bolýar (sur. 4). Streptokokklara kükürt we demir bakteriýalary degişli. Bularyň uzynlygy 1 sm-e ýetip bilýär, olara gigant bakteriýalar hem diýilýär. Taýajyk şekilli bakteriýalar spora emele



Sur. 4. Taýajyk şekilli öýjükleriň ýerleşişiniň tipleri:

A – monobakteriýalar; B – diplobakteriýalar; Ç - streptobakteriýalar

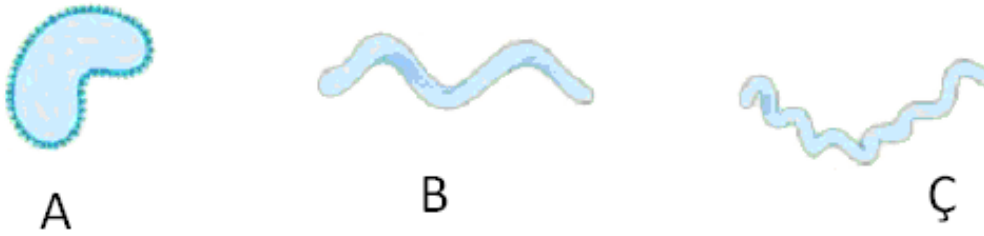
getirýärler. Şeýle bakteriýalara **basilla** diýilýär. Spora öýjügiň dürli ýerinde emele gelip bilýär (merkezde, gapdalynda, öýjügiň bir ujunda). Klostridiýalar taýajyk şekilli spora emele getirýän bakteriýalardyr. Sporalar süýri we şar şekilli bolýarlar. Klostridiýalar hakyky anaeroblardyr. Olar gandyň, köpsanly spirtleriň, aminokislotalaryň we beýleki organiki birleşmeleriň ajamak hadysasyna gatnaşýarlar. Käbir görnüşleri atmosferanyň azodyny özleşdirmeklige ukyplydyr. Klostridiýalaryň köp görnüşleri saprofitler bolup, olar toprakda, suw howdanlarynyň tebigy çöküdilerinde, şeýle hem oňurgaly haýwanlaryň we adamyň iýmit siňdiriş ulgamynda iýmitlenip ýaşaýarlar.

Klostridiýalar urugynyň düzüminde butulizmi (Cl.botulinum), bürmäni, stolbnýagy (Cl.tekani), anaerob ýokanjy (Cl.perfringens) döredijiler ýaly howply mugthorlar hem bar. Olar zäherlenme we iriňli hadysalary döredýärler. Ähli kesel döredijiler klostridiýalar spora

ýagdaýynda toprakda we suwda onlarça ýyllap saklanmaga ukyplydyrlar.

Burum şekilli bakteriýalar, gurluşy boýunça 3 hili bolýar (sur. 5):

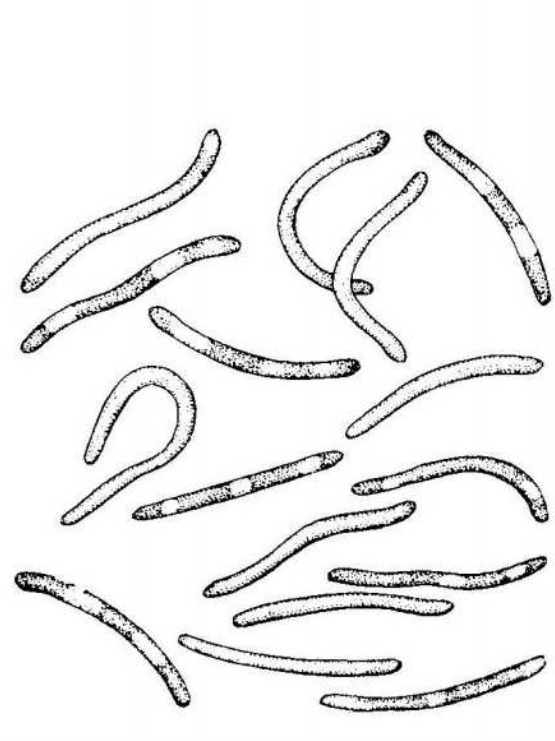
1. Wibrion, ters otur şekilli.
2. Spirilli, bularda egrelýän ýeriniň sany 4-den 6-a çenli bolýar.
3. Spiroheta, bularda egremleriň sany köp, ýagny 6 – 15-e çenli bolýar.



Sur. 5. Burum şekilli öýjükleriň tipleri:

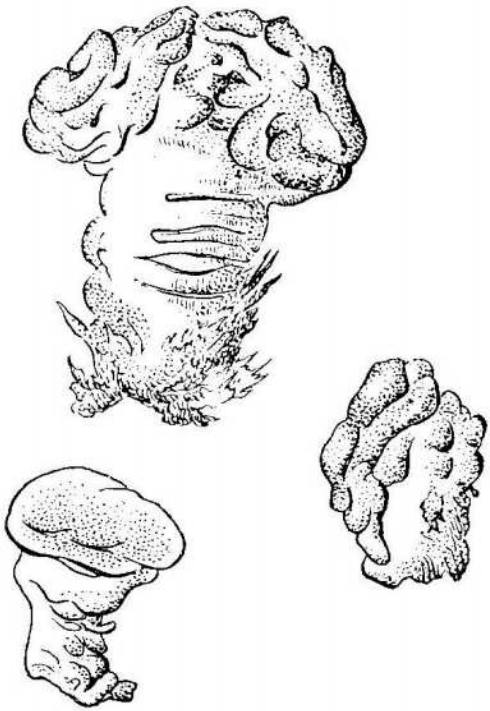
A – wibrionlar; B – spiriller; Ç - spirohetler

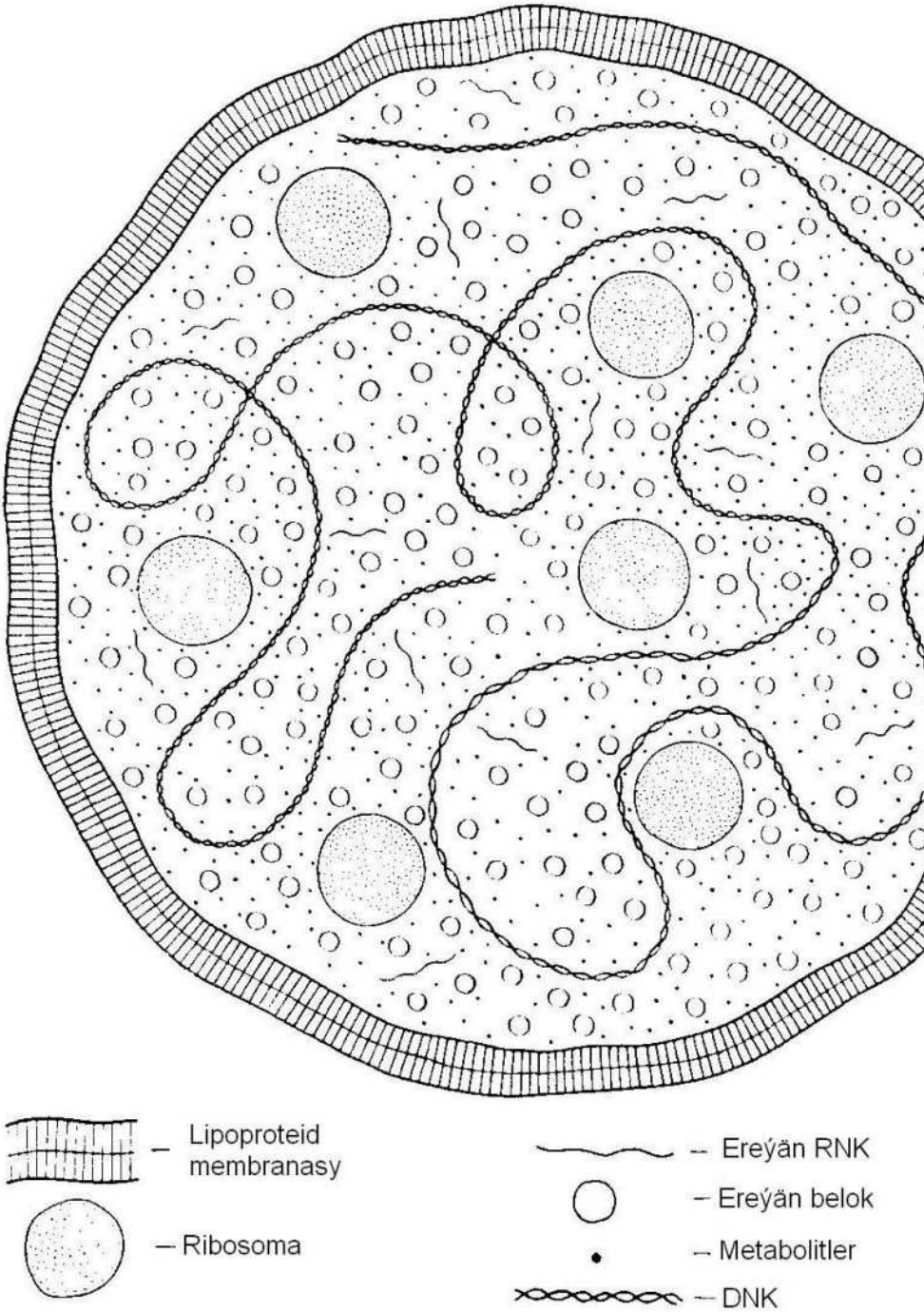
Miksobakteriýalar – nemli bakteriýalar, bular ýokary gurluşly bakteriýalar bolup, köpüsinde ýadrolary bolýar. Käbiri kokk formada bolsa käbiri taýajyk formada bolýar. Öýjük gabygy çeýedir. Şonuň üçin bakteriýa hereket edende egrelýär we bedeniniň formasyny üýtgedýär. Miksobakteriýalar reaktiw usulda hereket edýär. Žgutigi bolmaýar, bölünmek ýoly bilen köpelýär. Bakteriýalardan we onuň bölüp çykarýan neminden ybarat bolan häsiýetli miwe bedeni emele getirýär (sur. 6 we 7).



Sur. 6. Taýajyk şekilli miksobakteriýalar. *(x1000)*

Sur. 7. Miksobakteriý bedenleri *(Archangi*





Sur. 8. Mikoplazmanyň aýratyn öýjüginiň shematiki şe

Mikoplazma bular örän kiçi ululykdaky (0,1-0,2 mkm) şar ýa-da süýri görnüşde bolup, daşynda gaty gabygy bolmaýar (sur. 8). Bakterial süzgüçden süzülip geçýär, hereketjeň däl, köp görnüşleri mugthordyr. Saprofit görnüşi hem bardyr.

Bakteriýalaryň öýjük diwarynyň gurluşy

Bakterial öýjüklerinde öýjük diwary hökmany gurluş birligi hasaplanýar. Ol ýokary maýyşgaklyga eýe bolýanlygy üçin öýjügiň içki basyşynyň $2 \cdot 10^6$ Pa çenlisine çydamlydyr.

Ýagtylyk mikroskopynyň astynda bakteriýalaryň öýjük diwaryny reňklemekligiň ýörite usullaryny ulanmazdan görüp bolmaýar. Mikroorganizmleriň uly görnüşlerinde, ýagny *Bacillus* urugynyň wekillerinde olary nahar duzunyň, saharozanyň gipertoniki erginlerinde saklap, plazmoliz hadysasy geçenden soň öýjük diwaryny görmek mümkin. Öýjügiň gury agramynyň 5-den 50%-e çenlisi öýjük diwarynyň paýyna düşýär. Bakteriýalarda öýjük diwarynyň galyňlygy 10-80 nm deň.

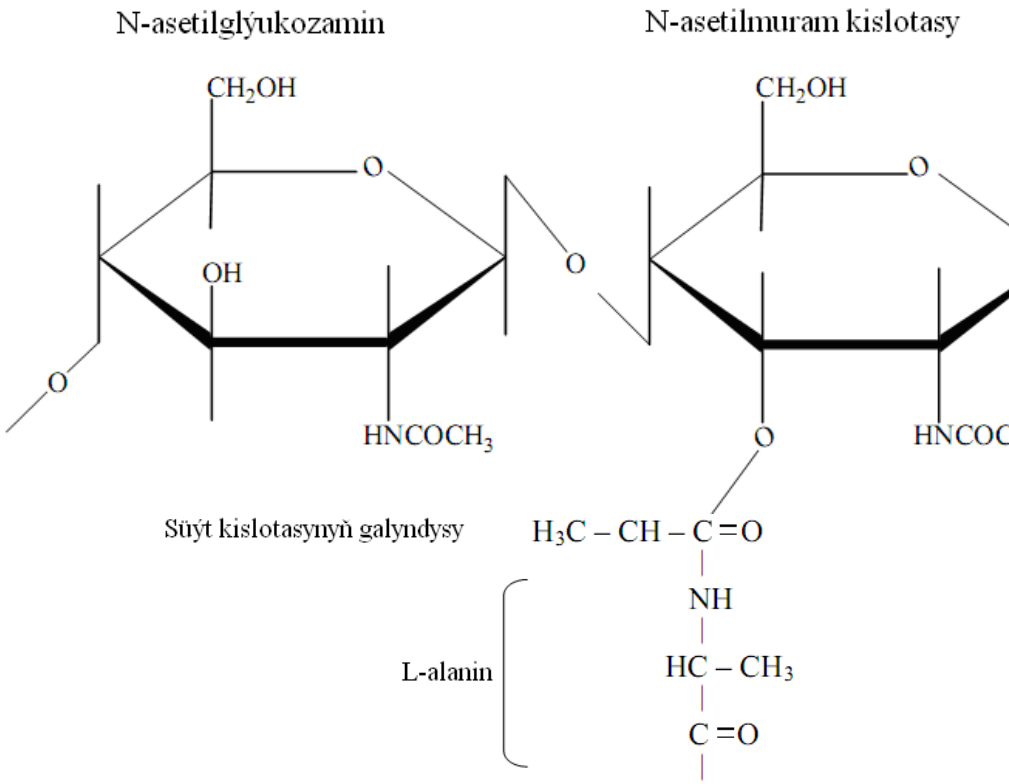
Himiki düzümi boýunça prokariotlaryň öýjük diwary eukariotlaryň öýjük gabygyndan düýpgöter tapawutlanýar. Bakteriýalaryň öýjük diwarynyň esasy düzüm bölegi peptidoglikanlar klasyna degişli bolan mureinden durýar.

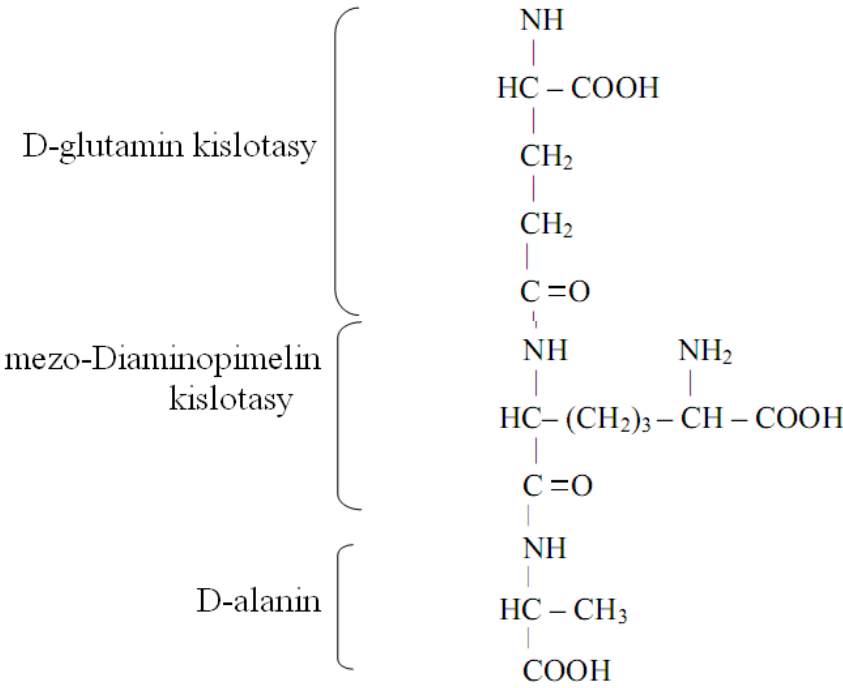
Murein – N-asetil – N – glýukozamin we N – asetilmuram kislotalarynyň galyndylarynyň β-1,4 glikozid baglanyşyklary bilen gezekleşmeginden emele gelen geteropolimerdir (sur. 9).

Bakteriýalaryň öýjük diwarynyň düzüminde mureiniň we murein ulgamyna gatnaşýan ýörite goşmaça düzüm bölekleriniň saklanyşy boýunça ähli bakteriýalar iki topara bölünýär: grampoložitel we gramotrisatel.

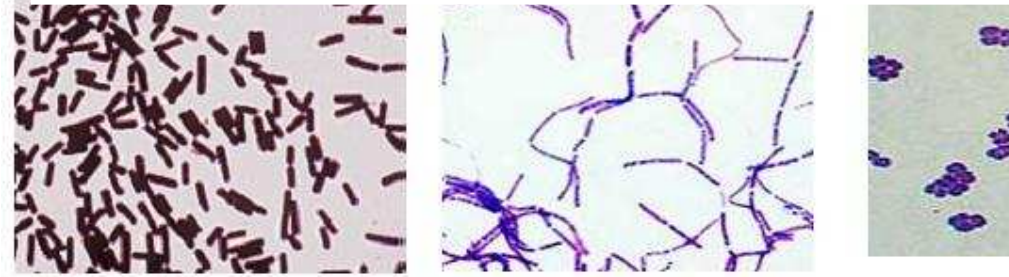
Daniýaly alym H.Gram 1884-nji ýylda bakteriýalary reňklemekligiň usulyny hödürledi. Bu usul bakteriýalaryň gensianmelewşe we kristalmelewşe reňkleýji maddalaryny saklamaklyk ukyplarynyň dürlüligine esaslanandyr.

Mikroskop astynda barlap görmek üçin organizmden alnan we berkidilen suwuklyk melewşe reňkleýjileriň ergini bilen boýalanda hem-de ony iodyň kaliý-ioddaky ergini bilen berkidende, grampoložitel bakteriýalarda sitoplazmada reňkleýji madda iod bilen berk birleşme emele getirse, onda mundan beýläk oňa spirt ýa-da aseton täsir etdirilende onuň reňki aýrylmaýar we melewşe reňk saklanýar (sur. 10).





Sur. 9. *Escherichia coli* ***bakteriýasynyň öýjük diwarynyň murei gurluşy. (G.Şlegel boýunça, 1987)***

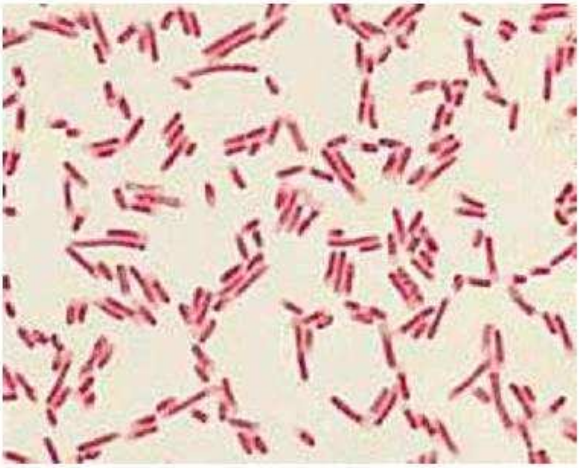


A **B** **Ç**

Sur. 10. Grampoložitel bakteriýalar:

A – Clostridium perfringes; B – Bacillus subtilis; Ç – Micrococcus luteus

Gramotrisatel bakteriýalarda sitoplazmada reňkleýji bilen iod berk birleşme emele getirmeýär we spirt ýa-da aseton täsir etdirilende doly reňksizlenýär we preparat fuksiniň suwdaky ergini bilen reňklenende onuň reňkini alýar (sur. 11).



A

B

Sur. 11. Gramotrisatel bakteriýalar:

A – Escherichia coli; B – Pseudomonas aeruginosa

Mikroorganizmleriň Gramyň usuly boýunça boýalmak ukyby, olaryň öýjük diwarynyň himiki düzümine we gurluşyna baglylygy bilen düşündirilýär.

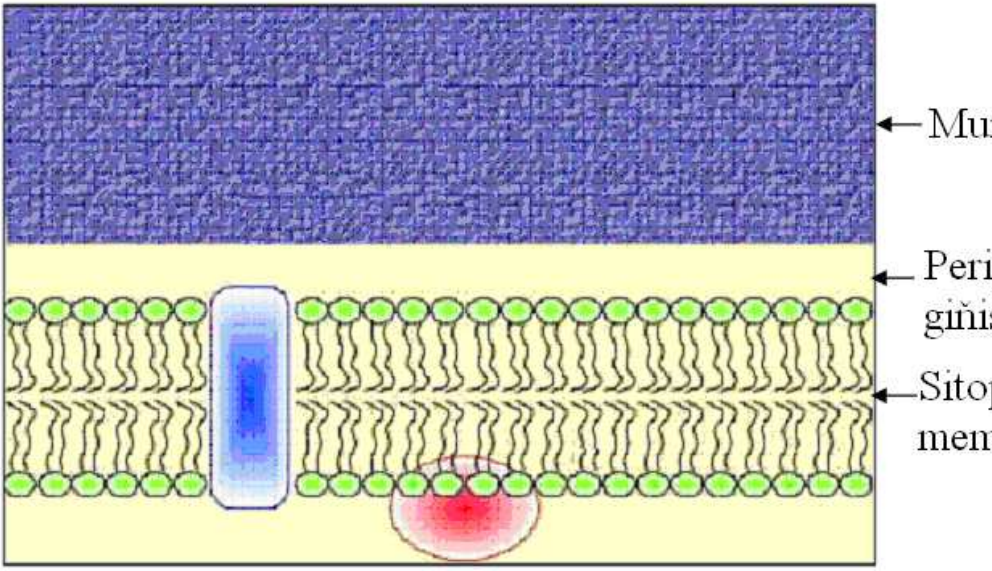
1-nji tablisa

Prokariotlaryň öýjük diwarynyň himiki düzümi

Öýjük diwarynyň düzümi	Grampoložitel prokariotlar	Gramotrisatel prokariotlar	
		içki gatlak	daşky gatlak
Peptidoglikan (murein)	+	+	–

Teýhoý kislotasy	+	–	–
(turşulygy)	+	–	+
Polisaharidler	±	–	+
Beloklar	±	–	+
Lipidler	–	–	+
Lipopolisaharidler	–	±	+
Lipoproteidler			

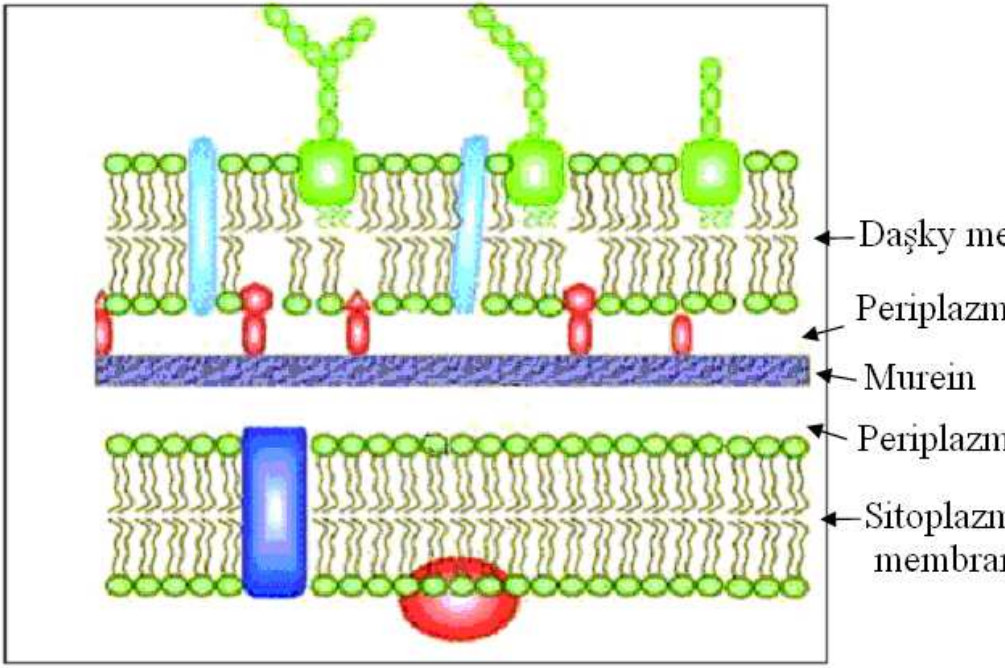
Gram+ bakteriýalaryň öýjük diwary galyň bolýar, ýagny ol 20-80 nm deňdir. Bularyň öýjük diwarynda gury maddanyň hasabyna murein 50-90% çenli. Murein bilen teýhoý kislotasy özara baglanyşyklydyr. Bir molekula teýhoý kislotasy adatça 7-den 15-e çenli spirt galyndylaryny birleşdirýär (sur. 12).



Sur. 12. Grampoložitel bakteriýasynyň öýjük diwarynyň shematiki gur

Gram– bakteriýada öýjük diwary köp gatlaklydyr we onuň galyňlygy 14-17 nm deňdir. Himiki düzümi boýunça ol köp dürli görnüşlidir. Öýjük diwarynyň içki gatlagy mureinden durýar. Ol bakterial öýjüginiň gury agramynyň 1-den 10%-e çenlisini tutýar.

Öýjük diwarynyň daşky gatlagy – daşky membranasy fosfolipidlerden, lipopolisaharidlerden, lipoproteidlerden we beloklardan emele gelendir. Daşky membrananyň esasy düzümi lipidlerden durýar, ol bolsa öýjük diwarynyň gury massasynyň ortaça 22%-ne deňdir (sur. 13).



Sur. 13. Gramotrisatel bakteriýasynyň öýjük diwarynyň shematiki gurl

Daşky membrana gurluşy boýunça elementar membrana üçin häsiýetli bolan, tipiki üç gatlakdan gurulandyr.

Gramotrisatel bakteriýalaryň öýjük diwary sitoplazmatiki membranadan we öz aralaryndan elektron – dury aralyk bilen araçäklenendir, ol aralyk periplazmatiki giňişlik diýlip atlandyrylýar.

Bakteriýalaryň öýjük diwary birnäçe işleri ýerine ýetirýär. Ol öýjügi daşky gurşawyň täsirlerinden gorap saklaýar. Ýokary derejeli

berklige eýe bolýandygy üçin, ol gipotoniki erginde protoplastyň içki basyşyna çydamlydyr.

Galofil bakteriýalaryň öýjük diwarynda murein bolmaýar. Öýjük diwaryndaky murein gatlagynyň dykyzlygy mikrobyň şekilini kesgitleýär. Bakteriýalaryň öýjük diwarynyň üst ýüzünde faga ýöriteleşen reseptorlary bolýar, ol hem fagyň adsorbsiýasyny kesgitleýär.

Gramotrisatel bakteriýalaryň öýjük diwarynyň çylşyrymly gurluşyny, prokariotlaryň ewolýusion ösüşiniň ýokary derejesi hökmünde seretmek bolýar. Gramotrisatel bakteriýalaryň öýjük diwarynyň daşky membranasy öýjüge maddalaryň girmeginde goşmaça päsgelçilik işini ýerine ýetirýär we şonuň üçin hem gramotrisatel bakteriýalary dürli himiki maddalaryň, fermentleriň we antibiotikleriň täsirlerine durnuklydyr.

Diňe sirketurşy bakteriýalaryň käbirinde diwarynda esasan hem gemisellýuloza we beýleki uglewod häsiýetli maddalar köpdür. Bakteriýalarda plazmoliz geçende öýjük diwary gowy bildirýär, şonuň ýaly hem awtoliz bolanda, ýagny ýokary temperaturanyň täsirinde bakteriýalaryň diwarynyň içindäki maddalar erände we garry öýjüklerde gowy bildirýär. Elektron mikroskopy bilen bakteriýalaryň öýjük diwaryny görüp bolýar.

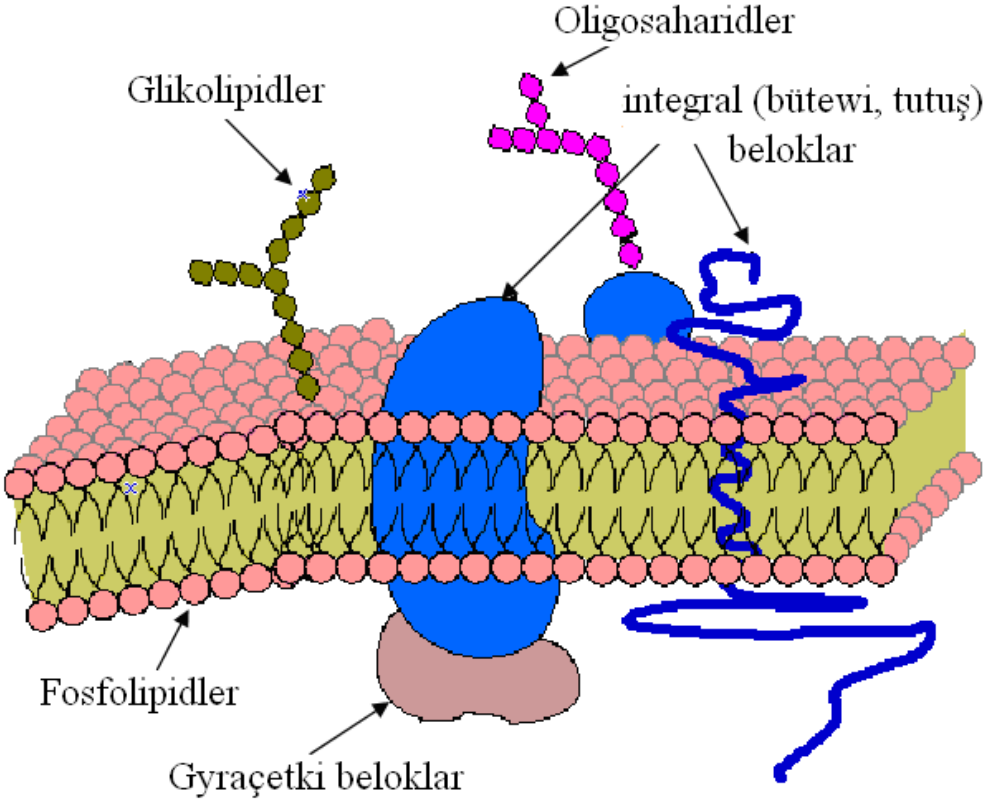
Käbir bakterial öýjükleriň diwary çişýär we nemlenýär, öýjügiň daşynda kapsula – nemli barda emele gelýär. Eger-de nemli barda 1 öýjügiň daşyny örtmän, toplumyň daşyny örten bolsa, oňa zoogleýa diýilýär. Nemli barda dekstirinlerden emele gelýär, dürli bakteriýalarda gurluşy boýunça dürli bolýar. Biri polisaharidlerden, beýlekileri bolsa polipeptidlerden emele gelýär. Tipli nemli barda azot toplaýjy bakteriýa – *Azotobacter* öýjüklerinde bardyr. Soňky berilýän maglumatlara görä nemli barda öýjük gabygyndan we sitoplazmadan emele gelendir diýilýär. 1920-nji ýylda onuň himiki düzümi Telissen tarapyndan seljerildi. Nemli barda goranyş wezipesini ýerine ýetirýär.

Bakterial öýjügiň içki gurluşy

Bakteriýalarda hem öýjük diwarynyň aşagynda sitoplazmatiki membrana bardyr. Ol üç gatlakdan durandyr.

Daşky we içki gatlak 1 – gatlakly lipidlerden durandyr. Olaryň arasynda bolsa belok gatlagy bardyr (sur. 14).

Sitoplazmatiki membranadaky beloklar ýerleşişi we iki gatlakly lipidler bilen baglanyşan häsiýetine görä, membrananyň üst ýüzündäki, gyraçetindäki we integral (bütewi) görnüşlere bölünýär. Membrananyň üst ýüzündäki we gyraçetindäki beloklar lipidler bilen gowşak birleşendir. Integral beloklar lipid molekulalarynyň arasyndan geçip, berk birleşendir we lipidleriň gatnaşmagynda fermentativ işjeňligini ýüze çykarýar.



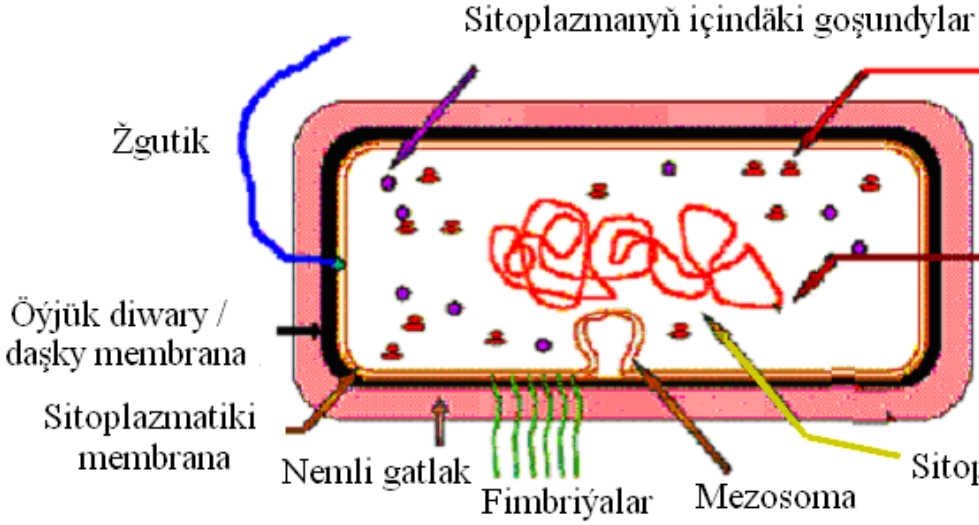
Sur. 14. Sitoplazmatiki membrananyň gurluşy

Sitoplazmatiki membrananyň galyňlygy 50-100 A°. Ol öýjügiň hökmany we köp işleri ýerine ýetirýän gurluş birligi hasaplanýar. Sitoplazmatiki mebrana öýjügiň gury agramynyň 8–15%-ni tutýar. Membrana öýjügiň içine tarap çykyndylary (ösüntgileri) emele getirýär. Ol bolsa bakteriýalarda mitohondriýanyň roluny ýerine ýetirýän mezosoma başlangyç berýär. Öýjüge maddalaryň girmeginde osmos hadysasynda membrana uly ähmiýete eýe. Kolloid ulgamy emele getirýän sitoplazma belokdan, lipoid maddalardan, uglewodlardan, mineral birleşmelerden we suwdan durandyr. Bakteriýalaryň sitoplazmasy hem ýokary derejeli ösümlikleriň sitoplazmasynyň reňklenýän, reňkleýji maddalary bilen reňklenýär. Bakterial öýjükler öz gurluşy boýunça ösümlik öýjügine meňzeşdir (sur. 15)

Bakterial öýjügiň gurluşynda aşakdakylar tapawutlandyrylýar:

hökman gurluşlar – öýjük diwary, sitoplazmatiki membrana, sitoplazma, nukleoid we sitoplazmanyň dürli goşundylary;

hökman däl elementler kapsula – nemli gatlak, žgutikler, fimbriýalar, sporalar, bakteriýalaryň käbir wekillerinde endosporalar amatsyz şertlerde bolýar.



Sur. 15. Bakterial öýjügiň shematiki gurluşy

. .

Ribosomalar submikroskopiki organoiddyr. Onuň ululygy 20-40 nm. Ribosomada belok 55%, fosfolipidler 4 % bar we ol RNK-a baýdyr (gury maddanyň hasabyna 40 %-dir). Öýjügiň ähli ribonuklein kislotasynyň 65 % ribosomalarda saklanýar. Ribosoma ýadroda emele gelýär. Bakteriýanyň sitoplazmasynda hem, edil beýleki organizmlerdäki ýaly ribosomalar poliribosomany emele getirýärler. Poliribosomada belogyň sintezi amala aşýar. Her bir bakteriýada takmynan 10 000 ribosoma bolýar.

Her bir bakteriýada hakyky mitohondriýalar bolmasa-da, oňa meňzeş gurluşly, onuň işini ýerine ýetirýän organoid bar.

Maýa kömeleklerinde, ýönekeýjelerde hakyky mitohondriýa bardyr. Bakteriýalarda mitohondriýanyň wezipesini mezosoma ýerine ýetirýär. Mitohondriýanyň emele gelmegine kalsiý iony gatnaşýar. Ösümlikde kalsiý ýetmezçilik etse mitohondriýanyň sany azalýar. Organizmde madda we energiýa çalşygynda mitohondriýa esasy işi ýerine ýetirýär.

Bakteriýalarda ýadro barmy ýa-da ýok diýen sorag alymlary gyzyklandyryp gelipdir. A.A.Imşeneskiniň işleriniň görkezmesi boýunça bakterial organizmlerde ýadronyň düzümine gatnaşýan DNK-ň bardygy anyklandy.

A.N.Belozerskiniň geçiren himiki seljermesi hem bakterial öýjükde DNK-ň köp mukdarda bardygyny görkezdi. A.A.Imşeneskiniň pikirine görä bakteriýalarda hakyky ýadro ýok, ol diňe ýokary gurluşly miksobakteriýalarda bardyr.

M.A.Peşkow bakterial öýjükde hromotin dänejikleriniň bardygyny kesgitleýär. Baktriýalaryň ýadrosyna **nukleoid** diýilýär.

Bakteriýalaryň nukleoidi ýokary derejelileriň ýadrosyndan şu aşakdakylar bilen tapawutlanýar.

1. Bakterial öýjügiň nukleoidinde gabygy bolmaýar.
2. Bakterial öýjügiň nukleoidinde ýadrojagaz bolmaýar.
3. Nukleoidiň üstünde örän köp deşijekler bolup, şolaryň üsti bilen sitoplazma bilen aragatnaşygy saklaýar.

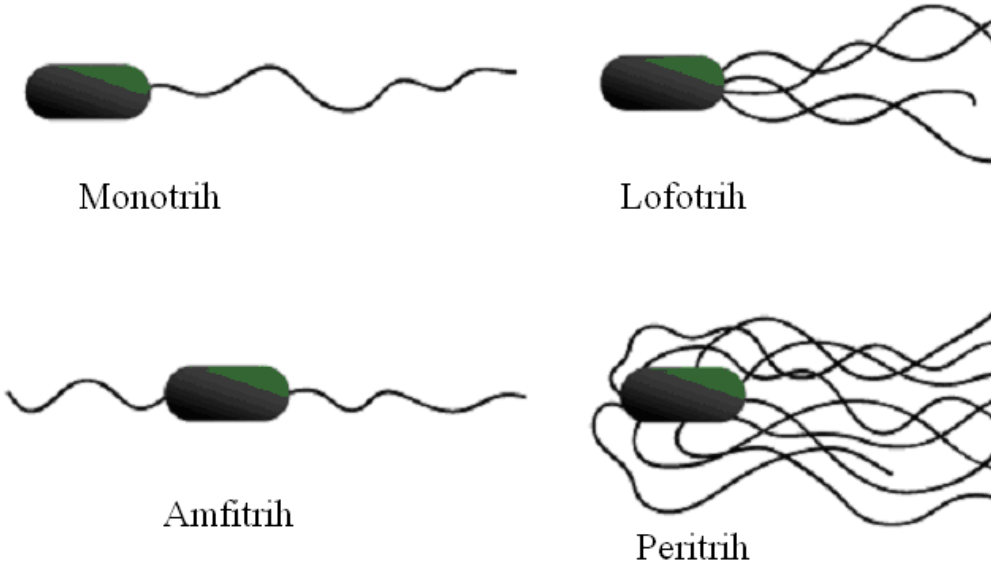
Hakyky ýadrosy bolmadyk, ýagny **nukleoidi bolanlara** *Procaryota* **(prokariot) organizmler, hakyky ýadrosy bolanlaryna** *Eucaryota* **(eukariot) organizmler** diýilýär.

Prokariot toparyna bakteriýalar, spirohetalar, rikketsiýalar, hlamidiýalar, mikoplazmalar, aktinomisetler we gök-ýaşyl organizmler degişlidir. Galan ähli organizmlere (hakyky ýadrosy barlar) eukariotlar diýilýär.

Bakteriýalaryň žgutikleri we fimbriýalary

Žgutikler öýjükden daşdaky gurluş elementdir. Onuň hereketi tolkun görnüşdedir. Žgutikleriň düzümi seljerilende olarda uglewod ýokda, hereketlenýän flagellin belogynyň bardygy anyklandy. Žgutikler protoplazmadan ösüp daşa çykýarlar. Žgutigiň uzynlygy adatça öýjügiň uzynlygyndan üç esse köpdür we ortaça 10-20 mkm deň. Žgutigiň sapagy içi boş silindr ýaly bolup, galyňlygy 12-20 nm deňdir. Žgutikler şekili boýunça hem biri-birinden tapawutlanýarlar, tolkun, ters otur, spiral we ş.m. şekilde bolýar. Žgutikler ýerleşişi boýunça hem tapawutlanýar.

1. Eger bakterial öýjükde 1 sany žgutik bolsa, oňa monotrih diýilýär.
2. Eger-de bakterial öýjügiň her tarapynda 1 sanydan žgutikler bolsa, oňa amfitrihiler diýilýär.
3. Öýjügiň bir ujunda desse şekilli žgutikler bolsa lofotrihiler diýilýär.
4. Žgutikler bedeniniň ähli ýerinde bolsa peritrihler diýilýär (sur. 16).



Sur. 16. Bakteriýalaryň žgutikleriniň tipleri

Bakteriýalar ýaş wagtynda žgutikli bolýar, soňa baka taşlanýar. Mundan başga-da žgutikler suwuk iýmit gurşawynda emele gelýär, dykyz iýmit gurşawda ýitmegi mümkin. Bakteriýalar örän çalt hereket edýärler. Emma absolýut geçýän ýoly örän az. Ol 1 sekuntda öz bedeninden 2 esse uzyn bolan aralygy geçip bilýär (110-200 mkm). Eger adam şeýle çaltlyk bilen hereket etse, onda her sagatda 20-25 km ýol geçip bilerdi.

Bakteriýalarda žgutiklerden başga-da aýratyn çykyndylar – fimbriýalar bar. Bular žgutige seredende kiçi, inçe, gysga çykyndylardyr. Fimbriýalaryň uzynlygy 0,3-0,4 mkm, diametri 5-10 nm. Olar ýörite pilin belogyndan emele gelendir. Öýjügiň üst ýüzünde fimbriýalaryň sany 1–2-den birnäçe müňe çenli bolýar.

Hereket edýän we hereketlenmeýän bakteriýalarda hem duşýar. Fimbriler bakteriýalara başga öýjüklere we substrata ýapyşmaga kömek edýär. Hiwiniň (1949) aýtmagyna görä ol bakteriýalaryň ýapyşyjy organoididir. Fimbrileriň ikinji tipi hem bar, oňa jynsy

fimbri ýa-da F-pili diýilýär. Olaryň uzynlygy 1,1 mkm, galyňlygy 8,5-9,5 nm. Jynsy fimbriler anaerob şertde donor öýjükde 1-2 sany emele gelýär. Olar konýugasiýa – ýapyşmak hadysasyny amala aşyrýarlar. Jynsy fimbriler 4-5 minudyň dowamynda emele gelýär, şeýle hem öýjükden çalt taşlanýar. Onuň işjeňligi ýokarydyr.

Bakteriýalaryň ätiýaçlyk iýmit maddalary

Bakteriýalaryň bedeninde dürli hili ätiýaçlyk maddalar toplanýarlar: beloklar, uglewodlar – glikogen we granulez görnüşinde, ýaglar – ýag dänejikleri görnşinde. Bu maddalaryň ählisiniň mikroblaryň öýjüklerinde bardygyny häsiýetli mikrohimiki reaksiýalaryň we mukdar usullarynyň kömegi bilen bilmek bolýar. Bakteriýalaryň öýjüklerinde polifosfatdan we RNK-dan düzülen wolýutin däneleri hem duş gelýär.

Bakteriýalaryň toparlara bölünişi

Bakteriýalary toparlara bölmeklik mikrobiologiýada doly öwrenilmedik bölümdir.

Berdjiniň bakteriýalary kesgitleýjisiniň dokuzynjy neşirinde görkezilen bakteriýalaryň toparlara bölünişi häzirki wagtda ykrar edilen we ulanylýan bakteriýalaryň fenotipiki toparlara bölünişiniň esasy hasaplanýar. Berdjiniň bakteriýalary toparlara bölüşi boýunça bakteriýalar öýjükleriniň ýanaşyk gatlaklarynyň gurluşyna esaslanyp, 4 sany esasy bölüme bölünýär:

1) *Gracilicutes* (latyn sözünden cutes – deri, gracilis – ýuka) – öýjük diwary bar bolan gramotrisatel eubakteriýalar;
2) *Firmicutes* (latyn sözünden firmus – berk) – öýjük diwary bolan grampoložitel eubakteriýalar;
3) *Tenericutes* (latyn sözünden tener – ýumşak, näzik) – öýjük diwary bolmadyk eubakteriýalar;
4) *Mendosicutes* (latyn sözünden mendosus – tötänleýin) – öýjük diwarlary beýleki prokariotlaryň öýjük diwarlarynyň gurluşyndan tapawutlanýan arhebakteriýalar.

***Gracilicutes* bölümine** gramotrisatel öýjük diwarly dürli daşky gurluşly bakteriýalar giryär. Olaryň köpelişi esasan ikä bölünmek arkaly geçýär, käbir bakteriýalar pyntyklamak arkaly köpelýärler. Endospora emele getirmeýärler. Köpüsi hereketjeň: bakteriýalaryň

hereketleriniň ähli görnüşleri duş gelýär – žgutikleriň kömegi bilen, typmak, egrelmek. Bu bölüme aerob, anaerob we fakultatiw anaerob bakteriýalar; fototrof we hemotrof bakteriýalar gatnaşýarlar.

Gracilicutes bölümi üç klasa: *Scotobacteria*, *Oxyphotobacteria*, *Anoxyphotobacteria* bölünýär. *Scotobacteria* klasyna madda çalşyk maksatlary üçin ýagtylyk energiýasyny peýdalanmaýan gramotrisatel bakteriýalar gatnaşýar. Olar özüne gerek bolýan energiýany okislenme-dikelme reaksiýalarynyň netijesinde alýarlar. Klasyň ady grek sözünden, scotos – garaňky diýen sözden gelip çykandyr. *Scotobacteria* klasy bakteriýalaryň iň iri klasy hasaplanýar.

Anyxyphotobacteria klasyna purpur bakteriýalar, ýaşyl bakteriýalar we geliobakteriýalar gatnaşýar. Bularyň fotosintezi netijesinde molekulýar kislorod bölünip çykmaýar.

Oxyphytobacteria klasyna sianobakteriýalar we prohlorofitler gatnaşýar. Bularyň fotosintezi netijesinde molekulýar kislorod bölünip çykýar. Bu bakteriýalaryň fotosintezi ösümliklerde geçýän fotosinteze meňzeşdir.

***Firmicutes* bölümine** grampoložitel öýjük diwarly bakteriýalar gatnaşýar. Öýjükleri dürli şekillerde: taýajyk, şar, sapak şekilli, şahalanýan görnüşde bolýar. Käbir wekilleri endospora emele getirýär. Olaryň köpüsi hereketjeň däl; hereketjeň görnüşleriniň peritrihial žgutikleri bolýar. Bu bölümiň düzümine aerob, anaerob we fakultatiw anaerob bakteriýalar giryär.

Firmicutes bölümine iki sany klas gatnaşýar: *Firmibacteria*, *Thallobacteria*.

Firmibacteria klasy „şahalanmaýan“ grampoložitel bakteriýalaryň köp mukdaryny özüne birikdiryär.

Thallobacteria klasy öýjükleri „şahalanmaklyga“ ukyply bolan bakteriýalary öz içine alýar.

***Tenericutes* bölümine** öýjük diwary bolmadyk bakteriýalar gatnaşýar. Öýjük diwarynyň bolmaýanlygy sebäpli öýjükleriniň şekilleri mydamalyk däldir: bir görnüşiň arassa kulturasynda şol bir wagtyň özünde şar görnüşli, taýajyk görnüşli, sapak görnüşli, armyt görnüşli, disk görnüşli we beýleki görnüşli öýjükler duş gelýär. Bu bölüme gatnaşýan bakteriýalar pyntyklamak we ikä bölünmek arkaly köpelýärler. Gram boýunça reňklände otrisateldir. Agarda maýdajyk

ösýän toplumlary emele getirmeklige häsiýetlidir. Bular saprofitler, mugthorlar we kesel döredijiler bolup bilýär. Bölüme bir klas *Mollicutes* (mikoplazmalar) gatnaşýar.

***Mendosicutes* bölümi** öýjük diwary tor şekilli we peptidoglikan saklamaýan bakteriýalardan emele gelýär. Olaryň aglaba wekilleri hakyky anaeroblardyr we köpüsinde žgutikleri bolýar. Bu bölüme gatnaşýan bakteriýalar dürli ekologiki şertlerde ýaşamaga uýgunlaşandyr. Bölüme bir klas – *Archaebacteria* gatnaşýar.

Dört bölümiň düzümine 35 topar gatnaşýar.

***Gracilicutes* bölümine** aşakdaky toparlar giryär:

1. Spirohetalar.
2. Aerob (ýa-da mikroaerofil), hereketjeň, burum görnüşli (ýa-da wibrion şekilli) gramotrisatel bakteriýalar.
3. Hereketjeň däl ýa-da seýrek hereketjeň gramotrisatel egrem görnüşli bakteriýalar.
4. Gramotrisatel aerob (ýa-da mikroaerofil) taýajyklar we kokklar.
5. Fakultatiw aerob gramotrisatel taýajyklar.
6. Gramotrisatel anaerob göni, egrelen ýa-da burum görnüşli taýajyklar.
7. kükürdiň ýa-da sulfatyň dikelmegini amala aşyryan bakteriýalar.
8. Anaerob gramotrisatel kokklar.
9. Rikketsiler we hlamidiler.
10. Anoksigen fototrof bakteriýalar (molekulýar kislorody bölüp çykarmaýan).
11. Oksigen fototrof bakteriýalar (molekulýar kislorody bölüp çykaryan).
12. Aerob hemolitotrof bakteriýalar we oňa ýakyn organizmler.
13. Pyntyklaýan ýa-da çykyndylary emele getiryän bakteriýalar.
14. Daşynda örtügi bolan bakteriýalar.
15. Miwe beden emele getirmeýän, fotosintez geçirmeýän üýtgeýän bakteriýalar.

16. Miwe beden emele getirýän, üýtgeýän bakteriýalar.

***Firmicutes* bölümine** giriýän toparlar:

17. Grampoložitel kokklar.
18. Endospora emele getirýän grampoložitel taýajyklar we kokklar.
19. Spora emele getirmeýän grampoložitel dogry taýajyklar.
20. Spora emele getirmeýän grampoložitel nädogry şekilli taýajyklar.
21. Mikobakteriýalar.

22 – 29. Aktinomisetler.

***Tenericutes* bölümine** degişli topar:

30. Mikoplazmalar.

***Mendosicutes* bölümine** giriýän toparlar:

31. Metanogenler.
32. Sulfatlary ýönekeý birleşmelere öwüriýän arhebakteriýalar.
33. Duzly gurşawda ýaşaýan arhebakteriýalar.
34. Öýjük diwary bolmadyk arhebakteriýalar.
35. Kükürdi özleşdiriýän termofil arhebakteriýalar.

II. PROKARIOTLARYŇ KÖPELIŞI WE ÖSÜŞI

Prokariot öýjügiň ösüşi

Prokariotlar bir öýjükli organizmlerdir, olaryň ontogenezi bir öýjük aýlawyna deňdir, ýagny öýjügiň bir bölünişinden beýleki bölünişine çenli bolan aralygyna deň bolýar.

Bakterial öýjügiň ösüşi diýlip, kemala gelýän öýjük gurluşlarynyň ähli himiki düzümleriniň artmaklygyna aýdylýar. Öýjügiň ösüşi – onuň göwrüminiň we agramynyň artmagydyr. Köplenç bakteriýalarda öýjügiň polýarlylygy duýulmaýar we olaryň uzyn okuň ugry bilen ösüşi birdeň gidýär. Öýjük belli bir ululyga ýetenden soň bölünip başlaýar. Diňe seýrek ýagdaýlarda ösüş öýjügiň bölünmekligi bilen gutarmaýar, ýa-da tersine, ösüş bolman öýjük bölünýär.

Prokariotlaryň köpelişi

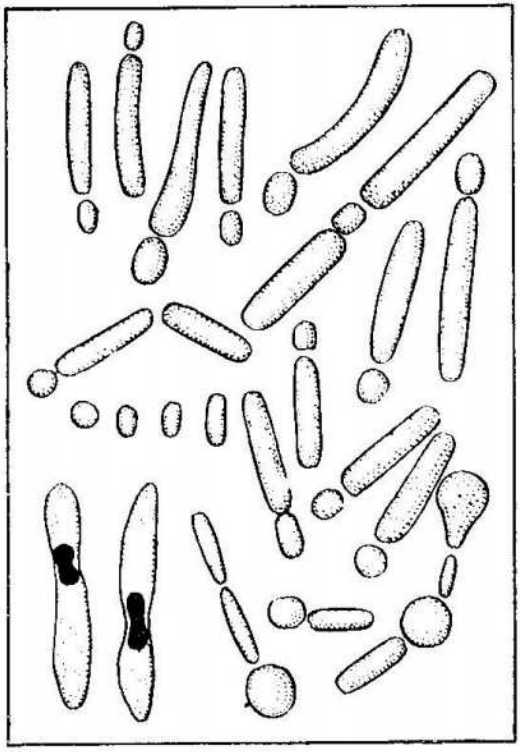
Organizmleriň nesil emele getirmekligi şol görnüşiň sanynyň artmagyna getirse bu hadysa köpeliş diýilýär. Mikroorganizmler köpelmek arkaly diňe özleriniň sanlarynyň arttmaklygy bilen çäklenmän, täze ýerlere hem ýaýraýarlar.

Bakteriýalar keseligine bölünmek arkaly köpelýärler. Diňe spirohetalar klasynyň wekilleri dikligine bölünmek ýoly bilen köpelýärler. Bakteriýalar bölünende 2 sany morfologiki taýdan meňzeş we deň bölege bölünýärler. Munuň ýaly bölünişe **izomorf bölüniş** diýilýär. Köp ýagdaýlarda bir deň bolmadyk böleklere hem bölünýärler. Munda bölünýän bakteriýanyň bir bölegi beýleki böleginden uly bolýar (sur. 17). Oňa **geteromorf bölüniş** diýilýär.

Enelik öýjükler ýaş öýjüklere görä çalt reňklenýär. M.O.Streşinskiý enelik öýjügiň 10-17 çenli bölünýändigini kesgitläpdir. Soňra ol öýjük güýçli süýnýär we eräp ýok bolýar.

Taýajyk görnüşli žgutikli bakteriýalar bölünende diňe enelik öýjükde žgutik saklanýar. Ýaş öýjüklerde žgutik bolmaýar. Käbir bakteriýalar gonidiýany emele getirmek bilen bölünýär. Şeýle köpelmek usuly azotobakteriýalara mahsusdyr.

Köplenç bakteriýalar ortadan deň bölünýär, şunuň ýaly simmetrik bölünende iki sany ýaş meňzeş öýjük emele gelýär. Öýjük bölünmezden öň DNK-nyň replikasiýasy bolup geçýär, ondan soň ýaş hromosomalar çekilip başlaýarlar we öýjük bölünip başlaýar. Köplenç Gram položitel bakteriýalaryň öýjükleri ortadan germew emele getirip, öýjügiň möçberi ulalman bölünýär. Ilki bilen geljekki kese germewiň emele geljek ýerinde sitoplazmatiki membrana öýjügiň gyrasyndan merkeze tarap epilýär. Soňra ol ýerde peptidoglikan gatlagyndan we sitoplazmatiki membranadan kese germew emele gelýär. Öýjük gabygynyň beýleki düzümleri soň emele gelýär.



Sur. 17. Bakteriýalaryň geteromorf bölünişi

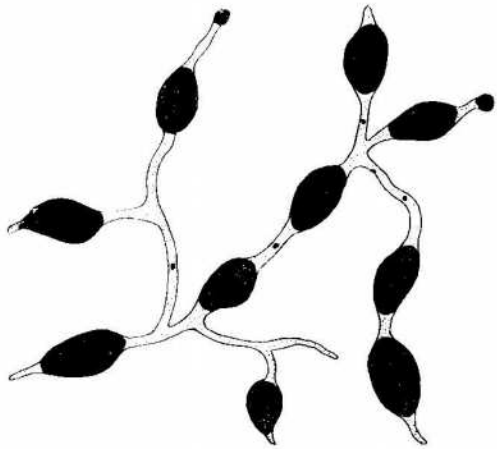
Gram otrisatel bakteriýalarda öýjük iki tarapa süýnüp, süýnýän ara inçelip bölünýär. Sitoplazmatiki membrana we öýjük diwary kem-kemden öýjügiň içine egrelip öýjük ikä bölünýär. Iki ýaş öýjügiň arasyndaky kese germewe fermentiň täsir etmegi netijesinde öýjükler aýrylyşýarlar.

Bakterial öýjügiň bölünmegi bir ýa-da birnäçe tekizlikde bolup geçýär. Bir tekizlikde bölünende, eger ýaş emele gelen öýjükler aýrylyşmasalar, onda kokklaryň ýa-da taýajyklaryň zynjyry emele gelýär. Eger öýjük birnäçe tekizlikde bölünse, onda dürli

konfigurasiýaly öýjükleriň toplumy emele gelýär (tetrakokklar, sarsinalar, stafilokokklar).

Bakteriýalaryň deň böleklere bölünip köpelýänlerine bir hili öýjük aýlawy we birmeňzeş öüjükli bolmak mahsusdyr. Binar bölünmäniň dürli görnüşleriniň biri hem, pyntyklap köpelmekdir. Bu usul bilen bakteriýalaryň *Hyphomicrobium, Hyphomonas, Pedomicrobium, Rhodopseudomonas* uruglary köpelýärler. Pyntyklaýan bakteriýalaryň öýjükleriniň ösüşi adatça bir taraply bolýar we öýjük bir polýusly bolýar. Käbir pyntyklaýan bakteriýalarda öýjükleriniň içki gurluşy asimmetrik bolýar.

Pyntyklaýan bakteriýalar suw howdanlarynda we toprakda ýaşaýarlar. Olar miksotrof, geterotrof ýa-da fotoawtotrof ýol bilen iýmitlenýärler. Öýjükleriniň üstki ýüzünde demriň we margenesiň gidrar okisleri toplanýar (sur. 18).



Sur. 18. Pyntyklaýan bakteriýalar *(Hyphomicrobium)*

Pyntyklamakda enelik öýjügiň bir ýerinden ösüntgi – gif emele gelýär. Gifiň ujynda pyntyk emele gelýär, onuň diametri 0,5-1 mkm-e deňdir we şol pyntyga artykmaçlyk edýän nukleoidler toplanýar. Pyntyk ösüp, kiçi täze öýjük emele gelýär. Olar soň žgutik emele getirýär, enelik öýjügiň ýanyndan ýüzüp gidýär ýa-da onuň bilen aragatnaşyk saklaýar, şonda köp öýjükli toplum ýaly bolýar. Pyntykly bakteriýalarda dimorf öýjük aýlawy bolýar. Deň bolmadyk ikä bölünmek netijesinde iki sany deň bolmadyk wekiller emele gelýärler. Olaryň daşky görnüşleri, ululyklary, hereket edişleri meňzeş bolmaýar. Olaryň biri

hereketsiz garraýan enelik wekil, beýlekisi ýaş kiçi, žgutikli wekil bolýar. Pyntyk emele gelende enelik öýjük täze sintezlenen maddalary almaýar we ýuwaş-ýuwaşdan garraýar. Onuň tersine emele gelen ýaş öýjük işjeň hereket edip öýjük membranasyny we strukturalaryny (düzümini) guryar.

Seýrek ýagdaýlarda bakteriýalarda polimorf öýjük aýlawy duşýar, şonda bölünme wagtynda iki ýa-da birnäçe morfologik tapawutlanýan öýjükler emele gelýär. Mysal üçin *Hyphomicrobium* urugy metanolda ösdürilende gif we süýri pyntyk emele gelýär, metilaminde ösdürilende bolsa salkym görnüşli öýjük emele gelip, ondan pyntyklap aýrylýan hereketli ýaş wekiller emele gelýär. *Hyphomicrobium*-yň garran öýjüklerinden köpgranly we ýasy uçly öýükler emele gelýärler.

Bakterial öýjügiň ösüşi we bölünişi çylşyrymly özara baglanyşykda bolýar. Kadaly ýagdaýda prokariot öýjükleriň bölünmesi, DNK-nyň replikasiýasy gutarandan soň birnäçe wagtdan bolýar. Emeli ýagdaýda şol sazlaşykly hadysany bozup bolýar. Mysal üçin, *Bacillius subtilis* – bede taýajygy baýlaşdyrylan iýmit gurşawynda, 37°C temperaturada DNK-nyň replikasiýasy çalt geçse-de, öýjükler çalt össe-de, olaryň bölünişi geçmeýär. Netijede köpsanly ýadrolary saklaýan, kese germewsiz sapak şekilli öýjükler emele gelýärler.

Iýmit gurşawynyň azalmagy ösüşiň çaltlygynyň we öýjügiň bölünmegi bilen DNK-nyň replikasiýasynyň dikelişiniň haýallamagyna getirýär. Birnäçe üstki çekiş güýjüni peseldýän maddalar (sabyn, duz kislotasynyň duzlary, ultramelewşe şöhleleri, penisilliniň täsiri we başga birnäçe maddalar) öýjükleriň ösüşini haýýallatman bölünişini duruzýarlar.

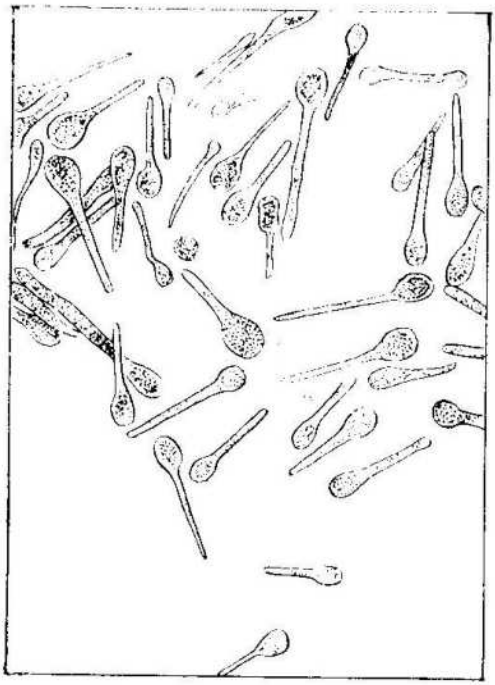
Prokariotlaryň köpeliş çaltlygy eukariotlaryňkydan örän ýokarydyr. Amatly şertde köp bakteriýalaryň (*Escherichia coli, Streptococcus faecalis, Clostridium perfringens*) öýjüginiň bir bölünişinden beýleki bölünişine çenli bolan aralykdaky wagty 15-20 min. deň. Dokuma kulturasynda süýtemdirijileriň öýjügi üçin şol wagt bir gije-gündize deňdir.

Kadaly ýagdaýlarda, öýjükleri ölmese bir bakterial öýjük bir gije-gündizde $472x10^{19}$ (2^{72}-de 72 generasiýanyň sany) wekil emele

getirip bilýär, olaryň (eger 1 mlrd bakteriýanyň agramy 1mg bolsa) umumy agramy 4720 tonna bolardy. Prokariotlaryň şeýle çalt köpelişi olary dünýä giň ýaýradýar. Prokariotlaryň ýaýramagy-köpelmesi mikroorganizmleriň görnüşine, ýaşyna, iýmit substratyna, aerasiýa şertine, temperatura, çyglylygyna we beýleki faktorlara bagly bolýar. Ýaramaz şertlerde mikroblar köpçülikleýin gyrylýarlar, eger-de 1-2 wekil galsa gowy şertlerde olar örän köp wekillere ýetip bilýärler.

Spora emele getirmek

Bakterial öýjüklerde spora köpelmek üçin däl-de, amatsyz şerte düşende öýjügi goramak üçin emele gelýär. Bakteriýalaryň sany üýtgemeýär. Sporalar Basillius we Klostridium urugynyň wekillerinde emele gelýär. Şar şekilli bakteriýalaryň käbirlerinde, mysal üçin Spirosarsina urea görnüşde emele gelip biler. Öýjügiň şekili we ululygy üýtgäp hem ýada öňki bolşunda galyp hem bilýär. Eger-de taýajyk görnüşli bakteriýada spora öýjügiň bir ujynda emele gelse, deprek taýajygyna meňzeş bolýar (sur. 19). Munuň ýaly görnüşe **plektridial spora emele geliş** diýilýär. Käbir ýagdaýlarda öýjükler çişýär we ik görnüşli ýumaga öwrülýär. Bu usula **klostridial spora emele geliş** diýilýär. Klostrium – ige meňzeş diýmek.



Dürli bakteriýalaryň sporalary ýokary temperatura dürli hili çydamlydyr. Käbiri 100°C temperatura 2,5 min çydaýar. Bede taýajygy bakteriýasy 100°C temperatura 18 min., emma bakteriýa rostus bolsa 120 min. çydaýar. Gara çilimkeşler bakteriýasy +250°C-da kadaly ýaşap bilýär.

Sporanyň ösüşi

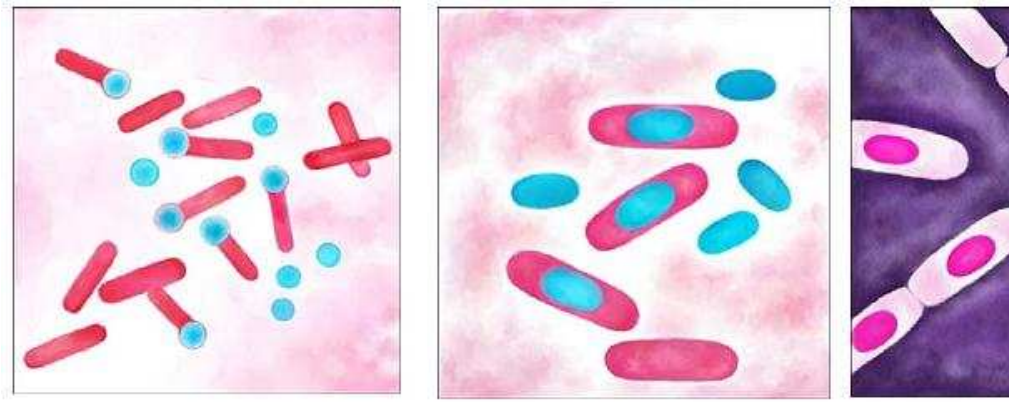
Täze iýmit gurşawyna düşende sporalaryň daşyndaky 2 gatlakdan duran gabygy ýarylýar. Iýmit gurşawyndan maddalary sorup alyp ösüp başlaýar. Ondan başga-da sporalaryň ösmegi üçin olardaky glýukoza, Mn^{2+}iony ýaly, fermentleri işjeňleşdirýän maddalaryň bolmagy hökmanydyr. Sporalaryň ösmegini çaltlandyrmak üçin temperaturany 65°C-a çenli ýokarlandyryp, 15-60 minuda çenli saklamaly, şonuň ýaly hem pH-ň täsiri bardyr. Sporalaryň ösüşini birnäçe tipe bilmek bolýar. Spora **polýar** (*Clostridium*) we **ekwatorial** (*Bac. subtilis*) tip boýunça ösýär. Bacillus jynsy – spira taýajygyň merkezinde ýerleşýär. Onuň diametri wegetatiw formasynyň ininden uly däl bolýar.

Sur. 19. Öýjügiň bir ujunda spora emele gelen taýajyk görnüşli bakteriýalar

Prokariotlaryň dynçlyk ýagdaýdaky şekilleri

Bakteriýalarda spora emele getirmek ýagdaýy örän giň ýaýrandyr. Spora emele getirmeklik taýajyk şekilli bakteriýalara degişli, *Bacillus* we *Clostridium* uruglarynda has gowy öwrenilipdir. Esasan hem birinji urugyň wekilleri spora emele getirende öňki şekillerini üýtgetmeýärler. Ikinjisi ig şekilli ýa-da deprek taýajygy (bürmäniň taýajygy) şekilini alýarlar.

Eger-de spora enelik öýjügiň sitoplazmasynyň içinde emele gelse, oňa **endospora** diýilýär (sur. 20). Olar daşky gurşawyň ýaramaz şertlerine örän durumly bolýarlar. Sporalar ýagtylygy güýçli yza gaýtarýarlar. Her öýjükde bir endospora emele gelýär. Şol sebäpli hem spora emele getirmek bakteriýalarda köpelmegiň ýoly däl, sebäbi onda wekilleriň sany artmaýar. Daşky gurşawda spora bakteriýanyň görnüşini saklaýar.



Sur. 20. *Bacillus* ***urugynyň dürli görnüşli bakteriýalarynyň öýjüklerin endosporalaryň ýerleşişleri we şekilleri***

Spora emele gelmek birnäçe tapgyrda geçýär (sur. 21).

1. Ilki nukleoidleri emele getirip (DNK-nyň replikasiýasy), olar taýajyk şekilli bolup öýjügiň merkezinde ýerleşýärler.

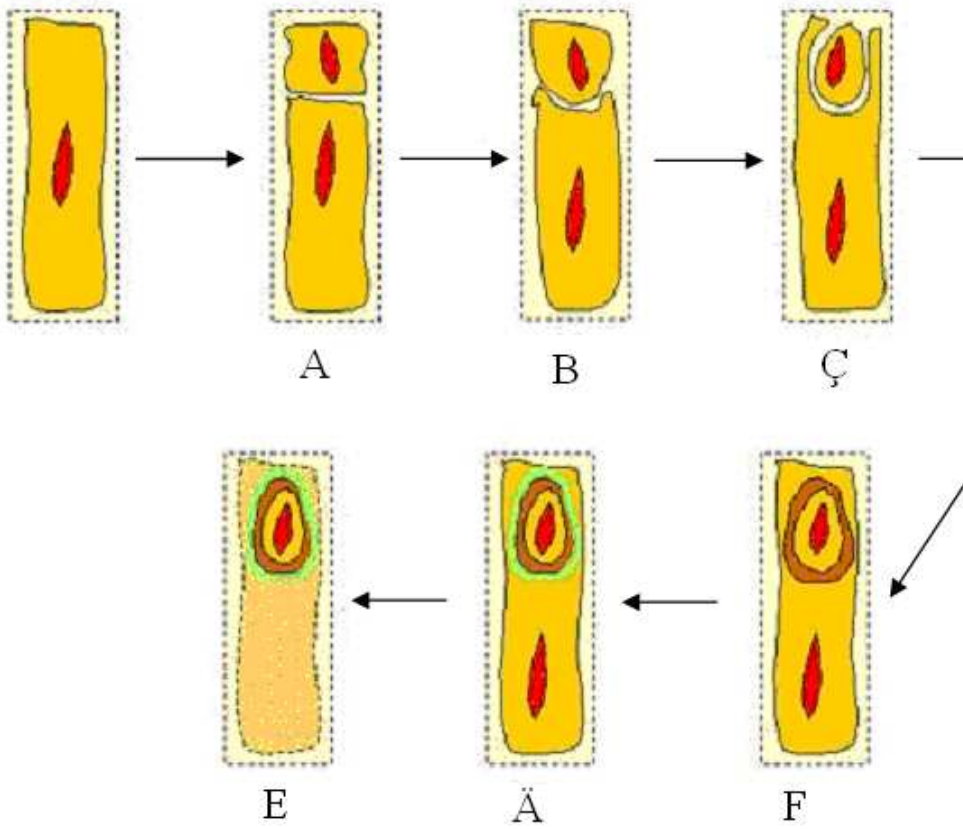
2. Öýjügiň bir polýusyndan beýleki polýusy protoplazmadan germew bilen araçäkleşýär. Bir molekula DNK-dan we sitoplazmanyň bir böleginden duran sporogen zolak emele gelýär. Göräýmäge iki sany öýjük emele gelen ýaly bolsa-da olaryň ikisiniň arasy kese germew bilen kesilmeýär.

3. Sporogen zolagyň uly öýjügiň membranasy bilen örtülmegi. Şeýlelik-de daşy iki gat membrana bilen örtülen, hemme tarapy sitoplazmaly prospora emele gelýär. Eger şol wagtda belogyň sintezini togtatsaň spora emele gelmäge derek öýjük iki sany enelik we bir sany gyzlyk öýjüge bölünýär.

4. Prosporanyň iki sany membranasynyň arasynda mureiniň galyň gatlagynyň emele gelmegi, ol peptidoglikandan durýar.

5. Daşky membrananyň daşyna sporanyň 30-60 %-ne çenlisini tutýan galyň esasan belokdan duran gatlagyň emele gelmegi. Sporanyň gabygynyň belogynyň esasy tapawudy onuň düzümininiň köpüsini sisteiniň we gidrofob aminokislotalaryň tutýanlygydyr. Şol

döwürde *Bacillus* urugynyň bakteriýalarynyň käbiriniň gabygynyň daşyny 10-15 A° galyňlykdaky gatlak gurşap alýar.



Sur. 21. Spora emele geliş hadysasynyň shemasy:

A – sporanyň protoplastynyň aýrylyşy; B, Ç, D – sporanyň emele gelip başla

E, Ä, F – sporanyň kemala gelişi

Şeýle çylşyrymly gurluşyň 3-nji döwründen soň öýjük bölünip bilmeýär. Hemme döwürden soň awtoliz (fermentatiw dargama) geçip spora enelik öýjükden boşaýar.

Spora emele gelmeklik köplenç görnüşlerde haýal geçýär – 1,5 sagatdan bir gije-gündize çenli bolýar. Sporalaryň tapawutly alamatlarynyň biri gurşawyň ýaramaz şertlerine örän çydamlylygydyr. Bakteriýalaryň sporalary özüniň ýokary temperatura, gurakçylyga, radiasiýa, kislotalara we zyýanly maddalara örän çydamlylygy bilen tapawutlanýarlar. Olar örän köp wagtlap suwsyz we iýmitsiz ösüp bilýärler.

Käbir bakteriýalaryň sporalary gaýnan suwda 2 minutdan 20 sagada çenli çydap bilýärler. Hat-da şeýle güýçli heläkleýji 5%-li karbol kislotasynda sporalar 15 gije-gündize çenli ölmäni saklanyp bilýärler. Ol heläkleýji madda islendik wegetatiw öýjügi öldürýär. Sporany daşky gabygy goraýar.

Bakteriýalaryň sporalarynyň şeýle çydamlylygynyň morfologik sebäplerinden başga hem biohimiki sebäpleri bar. Olaryň sitoplazmasynda beloklardan we nuklein kislotalaryndan başga-da köp mukdarda (15% çenli) dipikolin kislotasy hem bolýar. Ol öýjügi ýokary temperatura çydamly edýär.

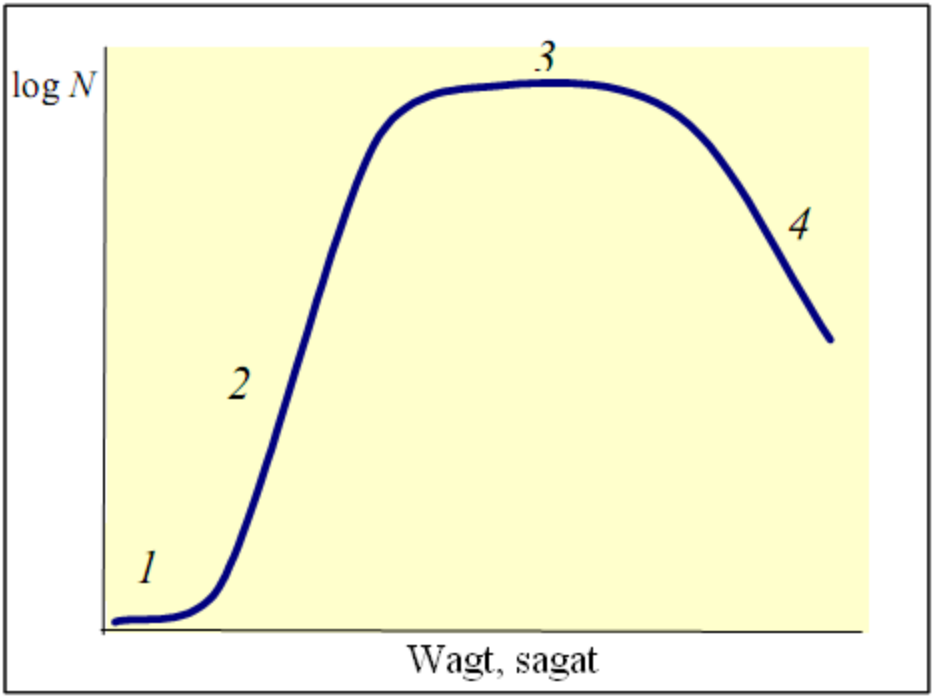
Sporalar täzeden ösenlerinde köp mukdarda suw sorup çişip başlaýarlar, şonda RNK we beloklar sintezlenip başlaýar. Soň DNK sintezlenýär. Şonda daşky gabyklar aýrylýar. Emma sporalar amatly şerte düşseler hem birbada ösüp başlamaýarlar. Ol döwür birnäçe günden bir aýa çekip bilýär. Olaryň ösüşini çaltlaşdyrmak üçin 65°C çenli gyzdyrylan suwda 2 sagat ýa-da 80-100°C çenli gyzdyrylan suwda 10-15 minut saklamaly.

Prokariotlar endosporadan başga-da ekzospora we sista ýaly dynçlyk görnüşlerini emele getirip bilýärler. Endosporalar daşky gurşawyň şertlerine has durnuksyzdyrlar.

Iýmit gurşawyna goşmaça iýmit maddalary goşulmaýan we ondan madda çalşyk önümleri bölünip aýrylmaýan gurşaw şertlerinde bakterial populýasiýanyň ösüş döwürleri

Çäkli göwrümli gurşawda önüp ösýän bakteriýalara bakterial populýasiýa diýilýär. Iýmit gurşawyna goşmaça iýmit maddalary goşulmaýan we ondan madda çalşyk önümleri bölünip aýrylmaýan gurşaw şertlerinde bakterial populýasiýanyň ösüşiniň kanunalaýyklyklaryna seredip geçeliň.

Şeýle gurşawda bakterial populýasiýanyň ösüş aýlawyny dört sany esasy döwre bölmek bolýar: başlangyç, eksponensial, maksimal stasionar we ölmek döwri (sur. 22).



Sur. 22. Bakterial populýasiýalaryň ösüşiniň döwürleri:

1 – başlangyç ýa-da lag döwri; 2 – eksponensal ýa-da logarifmik döwür; 3 – stasionar döwür; 4 – ölmek döwri

Başlangyç döwür bakteriýalar ekilenden maksimal ösüş derejesine çenli wagt. Bu döwürde bakteriýa täze gurşawa öwrenişýär. Öýjükde fermentleriň, nuklein kislotalarynyň, beloklaryň sintezi güýçlenýär. Öýjük güýçli ösýär, emma bölüniş geçmeýär. Iýmitlendiriji gurşawy näçe gowy bolsa bu döwür şonça çalt geçýär.

Eksponensial ýa-da logarifmik döwürde bakterial öýjükler maksimal derejede köpelýärler. Öýjükleriň sany geometrik progres

bilen ösýär. Ol wagt köp uzak däl *Escherichia coli* – 20-30 min., azot bakteriýalarda 70-80 min., kluben bakteriýalarda – 90 min., nitrifisirleýji bakteriýalaryňky 5-10 sagada deň. Eger-de eksponensial döwür 48 sagat, generasiýa döwri 20 minut bolan bolsa, bir sany bakteriýa öýjüginiň nesliniň agramy $2{,}2x10^{31}$ gram bolardy. Ol ýeriň agramyndan 4000 esse köp bolardy. Emma bölüniş çalt peselýär, sebäbi iýmit gurşawy garyplaşýar we madda çalyşygyň önümi bolan zäherli maddalar emele gelip başlaýar.

Maksimal stasionar döwürde bakterial öýjükleriň sany maksimuma ýetýär. Öýjükleriň emele gelýäni bilen ölýäni deňleşýär. Bu döwür 24-72 sagada çenli dowam edýär. Diri täze emele gelen öýjükleriň we diri däl bölünmedik öýjükleriň sany deňleşýär.

Mikroorganizmleriň heläk bolýan döwründe bakteriýalar ölüp başlaýarlar we maksimal derejä ýetýär. Munda bakteriýaklaryň ölen sany emele gelenden has köp bolýar. Iýmit gurşawy garyp bolup ýaşaýyş netijesinde emele gelen heläkleýji maddalaryň täsirinde bakteriýal öýjükler dynçlyk ýagdaýyna geçýärler. Ýene-de amatly şertler emele gelse şol hadysa gaýtalanýar.

Mikroorganizmleriň üznüksiz ekilişi

Mikrobiologiki senagatda XX asyryň 50-nji ýyllarynda mikroorganizmleri ekmegiň yzygiderli-üznüksiz ýa-da akym usuly açyldy. Onuň mazmuny aşakdaky ýaly. Fermentere, ýagny mikroorganizmleriň ösdürilýän gabyna yzygiderli täze iýmit gurşawy berilýär we şol bir wagtda mikrorganizmleriň emele gelen biomassasy hem-de önümi alynyp durulýar. Şeýlelik-de fermenterde uzak wagtlap bakteriýalaryň kulturasyny ösdürmek üçin kadaly şert döredilär. Bakteriýalary üznüksiz ösdürmek üçin **hemostatlar** we **turbidostatlar** peýdalanylýar.

Hemostatda bakterial populýasiýasynyň ösüşine, iýmit gurşawynyň konsentrasiýasyna uglerodyň we azodyň çeşmesi boýunça gözegçilik edilýär. Iýmitlik maddanyň konsentrasiýasy näçe ýokary bolsa, şonça-da bakteriýalaryň populýasiýasynyň ösüşi ýokary bolýar. Turbidostatyň işleýiş düzgüni iýmit gurşawynyň beriliş tizligini bakteriýal populýasiýasynyň emele geliş tizligi bilen sazlaşdyryp bolmagyna baglydyr. Bakteriýal populýasiýasynyň

dykyzlygy fotoelement bilen gözegçilik edilýär, ol hem iýmit gurşawyny beryän rele bilen birikdirilendir.

Mikroorganizmleri ekmekligiň üznüksiz usuly mikrobyň biomassasyny köp mukdarda almaklyk gerek bolan önümçiliklerde ulanylýar.

Ykdysady koeffisient – Y kulturanyň önümliliginiň görkezijisi bolup hyzmat edýär. Ol bakteriýalaryň alnan biomassasynyň, hasylyň – X sarp bolan substratyň mukdarynyň – S gatnaşygy görnüşinde aňladylýar.

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

Mysal üçin: üznüksiz önümçilik usuly bilen bir tonna arzan melassadan (gant önümçiliginiň galyndysy) 700 kg. maýa kömeleginiň massasy alynýar diýeli. Şol ýagdaýda ekilen mikrorganizmiň önümçilik koeffisienti, şeýle hem substraty ulanmagyň netijeliligi örän ýokary, ýagny 0,7-ä deň.

Meselem: $Y = \frac{700\ kg}{1000\ kg} = 0{,}7$

Tejribe şertlerinde üznüksiz ekmek usuly prokariotlaryň fiziologiýasyna berk gözegçilik edilýän şertlerde öwrenmek üçin ulanylýar.

III. PROKARIOTLARYŇ GENETIKASY

Prokariotlaryň fenotipiki we genotipiki üýtgeýjiligi. Mutasiýa

Prokariotlaryň genetikasy – bu şalyga degişli örän köp görnüşli organizmleriň üýtgeýjiligini we nesile geçijiligini öwrenýär.

Prokariotlaryň nesilden-nesle geçijiligi şol bir görnüşiň saklanmagynyň we alamatlarynyň täzeden emele gelmegini üpjün edýär.

Prokariotlarda hem eukariotlardaky ýaly iki hili üýtgeýjilik bardyr:

1. Fenotipiki (modifikasion) nesile geçmeýän üýtgeýjilik.
2. Genotipiki (mutasion) nesle geçýän üýtgeýjilik.

Fenotipiki üýtgeýjilik bu organizmleriň daşky gurşawyň faktorlaryna jogap reaksiýasy hökmünde populýasiýanyň wekilleriniň içinde ýüze çykýar. Ol nesile geçmeýär we bakteriýanyň genetiki apparatynyň üýtgemegine alyp barmaýar. Fenotiki uýgunlaşma häsiýete eýedir. Ol wagtlaýyn faktor täsir edende ýüze çykýar we faktor aýrylandan soň ýitýär. Mysal üçin, toprakda giň ýaýran bakteriýalaryň *Azotobacter* urugy toprakda azot ýetmezçilik edýän şertlerinde, atmosfera azodyny işjeň toplaýar we topraga mineral azot döküni berilende atmosferadan azot toplaýjylyk häsiýeti birden peselýär. Bakteriýalarda ýüze çykýan modifikasion üýtgeýjilik belli bir derejede durnukly hem bolup bilýär ýa-da tersine örän çalt üýtgäp hem bilýär. Käbir ýagdaýlarda birnäçe nesliň dowamynda hem saklanmagy mümkin. Mysal üçin, bakteriýalarda uzak wagtlap penisillin ýa-da ultramelewşe şöhleleri täsir etdirilende bakteriýalaryň L-formasy emele gelýär, olar birnäçe nesliň dowamynda saklanmaklyga ukyplydyrlar.

Tebigatda fenotipiki üýtgeýjilikler prokariotlaryň ýaşaýşynda köp gaýtalanýar we köplenç pasyllaryň klimatiki faktorlary bilen baglylykda gaýtalanyp durýan häsiýetde bolýarlar. Mysal üçin: günorta etraplaryň toprak bakteriýalary yssy wagtda köplenç nem bölüp çykarýarlar we öýjügi guramakdan goraýarlar. Fenotipiki üýtgeýjiligiň daşky gurşawyň şertleri üýtgände, mikroblaryň ýaşaýjylygyny üpjün etmekde ähmiýeti uludyr.

Prokariotlaryň genotipiki üýtgeýjiligi mutasiýa we rekombinasiýa görnüşinde ýüze çykýar we ilkinji gurluşda genetiki apparatyň üýtgemegi bilen bolup geçýär. Genotipiki üýtgeşme bakterial populýasiýanyň durmuşynda seýrek bolup geçýär.

Mutasiýa (latynça mutatio-üýtgeşme) diýen adalga – iki manyda – genetiki materialyň gurluşynda üýtgeşmäniň ýüze çykmaklygy we üýtgemäniň özüniň bolmagy manysynda ulanylýar.

Bakterial kulturada mutasiýanyň ýüze çykýandygy we mutantlaryň toplanýandygy ilkinji bolup 1943-nji ýylda S.Luriýa we M.Delbrýuk tarapyndan seljerildi. Şu alymlaryň işleri bakteriýalaryň genetikasynyň esasyny goýdy.

Mutasiýanyň mehanizmi DNK-nyň molekulasynda bir jübüt ýa-da topar nukleotidleriň aýrylmagyndan, goşulmagyndan ýa-da ýeriniň çalyşmagyndan ýa-da olaryň ýerleşişiniň ýeriniň çalyşmagyndan bolup geçýän hadysadyr.

Eger-de mutant bakterial öýjük başlangyç öýjükden daşky gurşawyň şertlerine has uýgunlaşan bolsa ol öňki öýjükleri populýasiýadan gysyp çykarýar. Şeýlelikde şol mikroorganizmleriň kulturasynyň genetiki enjamy üýtgäp, onuň düzümi hem üýtgeýär.

Gelip çykyşy boýunça spontan we indusirlenen mutasiýalar tapawutlanýarlar.

Spontan mutasiýa prokariot populýasiýalarda daş görnüşinden göze görnüp duran täsirler bildirmezden, olaryň genomlarynda üýtgeşmeleriň bolmagydyr. Olar tötänleýindir we haýsydyr bir seleksiýa geçirýän faktor täsir etmezden geçýär. Spontan mutasiýanyň giň ýaýran tipine mysal edip bakteriýalaryň faglara durumlylygynyň ýüze çykmagyny, olaryň antibiotiklere durnuklylygynyň ýüze çykmagyny görkezmek bolar. Aýratyn genleriň mutasiýasynyň ýygylygy 10^4-10^{11} bolýar. Bu diýildigi

islendik bakteriýanyň sany 10^4-10^{11} ýetse mutantyň ýüze çykmasy bolýar diýildigidir. Spontan mutasiýanyň ýüze çykyşynyň esasy bir sebäbi hem DNK-nyň replikasiýasynda DNK polimeraza fermentiniň ýalňyşmagydyr. Mysal üçin, täze düzülýän nukleoidiň düzümine enelik nukleoid zynjyryna komplementar bolmadyk nukleoidleri girizmek (timine komplementar bolan adenine derek guanini ýa-da sitozini goşmak) bolýar. Tebigatda spontan mutasiýa bakteriýalarda tebigy üýtgeýjiligiň esasy çeşmesi bolup hyzmat edýär we prokariotlaryň ewolýusiýasynyň esasyny emele getirýär.

Indusirlenen mutasiýa eksperimental ýol bilen dürli faktorlaryň täsiri netijesinde ýüze çykýar. Ol himiki birleşmeleriň täsirinde ýa-da dürli häsiýetli şöhleleriň täsirinde (rentgen, ultramelewşe we gamma şöhleler) geçýär. Ilkinji bolup mutasiýany indusirläp bolýandygyny 1925-nji ýylda A.G.Nadson we G.S.Filippow açdylar. Olar rentgen şöhlesiniň drožžlaryň öýjügine mutagen täsir edýänini açdylar.

Köplenç indusirlenen mutasiýa spontan mutasiýadan köp duşýar we ol mutageniň tebigatyna we mukdaryna bagly bolýar.

Gen mutasiýasy diňe bir gene täsir edýär we köplenç nokat şekilinde bolýar.

Hromosom mutasiýasy birnäçe genlerde bolup geçýär. Olar DNK-nyň aýratyn böleklerinde uly üýtgeşmeler emele getirýärler, ýagny inwersiýa – DNK-nyň belli böleginiň 180° öwrülmegine, duplikasiýa – DNK-nyň belli bir böleginiň gaýtalanmagy ýaly bolup geçýär. Seýrek bolmadyk ýagdaýda hromosom mutasiýasynda bakterial öýjügiň ulgamlarynyň sazlaşyklygyna getiren netijesi mysal bolýar.

Mutasiýa emele getirýän faktorlara mutagenler diýilýär. Has köp duş gelýäni ultramelewşe şöhleleri, tolkun uzynlygy 260 nm bolan ultramelewşe çyralary bilen emele getirilýär.

Indusirlenen mutageneziň tejribeleri umumy biologik meseleleri çözülende şeýle hem senagat we lukmançylyk mikrobiologiýasynyň ýanaşyk önümçilik meselelerini çözmek üçin ulanylýar.

Prokariotlaryň genetiki materialynyň rekombinasiýasy: transformasiýa, transduksiýa, konýugasiýa

Prokariotlaryň genotipiki üýtgeýjiligi genetiki rekombinasiýasy netijesinde iki sany öýjügiň genomlarynyň birleşmeginden we onuň bakteriýanyň fenotipinde ýüze çykmagy bilen bolup geçýär. Prokariotlaryň genetiki materiýalynyň rekombinatiw üýtgeýjiligi transformasiýa, transduksiýa we konýugasiýa alyp gelýär. Eger eukariotlarda jynsy hadysanyň netijesinde iki ene-atalyk genetiki materialy birleşdirip hakyky zigota emele gelýän bolsa, prokariotlarda ýokarda agzalan üç hadysada hem donoryň öýjüginden genetiki materialyň bölegi resipiýent öýjügine geçýär. Netijede doly bahaly bolmadyk zigotanyň-merozigotanyň emele gelmegine getirýär (grekçe meros – bölek diýmek). Netijede prokariot öýjügiň belli bir bölegi diploid bolýar, ýagny reseptor – öýjügiň esasy alamatlaryny saklaýan bolýar.

Rekombinasiýa jogap berýän resipiýent – öýjügiň ýörite genleri res genler adyny alan genler bolýarlar. Rekombinasiýanyň mehanizmi birnäçe yzygiderli döwürleri özüne birleşdirýär: resipiýent öýjügiň DNK-nyň sapagynyň üzülmegi; donor-öýjükden alynan DNK-nyň böleginiň resipiýent-öýjükde genomda ýerleşmegi, üýtgän genomly öýjüginiň nesil berip başlamasynda kombinatiw DNK-nyň replikasiýasy.

Transformasiýa (latynça Transforamatio – öwürmek, üýtgetmek) öýjüge gurşawdaky boş DNk-nyň böleginiň girmegi netijesinde informasiýanyň girişi bilen bakterial öýjügiň häsiýetiniň üýtgemegi. Transformasiýada donor-öýjük bilen resipiýent – öýjügiň degişmegi hökmany däl. DNK-nyň transformasiýasynyň çeşmesi bolup täze öldürilen bakterial öýjük ýa-da ondan ekstraksiýa edip alynan serişde hyzmat edip biler.

Bakteriýalarda transformasiýa hadysasyna 1928-nji ýylda ilkinji bolup F.Griffits syn edýär. Ol syçanlaryň organizmine öldürilen S-tipli wirulent kapsulaly pnewmokokkyň we janly awirulent kapsulasyz R-tipli pnewmokokkyň goşundysy goýberilse ähli syçanlar ölýärler. Şonda ölen syçanyň ganyndan kapsulasyz R-tipli pnewmokklar bilen bir hatarda kapsulaly wirulent S-tipli pnewmokokklar hem çykýar.

F.Griffits transformasiýany düşündirip bilmändir. Diňe 1944-nji ýylda O.Eweri, K.Mak-Leod we M.Mak-Karti kapsulaly

pnewmokokklaryň öldürilen öýjüginden transformirleýän maddany – DNK polimeraza duýgur DNK-dygyny görkezdiler.

Transformasiýa hadysasy birnäçe tapgyrda geçýär:

1. Resipiýent – öýjügiň üstüne transformirleýän DNK-nyň adsorbirlenmegi;
2. Transformirleýän DNK-nyň ortaça molekulýar massasy (4-5)x10^6 bolan DNK-nyň böleklerine fermentativ dargamagy;
3. DNK-nyň bölekleriniň resipiýent – öýjüge girmegi netijesinde DNK-nyň bir zynjyrynyň dargamagy we bir zynjyryň bölekleriniň emele gelmegi;
4. Integrasiýa – transformirleýän DNK-nyň bölekleriniň resipiýent – öýjügiň DNK-syna transformirlenmegi, şonda genotipiki alyş-çalyş bolup geçýär.
5. Ekspressiýa – transformirlenen öýjügiň intensiw köpelmesi, olaryň neslinin DNK-nyň molekulasynyň geninde üýtgeşme geçmegine getirýär.

Transformirleýän DNK adatça bakterial hromosomanyň 0,3 %-ni tutýar, ýa-da mysal üçin 15 gene deňdir. Öýjüge DNK-nyň bölekleriniň az mukdary geçýär, netijede bir ýa-da iki alamat geçýär – olar adatça – derman serişdelerine durumlylyk, kapsula polisaharidlerini sintezlemäge ukyplylyk we ş.m.. Transformasiýada adatça hili boýunça täze nesle geçýän alamat emele gelmeýär, diňe bir häsiýetiň, beýleki häsiýet bilen çalyşmagy bolýar.

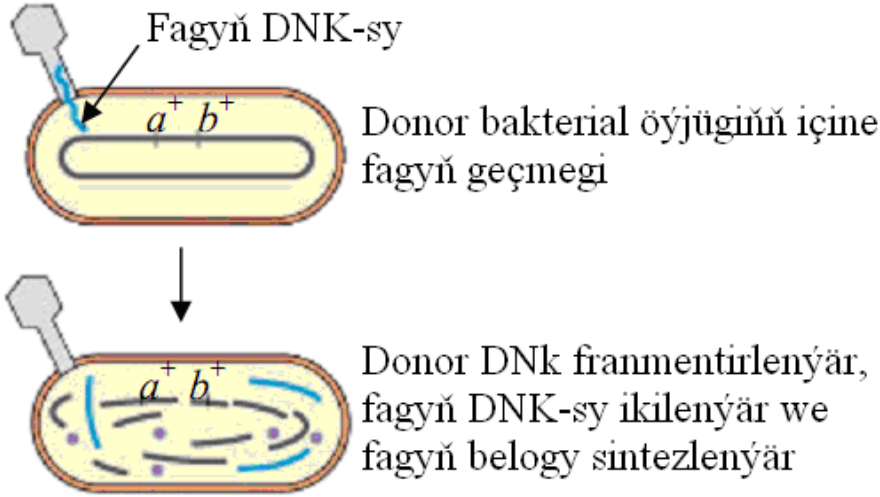
Transduksiýa genetiki materialyň donor-öýjükden resipiýent öýjüge aralyk bakteriofagyň geçirmeginde bolup geçýär. Transduksiýa hadysasyny 1952-nji ýylda H.Sinder we Dž.Lederberg iki sany salmonellanyň mysalynda açýarlar.

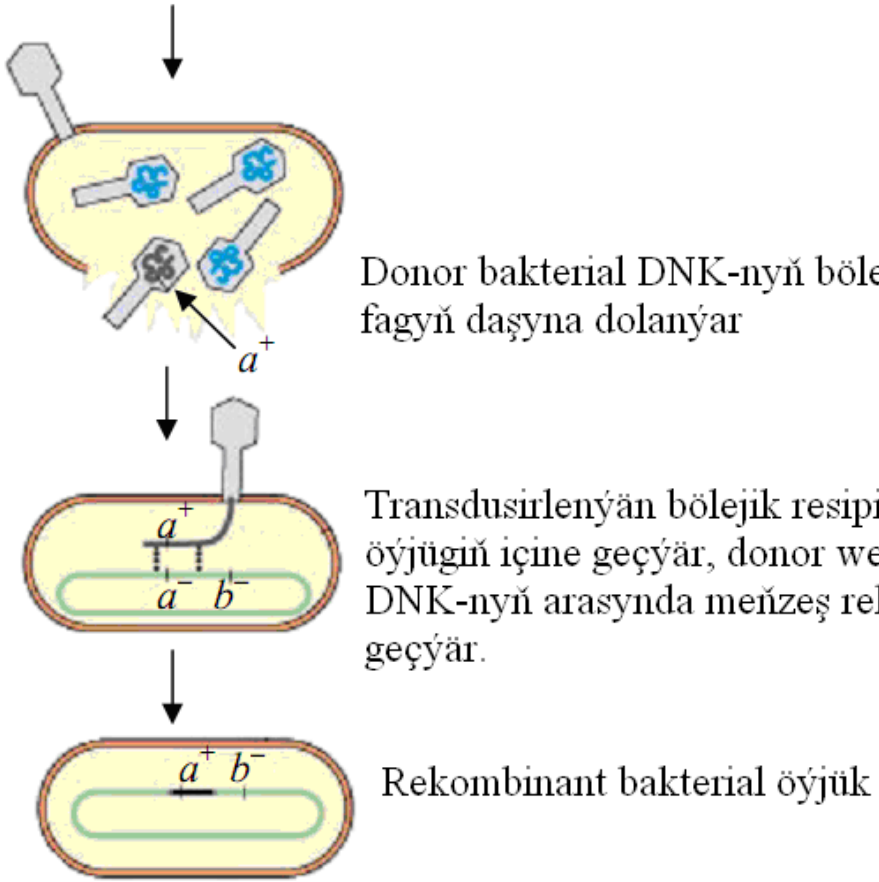
Transduksiýanyň mehanizmini öwrenmezden öňürti bakteriofaglaryň bakteriýalara gatnaşygy boýunça wirulent we aralyk bolýandyklaryny bilmeli. Wirulent faglar bakteriýanyň öýjügine girip ony ýok edýär. Aralyk faglar käte bakteriýa girip ony ýok etmän, onuň düzüminde birnäçe nesil ýaşaýarlar. Soň onuň boşamagy öz-özünden bolýar ýa-da ol ultramelewşe şöhläniň we himiki mutagenleriň täsirinde bolýar.

Transduksiýanyň mehanizmi şeýle geçýär.

Birnäçe aralyk faglaryň köpelýän wagty bakteriýanyň hromosomasynyň bir ýa-da baglanyşykly birnäçe geni fagyň genomyna goşulýar. Transduksiýa geçirýän fag, öňki eýesiniň DNK-nyň bir bölegini täze duýgur bakterial öýjüge geçirýär. Şeýlelikde resipiýent – bakterial öýjük belli bir derejede zigota meňzeş bolýar.

Bakteriýalarda üç tip transduksiýa tapawutlanýar: mahsus, umumy we mahsus däl.





Sur. 23. Transduksiýanyň shemasy

Mahsus transduksiýada profagyň gös-göni ýanyndaky bakteriýanyň hromosomasynyň üstünde ýerleşen donoryň DNK-nyň belli bir geni fagyň genomyna geçirilýär (sur. 23).

Umumy transduksiýada fagyň DNK-nyň düzümine bakteriýanyň – donoryň DNK-nyň islendik bir bölegi goşulyp bilýar.

Mahsus däl transduksiýada donor-öýjügiň fragmentini resipiýent öýjügine eltilýän hromosoma goşulşan sitoplazmada

aýratyn ýygnanýar we resipiýent öýjügi bölünende emele gelýän birine berilýär.

Tejribede transduksiýa içege bakteriýalarynda, psewdomonadalarda stafilokokklarda, basillalarda, aktinomisetlerde görkezildi. Tebigy ýagdaýda genetiki materiallaryň faglar tarapyndan geçirilmegi prokariotlarda örän giň ýaýrandyr. Transduksiýa dermana çydamly, täze fermentler we aminokislotalar sintezleýän täze bakteriýalaryň alynmagynda gen inženeriýasynda ulanylýar. Şonda aýratyn toparlara degişli bakteriýalaryň gibridlerini hem alyp bolýar.

Konýugasiýa bakteriýal öýjükleriň ýakyn galtaşmagynda genetiki materiýalyň donor-öýjükden resipiýent – öýjüge geçmegi netijesinde bolup geçýär (sur. 24). Konýugasiýa fenomeni 1946-njy ýylda Dž.Lederberg we E.Teýtum tarapyndan içege taýajygynda (*Escherichia coli*) K_{12} ştammynda ýazgy geçirildi.

Sur. 24. Konýugasiýalaşýan** E.coli **öýjüginiň reňklenen mikrofotosura

Bakteriýalaryň konýugasiýa başarnygynyň bolmagynyň olarda jynsy F-faktory (konýugatiw plazmide degişli) barlygy bilen düşündirilýär. F-faktor bar öýjükleri F^+ bilen, ol ýok bolsa F^- bilen belleýärler. F^+ faktor bakteriýal öýjüginde hromosomadan üzňe sitoplazmatik strukturada ýerleşýär. F^+ faktory bar öýjükler beýlekilerden tapawutlanyp, üst ýüzüniň zaryadynyň üýtgemegini we F pili strukturasyny goşmaça sintezlemek ukybyny emele getirip bilýärler.

Konýugasiýa hadysasy donor-öýjükden ýörite sitoplazmatik ýol bilen resipiýent-öýjüge F^+ faktor hromosoma bagly bolman geçýär. Donor-öýjük donorlygyny ýitirmeýär, sebäbi onda F^+ faktoryň göçürmesi galýar.

F^+ faktorly bakteriýalaryň populýasiýasynyň içinde konýugasiýada F faktor berilmän, hromosomanyň bir böleginiň berilýäni hem bar. Olarda F^+ faktor hromosoma bilen bagly bolýar. Olara HFR (iňlizçe high frequency of recombination) ştammlar diýilýär. Şonda donor öýjükden geçen hromosomanyň bir bölegi DNK-nyň üsti resipiýent – öýjügiň DNK-sy bilen ýetirilýär.

Umuman bakteriýalardaky konýugasiýa hadysasyny eukariotlardaky jynsy hadysa bilen deň diýip bolmaýar. Sebäbi donordan resipiýente DNK-nyň hemmesi däl-de bir bölegi berilip, oňa doly manydaky zigota diýip bolmaýar ol merozigota bolýar.

Şeýlelikde prokariotlarda üýtgeýjilik iki ýol bilen – **mutasiýa** we **rekombinasiýa** ýoly bilen geçýär diýip bolýar. Mutasiýa, prokariotlaryň üýtgeýjiligi üçin millionlarça ýyllaryň dowamynda diňe bir ýol bolan bolmagy mümkin.

Soňra rekombinasiýa ýoly ýüze çykýar. Onuň hem iň täzesi konýugasiýadyr.

Mutasiýanyň ähmiýeti. Gen inženeriýasynyň gelejegi

Prokariotlaryň mutasion üýtgeýjiligi adamyň saglygyna dürli täsir edýär. Bir tarapdan kesel dörediji bakteriýalaryň mutasiýasy adamyň saglygyna howp salýar. Soňky 40-50 ýylda kesel dörediji bakteriýalaryň dürli hili himiki derman serişdelerine we antibiotiklere durnuklylary köpeldi. Onuň esasynda spontan mutasiýa netijesinde

emele gelen bakteriýalaryň seçgi netijesinde has durnuklylarynyň saýlanyp galmagydyr. Mutantlaryň resipiýentliginiň artmagynyň sebäbi dermanlaryň gözegçiliksiz ulanylmagydyr. Dermanyň ýeterlik mukdarynyň ulanylmazlygy bakteriýalary öldürmän, olaryň mutantlarynyň artmagyna getirýär. Dürli hili dermanlaryň ulanylmagynyň özi hem dürli dermana durnukly mikroorganizmleriň köpelmegine getirýän selektiw faktordyr. Resipiýentligi emele getirýän strepto- we stafilokokklar, gonokokklar, pnewmokokklar, inçe keseliň mikobakteriýalary, içege kesellerini emele getirýän bakteriýalaryň we beýlekileriň köp sanly derman serişdelerine durumlylyklary emele geldi.

Ýöne kesel emele getirýän bakteriýalaryň mutasiýasy diňe adamyň saglygyna zyýan bermekden başga-da, olaryň ol kesellere garşy örän köp waksinalary döretmegine mümkinçilik berýär.

Şeýle indusirlenen mutagenes ýoly bilen köp önüm berýän senagat ştammalaryny almakda ulanylýar. Olaryň kömegi bilen köp mukdarda antibiotikleri, fermentleri, witaminleri we beýleki biologiki işjeň maddalary alyp bolýar. Mysal üçin himiki mutagenleri, ionizirleýji şöhleleri ulanmak bilen, olardan tapgyrlaýyn seçgi bilen tebigatdaky görnüşlerinden 10-20-100 esse antibiotikleri köp berýän ştammlary alyndy. Köp bakteriýalaryň käbir ýabany ştammlary – 30g/l glutamin kislotasyny sintezläp bilýär. Indusirlenen mutagenez ýoly bilen alynan senagat ştammy 100g/l glutamin kislotasyny berýär.

Häzirki wagtda dünýäde her ýylda mikrobiologiki sintez ýoly bilen 270 müň tonna glutamin kislotasy, 180 müň tonna lizin alynýar. Eger-de eukariotlarda ýakyn garyndaşly organizmleriň arasynda gibridleşdirmek mümkin bolmasa, prokariotlarda has uly sistematiki toparlaryň arasynda hem gibridleşdirip bolýar. Munuň özi gen inženeriýasyna uly mümkinçilikler açýar.

Gen inženeriýasynyň usullary üç sany problemany çözmäge gönükdirilendir.

- dürli organizmleriň öýjüklerinden DNK-ň molekulasyny bölüp aýyrmak;
- DNK-nyň dürli gelip çykyşly böleklerini bir bütewi molekula tikmek;

– täze alynan DNK-nyň molekulasyny resipiýentiň öýjüginde hromosoma girizmek;

1972-73-nji ýyllarda gen inženeriýasy boýunça geçirilen tejribede içege taýajygynyň (*Escherichia coli*) genomyna LIG geni oturdyp (ligaza fermentine kontrollyk edýär) resipiýent – öýjügiň ligaza saklaýşy 500 esse artdyryldy we ferment bakterial belogyň 5%-ni tutdy.

Gen inženeriýasynyň usuly bilen içege taýajygyndan ýokary önümli ştamm alyndy. Ol treonini sintezlemek üçin uglerod çeşmesi hökmünde gymmat bahaly glýukoza ýa-da fruktoza derek arzan saharozany peýdalanýar.

Azot toplaýan täze bakteriýalary almak gen inženeriýasynyň örän möhüm işleri bolup durýar. Bu iki ýol bilen alnyp barylýar. Kluben bakteriýalaryny diňe kösükli ösümlikler bilen däl, eýsem beýleki ösümlikler bilen hem simbioz ýaşar ýaly etmek, beýleki ýoly epifit bakteriýalary hem azody toplamaklyga gönükdirmekdir.

Azotobakteriýa we mikoriza kömelegine polietilenglikol goşup täze azot toplaýan eukariot organizm alyndy. Bu ýollar bilen adam üçin ähmiýetli örän köp işler ediler.

IV. MIKROORGANIZMLERE DAŞKY GURŞAWYŇ FAKTORLARYNYŇ TÄSIRI

Mikroorganizmler daşky gurşawyň şertleri bilen ýakyndan arabaglanyşykda bolýarlar. Onuň ýaşamagy üçin amatly şert näçe gowy bolsa, ol şonça-da çalt köpelýär. Eger-de daşky gurşawyň faktorlarynyň (PH, t°) haýsy hem bolsa birisi uzak wagtlap bir derejede saklansa, onda ol mikroorganizmleriň üýtgemegine getirip bilýär. Beýle ýagdaýda şonuň ýaly şerte uýgunlaşan mikroorganizmleriň täze görnüşi döräp bilýär.

Mikroorganizmleriň ösüşine täsir edýän daşky gurşawyň faktorlaryny 3 sany topara bölmek mümkin.

1. Fiziki faktorlar. (t°, ýagtylyk, O_2, basyş, çyglylyk we ş.m.)
2. Himiki faktorlar (gurşawyň reaksiýalary, dürli himiki maddanyň täsiri we ş.m.)
3. Biologiki faktorlar (mikroblaryň arasyndaky antagonizm, simbioz, antibiotikler, witaminler, faglar we ş.m.)

FIZIKI FAKTORLAR

Temperaturanyň täsiri. Bakterial organizmler has giň temperatura araçäklerinde ýaşamaga we köpelmäge ukyplydyrlar. Daşky gurşawyň temperaturasyna gatnaşygy boýunça mikroorganizmleri üç sany ekologiki topara bölýärler.

1. Psihrofil organizmler (grek sözünden psihros – sowuk, phileo – söýýän diýmekdir), ýagny sowugy söýýän organizmler.
2. Mezofil organizmler (grek sözünden mesos – orta, aralyk diýmekdir).
3. Termofil organizmler (grek sözünden thermos – ýyly), ýagny ýylylygy söýýän organizmler diýmekdir.

Psihrofil organizmler –2° –4°C dan +25°C çenli, aralykda ýaşaýarlar. Bu bakteriýalar 0°C-dan aşak temperaturada doňýan suwlarda, erginlerde hem ýaşap bilýärler.

Psihrofil toparyna käbir toprak bakteriýalary we deňiz suwlarynda duş gelýän bakteriýalar we şonuň ýaly hem balyklarda we suw ösümliklerinde kesel dörediji mikroorganizmler degişlidir.

L.I.Rubençigiň aýtmagyna görä moçewinanyň gidrolizini geçirýän hem psihrofil bakteriýalardyr. Bu topara degişli mikroorganizmler onçakly giň ýaýran däldir. Bu topara degişli köp sanly bakteriýalar mezofil mikroorgganizmleriň ýaşamagy üçin amatly bolan temperaturada (20°-45°C çenli) hem oňat köpelip bilýärler. Bu mikroorganizmlere fakultatiw psihrofiller diýilýär.

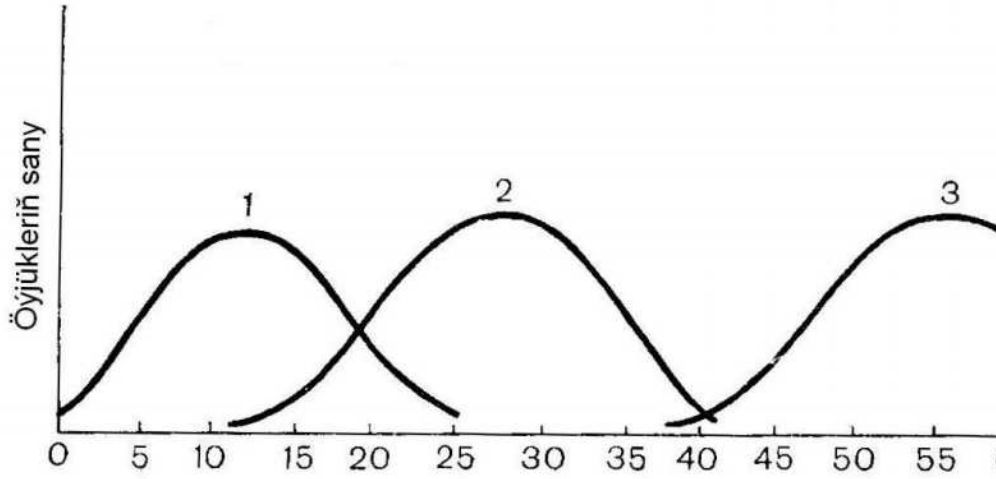
Beýleki mikroorganizmler birnäçe aşak temperaturada (0° – 4°C) ýaşamaga uýgunlaşandyr. Olar temperatura + 20°C-a ýetse ölýärler. Şunuň ýaly mikroorganizmlere obligat ýa-da hakyky psihrofiller diýilýär. Psihrofil bakteriýalar adatdaky mezofil bakteriýalaryň pes temperatura uýgunlaşmagy netijesinde ýüze çykandyr diýen garaýyş bar.

Mezofil bakteriýalar. Olara örän köp sanly görnüşler gatnaşýarlar. Mezofilleriň ösüşiniň optimum temperaturasy +25 - +35°C maksimum +45 - +50°C we minimum +10°C ýakyndyr. Mezofilleriň ýaşaýan temperatura araçägi tebigatda tomus wagtlarda duş gelýän temperatura bilen gabat gelýänligi üçin olaryň toprakda, suwda we howada has giň ýaýrandygy geň zat däldir. Adamlarda we haýwanlarda kesel döredýän mikroorganizmler hem optimum 37°C-de ýaşaýanlygy üçin şu topara degişlidir. Köp sanly kömelekler hem şu topara degişlidir.

Termofil mikroorganizmler. Olar ýokary temperaturada ýaşaýarlar, ýagny takmynan +40°-dan +75°C çenli aralykda gowy

ösüp köpelip bilýärler. Bu topara bakteriýalar we olara ýakyn bolan aktinomisetler, käbir gök-ýaşyl suwotlary degişlidir. Gyzgyn çeşmelerde ýaşaýan suwotlary we haýwanat dünýäsine degişli käbir wekiller (molýuskalar) bakteriýalara we aktinomisetlere seredende pesräk temperaturada ýaşaýarlar. Termofil mikroorganizmler tebigatda gyzgyn çeşmelerde duş gelmek bilen birlikde ders, bede, däne ýaly dürli zatlaryň baslygyp goýlanda öz-özünden gyzmak hadysasyna hem işjeň gatnaşýarlar. Meselem: parniklere gerek dersler bir ýere toplanyp goýlanda öz-özünden gyzýar ýa-da ot orlup bir ýere topbak basylanda gyzyşýar.

Psihrofill, mezofil, termofil mikroorganizmleriň köpelişine temperaturanyň täsiri örän uludyr (sur. 25).



Sur. 25. Öýjükleriň sanynyň artmaklygynyň temperatu

1 – psihrofillerde; 2 – mezofillerde; 3 – termofill

toparlara bölýär.

1. Stenoterm termofiller. Bular üçin häsiýetli alamat ýokary temperaturada ýaşamagydyr. Maksimum +75 - +80°C, optimum +50 - +65°C töweregi +28 - + 30°C-de olar köpelmeýärler. Bu topara degişliler tebigatda seýrek duş gelýärler.

2. Ewriterm termofiller – bularyň maksimal temperaturasy +70 - +75°C-dir. Optimumy bolsa +50 – 65° C-a ýakyn. Bu topara degişli mikroorganizmler +28 - +30°C-de haýal bolsa hem köpelmäge ukyplydyrlar. Tebigatda Stenoterm termofillere seredende köp duş gelýär.

3. Termotolerant mikroorganizmler. Bularyň ýaşamagy üçin maksimum temperatura +50 – 65°C-a deň bolmaly, optimum bolsa +35 - +45°C we minimumy +5 - +10°C-a ýakyndyr. Bu bakteriýalar +30°C-de hem +60°C-de hem birdeňräk tizlikde köpelýärler.

Termotolerant görnüşler tebigatda has köp duşýar. Termofil toparyna mikroorganizmlerden spora emele getirýän basillalar we käbir aktinomisetler degişlidir. Termofil organizmleriň sporasy +30°C temperatura çydamly, emma wegetatiw ýagdaýynda bolsa ölýär. Termofilleriň esasy aýratynlygy olaryň madda çalşygynyň has çalt geçýänligidir. Şoňa göräde olar örän çalt köpelýärler. Şol sebäpli olaryň özüniň ösüş döwri we olar tarapyndan amala aşyrylýan mikrobiologiki hadysalar örän çalt geçýärler. Mezofiller ösüş döwründe özleriniň uly toplumyny 3 günde emele getirýär, termofillerde bolsa 1 gije-gündizde emele gelýär. Termofilleriň öýjükleri mezofillere seredende örän çalt köpelýärler, tiz garraýar we tiz ölýär.

Termofil bakteriýalaryň fermentleri ýokary temperaturada işjeň bolýarlar, şonuň üçin olary senagatda peýdalanmaklyk has gowy netije berýär. Meselem: sellýuloza materialyny synag etmek üçin A.A.Imşeneskiý tarapyndan sellýulozany dargadýan termofil bakteriýalary peýdalanmak hödürlendi. Bu usul bilen 2–4 günde netije almak bolýar. Emma öňki usuldaky ýaly mezofil bakteriýalar peýdalanylanda bolsa 10 günden soň netijesi belli bolupdyr. A.A.Imşeneskiniň usuly standart şertlerde hem iş alyp barmaga mümkinçilik berýär. Termofilleriň gelip çykyşy baradaky mesele uly gyzyklanma döredýär. A.A.Imşeneskiniň kesgitlemegine görä termofiller mezofilleriň degişli toparyndan gelip çykandyr diýilýär.

Daşky gurşawyň şertleriniň üýtgemegi, ýagny haçanda mezofillere ýokary temperatura täsir etdirilende olaryň bir bölegi ölýär, beýleki bir bölegi bolsa uýgunlaşyp galýar. Netijede şol organizmiň tebigaty özgerýär. Nesle geçijiligi we ýokary temperatura

şol organizm üçin hökmany şert bolup galýar. Mezofillerden termofilleriň şunuň ýaly ýol bilen gelip çykyşy hakyndaky nazaryýetine Ýe.N.Mişustin hem goşulýar. Ol gyzgyn çeşmelerde ýaşaýan käbir suwotylarynyň termofillik häsiýetini, gadymy häsiýetini gaýtalaýandygyny düşündirýär. Bu uýgunlaşma suwotularyň we bakteriýalaryň ikilenji gezek uýgunlaşmasydyr, ýagny öňki ata-baba häsiýetini gaýtalamagydyr (atawizm).

Termofil organizmlere *Bac.cellulosae, Bac.thermophilus, Actinomyces thermophilus* degişlidir.

Ýe.N.Mişustin topraga dökün bermeklik (ders) bilen, ondaky termofil bakteriýalaryň arasyndaky baglanyşygy açdy. Ders berlen toprakda, ders berilmedik topraga seredende termofilleriň sany has köpdür.

Tebigatdaky organiki maddanyň çalt dargaýan ýerinde termofiller has köp toplanandyr. Sebäbi ol ýerde temperatura ýokary bolýar we termofilleriň ösmegi üçin gowy şert döreýär. Şonuň ýaly şert ders we beýleki organiki maddalaryň toplanyp dargaýan ýerinde döreýär.

Käbir mikroorganizmler howanyň suwuk ýagdaýyndaky temperaturasyna – 190°C-a 6 aý we ondan hem köpräk çydap we täzeden ýene-de köpelip bilýärler we hatda suwuk wodorodyň temperaturasyna – 252°C hem çydap bilýär. Heň kömeleginiň sporasy –190°C-da 2 hepde, -253°C-da 3 güne çenli özüniň gögerijiligini dikeldip bilýär. Bu ýagdaýda olaryň protoplazmasy witrifikasiýa hadysasyna geçýär, ýagny birden sowadylanda suw buza öwrülmäge ýetişmeýär ýa-da buzuň has maýda kristallaryny emele getirýär. Ol bolsa mikroorganizmleri zaýalamaýar. Ýuwaş-ýuwaşdan sowadylanda bolsa buzuň uly kristallary emele gelýär we mikroorganizmler hem edil ýokary derejeli ösümlikler ýaly 0°C-a ýakyn aşak temperaturada ölýärler. Ýokary temperaturanyň täsirinde mikroorganizmleriň sitoplazmasyndaky belok tebigy gurluşyny ýitirýär we ol mikrob ölýär. Gury gurşawa seredende çygly gurşawda bakteriýa çalt ösýär. Pasterizasiýa we arassalamak usullary ýokary temperaturada bakteriýalary ýok etmeklige esaslanandyr.

Mikroorganizmlere ýagtylygyň täsiri. Bakteriýalar üçin ýagtylygyň öldüriji täsiri bardyr, ýagny gün şöhlesi nirä düşýän bolsa

şol ýerde kesel az döreýär. Italýanlaryň şeýle atalar sözi bar: “Gün şöhlesiniň düşmeýän ýerine, lukmanlar çalt-çaltdan seredýär”. Fotozintez geçirýän ýaşyl we pur-pur bakteriýalaryň, ýaşyl suwotlarynyň ösmegi üçin ýagtylyk hökmandyr. Bu organizmlerde ýagtylygy tutujy pigment bar. Ol ýagtylyk energiýasyny himiki energiýa öwürýär we organiki madda emele getirýär. Meselem, hlorella suwotysy gün energiýasyny 24% peýdalanyp bilýär. Onuň bir kwadrat metr meýdany bir günde 70 gr gury madda toplap bilýar, 1 ga meýdany 700 kg bir günde gury madda toplaýar.Karnegi institutynyň (ABŞ) berýän maglumatyna görä 1 ga meýdanly hlorella 1100 kg çenli her gün gury madda toplaýar. Hlorellanyň gury maddasynyň takmyndan 50 % belokdyr. Witamin C limon şiresindäki bilen deňdir. 5-6 % hem ýag saklaýar. Şonuň ýaly gün şöhlesini peýdalanyp bilýän organizmler üçin ýagtylyk hökmandyr.

Emma köp sanly bakteriýalar üçin bolsa gün şöhlesi peýdasyzdyr ýa-da zyýanlydyr. Tolkun uzynlygy uzyn bolan (1100 nm) infragyzyl şöhlelerde energiýanyň mukdary azdyr. Tolkun uzynlygy gysga bolan 300 nm ultramelewşe şöhlelerinde energiýanyň mukdary köpdür. Ultramelewşe şöhleleri öýjükdäki belok we nuklein kislotalary tarapyndan sorulýar, öýjügiň himiki düzümi üýtgäp ol zaýalanýar. Amaly maksatlar üçin ultramelewşe şöhleleriň bakteriosid häsiýeti keselhanalarda operasion jaýda howany arassalamakda, suwy, süýdi we beýleki maddalary arassalamakda ulanylýar. Bakteriýanyň wegetatiw öýjükleri sporasyna seredende ýagtylyga durnuklydyr.

Sporalar ultramelewşe şöhleleriniň täsirine örän duýgurdyr. Şu şöhle bilen mikroorganizmiň haýsy görnüşiniň sporasydygyna garamazdan 7 minutda şöhle berlende ölýär. Bakteriýalara radiaktiw şöhleler hem uly täsir edýär. Bu şöhleler (α we β) azrak ulanylsa ösüşi çaltlandyrýar, köpräk mukdarda peýdalanylsa ösüşi peseldýär we bakteriýany öldürýär. Köp bakteriýalarda karotinoid pigmenti saklanýar. Ol bakteriýalary günüň ýagtysynyň täsirinden goraýar.

Mikroorganizmlere çyglylygyň täsiri. Mikroorganizmleriň ösüşine, işjeňligine çyglylygyň örän uly täsiri bardyr. Mikrob öýjüginiň 85%-i suwdyr we onuň ähli ýaşaýyş işjeňligi suw bilen baglanyşyklydyr. Iýmit gurşawynda çyglylyk ýetişmese

mikroorganizmler iýmitlenmesini bes edýärler. Esasan hem ösüş döwründäki organizm suwa mätäç bolýar.

Nitrifisirleýji, azotfiksirleýji bakteriýalar çyglylyga has duýgurdyrlar. Olar üçin has gowy şert 40-80% çygly toparkdyr. Käbir mikroorganizmler çyglylyk az bolanda özüniň ýaşaýşyny saklap bilýär. Ösümliklerde we mikroorganizmlerde gurakçylyk netijesinde anabioz ýüze çykýar. Anabioz – bu wagtlaýynça daşky gurşawyň täsiri netijesinde ýaşaýyşyň saklanmagy we amatly şert bolanda täzeden başlanmagydyr. Ýokary temperaturanyň täsirine we gurakçylyga köp bakteriýalaryň, kömelekleriň sporalary, gaty çydamly bolýar. Köp sanly gök ýaşyl organizmler, maýa kömelekleri, bakteriýalar gurakçylyga çydamly bolýar.

Mikroorganizmlere kislorodyň täsiri. Kisloroda gatnaşygy boýunça mikroorganizmler 2 topara bölünýärler.

1. Aerob – dem alşynda O_2 alýar. Bakteriýalar, aktinomisetler.
2. Anaerob – gerek energiýany ajamak hadysasyndan alýar. Kislorod gatnaşsa ýaşap bilmeýär. Olara obligat anaeroblar diýilýär.

Tipiki anaeroblara *Clostridium* urugyna degişli bakteriýalar mysal bolýar. Olar atmosfera azodyny özleşdirip bilmeýärler.

Fakultatiw aerob organizmler howasyz ýaşap bilýär, köpelende (O_2) kislorodly gurşawda köpelýär.

Fakultatiw anaeroblar bar – olar madda çalşygy anaerob tipli, O_2 bolsa hem ýaşap bilýär. Mes: süýtturşadyjy bakteriýalar. Tipiki fakultatiw anaeroblara *Bacillus* urugynyň wekilleri, çüýrediji bakteriýalar, kesel dörediji käbir organizmler degişlidir. Tebigatda käbir organizmleriň O_2-ň azajyk mukdary bolanda hem gowy ösüp bilýänleri duşýar. Olara mikroaerofil organizmler diýilýär, bular howanyň parsial basyşyndan az bolan basyşda gowy ösýär.

Ýokary derejeli ösümliklere seredende bakteriýalarda esasan hem heň kömeleklerinde dem alyşyň çaltlygy örän ýokarydyr. Mes: *Aspergillus nider* heň kömeleginiň 3 günlük kulturasy 34°C-da 24 sagatda 682 sm^3 CO_2 –y, sireniň pyntygy bolsa 15°C-de şunça

wagtyň dowamynda bary-ýogy 35 sm^3 CO_2-ni bölüp çykarýar. Organizmleriň dem alşynda mitohondriýanyň örän uly roly bardyr.

Mikroorganizmlere basyşyň täsiri. Mikroorganizmler basyşa onçakly duýgur däldir. Birnäçe atmosfera basyş mikrob öýjügine onçakly täsir edip bilmeýär. Emma has güýçli basyş bolanda (birnäçe 100 atm) onda köp mikroblary öldürip bilýär.

Deňizleriň çuň gatlaklarynda ýaşaýan mikroorganizmler ýokary basyşy hem gowy geçirip bilýär we kadaly ýaşaýar. Emma olar adaty atmosfera basyşynda ýaşap bilmeýärler. Şonuň ýaly organizmlere **barofil** organizmler diýilýär.

Kadaly atmosfera basyşynda köpleip ýaşaýan we ýokary basyşa hem çydamly bolan mikrooragnizmler bar. Olara **barotolerant** mikroorganizmleri diýilýär.

HIMIKI FAKTORLAR

Mikroorganizmlere himiki faktoryň täsiri. Mikroorganizmleriň ösmegi üçin wodorod ionlarynyň konsentrasiýasynyň (pH) hem uly ähmiýeti bardyr.

PH = 7 bolsa bitarap gurşaw

PH < 7 bolsa turşy gurşaw

PH > 7 bolsa aşgar gurşaw

Dürli mikroorganizmler dürli gurşawda ösýär. Heň kömelekleri we maýa kömelekleri gowşak turşy gurşawda PH=3-6 gowy ösýär. Dürli çüýrediji we nitrifisirleýji bakteriýalar gowşak aşgar we bitarap gurşawda oňat ösýär. Bular üçn optimum PH=6,5-8,0.

Azot toplaýan bakteriýalar gurşawyň reaksiýasyna örän duýgurdyr. Bu babatda azotobakter has hem tapawutlanýar.

BIOLOGIKI FAKTORLAR

Biologiki faktorlaryň täsiri. Ewolýusiýa hadysasynyň netijesinde mikroorganizmleriň kesgitli görnüşleriniň we toparlarynyň arasynda tebigy gurşawda ýymitlenişiň köp görnüşli hem-de çylşyrymly özara gatnaşyklary emele geldi. Dürli organizmleriň bilelikde ylalaşyp ýaşamaklaryna **simbioz** diýilýär. Simbioz gatnaşyklaryny bäsdeşlik we özara amatly görnüşlere

bölmek bolýar. Mikroorganizmleriň arasynda özara amatly gatnaşyklar tebigatda örän köp duş gelýär.

Metabioz – munda bir mikroorganizm özüniň ýaşaýyş işjeňligi netijesinde, beýlekisiniň önüp ösmegi üçin amatly şert döredýär. Meselem, ammonifisirleýji bakteriýalar düzüminde azot saklaýan organiki birleşmeleri dargadyp ammiak emele getirýär we nitrifikatorlaryň önüp-ösmegi üçin amatly şert döredýär. Nitritler ammiagy nitritlere we nitratlara çenli okislendirýärler, netijede denitrifisirleýji bakteriýalaryň dem almagyna amatly şert döredýär.

Kletçatkany dargadyjy bakteriýalar sellýulozany dargadyp, gurşawda dürli organiki kislotalary we gandy toplaýar. Ol bolsa azotobakterleriň ösmegi üçin uglerod çeşmesi bolup hyzmat edýär. Tebigatda mikroorganizmleriň metabiotiki gatnaşyklarynyň netijesinde, esasy biogen elementleriň öwrülişigi bolup geçýär. Simbiontlar üçin aýry-aýrylykda ýaşandan, bilelikde ýaşamaklary amatly bolýar. Meselem, süýt turşadyjy bakteriýalar süýt kislotasyny emele getirip, gurşawyň turşulygyny artdyrýarlar, ol bolsa maýa kömelekleriniň ösmegini çaltlandyrýar. Öz gezeginde maýa kömelekleri süýt turşadyjy bakteriýalaryň iýmitlenmegi üçin zerur bolan aminokislotalary we witaminleri sintezleýär. Simbioz gatnaşyklara aerob we anaerob azotobakterler hem mysal bolýar. Şeýle hem mikroorganizmler bilen ýokary derejeli ösümlikleriň arasynda hem köplenç simbioz gatnaşyklar ýüze çykýar. Kluben bakteriýalary we kösükli ösümlikler özara ylalaşyp ýaşaýarlar.

Bäsdeşlik özara gatnaşyklary. Mikroorganizmlerde bäsdeşlik özara gatnaşyklary dürli sebäplere görä we dürli görnüşlerde ýüze çykýar.

Antagonizm gatnaşyklary – munda bir mikroorganizm özüniň ýaşaýyş işjeňligi netijesinde beýlekisiniň ösüşini basyp ýatyrýar. Mikroorganizmleriň arasynda antagonistiki gatnaşyklar tebigatda ähli ýerde – toprakda, suw howdanlarynda, adam we haýwan organizmlerinde iýmit üçin, molekulýar kislorody peýdalanmak üçin daş-töwerege ýaýramak üçin, göreş hökmünde ýüze çykýar.

Antagonizm hadysasyny 1877-nji ýylda L.Paster açýar. Mikroblaryň antagonistik häsiýetini lukmançylykda peýdalanmak mümkinçligini ilkinji bolup I.I.Meçnikow hödürledi.

Häsiýetli antagonistiki aragatnaşyklary süýtturşy we çüýrediji bakteriýalaryň arasynda süýtde görmek bolýar. Täze sagylan süýtde 94-96% çüýrediji bakteriýa we diňe 4-6% süýtturşy bakteriýalar bolýar. Emma 24-36 sagatdan soň tersine bolýar. Süýtturşy bakteriýalar süýt kislotasyny emele getirip, çüýrediji bakteriýalaryň ösüşini basyp ýatyrýar we olary 4%-e çenli azaldýar.

Antibiotikler – mikroorganizmleriň madda çalşygynyň işjeňligi ýokary bolan önümi bolmak bilen, käbir wiruslaryň we köp bakteriýalaryň ösüşini saýlap basyp ýatyrmaklyga ukyply bolan maddalardyr.

Aktinomisetler, heň kömelekleri we bakteriýalar antibiotiki maddalary döredijilerdir. Lukmançylykda ulanylýan antibiotikleriň köp bölegi (streptomisin, lewomisetin, tetrasiklin, kanamisin, eritromisin, nistatin we beýlekiler) aktinomisetlerden alynýar. Heň kömelekleriniň Penicillum urugyndan we Cephalosporium urugyndan penicillin we sefalosporin antibiotikleri alynýar.

Gramisidin C we polimiksin ýaly antibiotikler Bacillus brevis we Bacillus polymyxa bakteriýalaryndan alynýar. Antibiotikler mikroorganizmlere dürlüçe täsir edýärler. Olaryň käbirleri (penisillin, sefalosporin) bakteriýanyň öýjük diwaryndaky peptidoglikanyň sintezini basyp ýatyrýar. Beýleki antibiotikler (gramisidin, nistatin, leworin, polimiksin) sitoplazmatiki membrananyň esasy işini bozýar. Antibiotikleriň käbirleri (streptomisin, tetrasiklin, kanamisin, gentamisin, lewomisetin) bakterial öýjüginiň ribosomasynda belogyň sintezini saklaýjy bolup çykyş edýär. Soňky wagtlarda bakterial öýjükde RNK-ň sintezini we DNK-ň zynjyrlarynyň jübütleşmegini göniden-göni basyp ýatyrmaklyga ukyply täze antibiotikler (nowobiomisin, mitomisin C we porfiromisin) döredildi.

Ýeňil antibiotiki täsir edýän maddalara sogan, sarymsak, hren ýaly ösümlikleriň bölüp çykarýan fitonsitleri, şeýle hem haýwan gelip çykyşly (lizosim, eritrin, ekmolin) käbir preparatlar degişli.

V. MIKROORGANIZMLERIŇ FIZIOLOGIÝASY

Iýmitlenişiň fiziologiýasy

Ähli janly organizmlerde bolşy ýaly mikroorganizmlere hem ýaşaýyş üçin möhüm iýmitleniş we dem alyş hadysalary mahsusdyr. Iýmitleniş hadysasy netijesinde öýjükler, organoidleriň sintezi üçin gerek bolan maddalary alýarlar we ýaşaýyş üçin gerek bolan energiýa bilen üpjün edilýärler.

Mikroorganizmleriň ähli tipleriniň himiki düzümine esasy organiki maddalar (beloklar, nuklein kislotalary, uglewodlar, ýaglar we birnäçe mineral duzlar) gatnaşýarlar. Olar iýmit gurşawyndaky elementlerden sintezlenýärler.

Himiki düzümi boýunça bakterial öýjük uly organizmleriň öýjügine meňzeşdir. Onuň düzümine suw we gury maddalar gatnaşýarlar. Gury maddany mineral we organiki maddalaryň garyndylary emele getirýär. Käbir bakteriýalarda erkin ýagdaýynda (kükürt bakteriýalarynda), K^{+}, Ca^{+2}, Mg^{+2} we beýleki ionlar duş gelýärler. Bularyň bolmaklygy mikroorganizmleriň iýmit gurşawyna baglydyr. Bakterial öýjüginiň agramynyň 75-85%-i suwdyr. Mikrob öýjüginde suw örän uly fiziologiki roly ýerine ýetirýär. Suwda organiki we mineral maddalar erändirler. Suw beloklar, uglewodlar, lipidler üçin dispers gurşawdyr. Suw H^{+} we OH^{-} ionlarynyň hem çeşmesi bolup hyzmat edýär. Suw gurşawynda kadaly madda çalşyk hadysasy geçýär, mikroorganizmler köpelýärler we ösýärler.

Mikrob öýjüginde mineral maddalaryň mukdary olaryň görnüşine, ýaşyna we iýmit gurşawyna baglydyr.

Bakteriýanyň gury galyndysynyň 1,3-13,9%-e çenlisini kül tutýar. Mineral elementleriň içinde fosfor agdyklyk edýär. Ol mineral galyndynyň umumy agramynyň 4,9-74,3%-ni tutýar. Fosfor nuklein kislotalarynyň, fosfolipidleriň we birnäçe kofermentleriň, ATF-ň düzümine gatnaşýar. Kaliý 2,4-39,8%-ni tutýar. Ol ATF-iň gidrolizine, dekarboksirlenmek hadysalaryna gatnaşýar. Külüň düzüminde magniý 0,12 –12% çenlidir. Ol öýjügiň himiki düzümine gatnaşýar. Magniý nukleaz we fosfotaz fermentleriniň işjeňleşmeginde uly orna eýedir. Bulardan başga-da demir, kükürt, mis, marganes, kobolt we beýlekiler gatnaşýarlar. Mineral duzlaryň öýjükde bolmagy PH-wodorod ionlarynyň konsentrasiýasyny we osmos basgysyny kadalaşdyrmak üçin hökmandyr.

Iýmit maddasy hökmünde mikroorganizmler dürli hili zatlary peýdalanýarlar. Olar dürli hili fermentleri sintezleýärler. Şonuň üçin ähli beýleki organizmlerden tapawutlylykda, bular nebit, kerosin, asfalt, demir we beýlekki iýilmeýän zatlary hem özleriniň iýmiti üçin peýdalanyp bilýärler. Şeýlelik-de mikroorganizmler tebigatda maddalaryň öwrülişigine gatnaşyp örän uly işi ýerine ýetirýärler.

Mikroorganizmlerde iýmiti kabul etmek örän uly çaltlyk bilen geçýär. Bakterial öýjük bir gije-gündiziň dowamynda özüniň bedeniniň agramyndan 20 esse köp iýmiti kabul edip alýandygy tejribe ýoly bilen kesgitlenendir. Bu hem mikroorganizmlerde madda çalşyk hadysasynyň ýokary çaltlykda geçýändiginiň şaýadydyr. Iýmit maddalary bakterial öýjügine onuň bedeniniň ähli üsti bilen kabul edilýär, bu bolsa öýjük bilen gurşawyň arasynda madda çalyşyk hadysasynyň çalt geçmegine getirýär. Öýjüge iýmit maddalarynyň kabul edilişi osmos we diffuziýa kanunlaryna esaslanandyr.

Öýjük we sitoplazmatiki membrana arkaly öýjüge dürli maddalar kabul edilýär we ondan bölünip çykýar. Maddalar öýjügiň içindäki we daşyndaky konsentrasiýanyň tapawudyna baglylykda öýjük gabygyndan geçýär. Öýjüge maddalaryň girmeginiň möhüm şerti, olaryň suwda ereýjiligidir. Mikrob öýjügi maddalary diňe ergin görnüşinde bolanda kabul edip bilýär. Emma käbir organiki maddalar suwda eremeýär ýa-da kolloid erginlerini berýär (beloklar, ýaglar, polisaharidler). Şol bir wagtyň özünde bu maddalar bakteriýanyň iýmitlenmegi üçin hökmanydyr. Şonuň üçin olary iýmit maddasy

hökmünde peýdalanmazdan öňürti, bakterial öýjükden daşaryk bölünip çykarylýan ýörite fermentler – ekzofermentler arkaly bu maddalar ereýän ýagdaýyna geçirilýär, ýagny öňünden olaryň gidrolizi geçirilýär, ýönekeý we suwda ereýän birleşmelere dargadylýar, belok maddalary proteaza fermentiniň täsirinde aminokislotalara, lipoidler lipazanyň täsirinde gliserine we ýag kislotalaryna dargaýarlar. Gidroliz netijesinde alnan maddalaryň molekulalary kiçi bolýar, suwda ereýär we ýeňillik bilen öýjügiň sitoplazmasyna sorulýar.

Öýjüge mineral duzlaryň girmegi, olaryň ionlarynyň dissosiasiýa derejesine, gurşawyň PH-na, sitoplazmatiki membrananyň zaryýadyna baglydyr. Sitoplazmatiki membrananyň kolloid misellerinin zaryýadyna gapma-garşy bolan zaryýadly maddalar öýjüge aňsat giryär. Bu hadysanyň esasynda elektrik zaryýadlarynyň özara täsiri ýatandyr, ýagny bir atly zaryýadlar itekleşýärler, dürli atly zaryýadlar çekişýärler. Eger-de sitoplazmatiki membrananyň položitel zaryýady bar bolsa, onda öýjüge otrisatel zaryýadly ionlar aňsatlyk bilen geçýärler.

Mikroorganimzleri kultiwirlemegiň (ösdürmegiň) usullary

Mikrobiologiýada Lui Pasteriň döwründen bäri köp üstünlikler gazanyldy. Bu esasan hem sterilizasiýa – mikroblardan arassalamak usullarynyň kämilleşmegi we arassa kultura almagyň usulynyň giňden peýdalanmagy netijesinde boldy. Şu işleriň esasynda bolsa, kesel döredýän organizmleriň aýry-aýry görnüşlerini öwrenmäge mümkinçilik berdi.

Bakteriýalaryň bir sany wegetatiw öýjüginden ýa-da sporasyndan ösdürilip alynýan kulturasyna **monokultura** diýilýär.

Mono-we arassa kulturalary almak netijesinde bakterial organizmiň şol görnüşiniň morfologiýasyny, ösüşini we fiziologo-biohimiki häsiýetlerini öwrenmek bolýar. Bu kulturalary almak üçin adatça iýmit gurşawlaryndan peýdalanylýar. Gelip çykyşy boýunça iýmit gurşawlarynyň 3 görnüşi tapawutlandyrylýar:

1. Tebigy iýmit gurşawy.
2. Emeli iýmit gurşawy.
3. Sintetik iýmit gurşawy.

Tebigy iýmit gurşawyna-süýt, ýumurtga, gök önümler, miweler, gan syworotkasy we ş.m. natural önümler degişlidir. Bu önümlerde ýag, belok, uglewod, witaminler ýaly köp sanly ýokumly maddalar bardyr. Şonuň üçin bu maddalar köp bakteriýalaryň önüp ösmeginde örän gowy substrat bolup hyzmat edýär.

Emeli iýmit gurşawy kesgitli gatnaşykda, belli bir düzüm boýunça taýýarlanylýar. Ol ösümlik we haýwan önümlerini gaýnadyp, oňa organiki däl duzlary, uglewodlary, azotly maddalary goşmak bilen alynýar. Emeli iýmit gurşawyna-et gaýnadylan suw, peptonly etiň gaýnadylan suwy, želatina ýa-da agar-agar goşup alnan erginler degişlidir.

Sintetiki gurşaw arassa himiki maddalardan duzlar, uglewodlar, aminokislotalar, witaminler kesgitli gatnaşykda alynyp taýýarlanýar. Muňa Omelýanskiniň, Getçinsonyň, Çapekiň gurşawlary mysal bolup biler.

Şu aýdylanlardan görnüşi ýaly bakteriýalary **suwuk** we **dykyz** iýmit gurşawlarynda ösdürip ýetişdirmek bolýar. Dykyz iýmit gurşawynda mikroorganizmleri ösdürip ýetişdirmek aýratyn gyzyklanma döredýär. Dykyz iýmit gurşawyny almak üçin hem kolloid maddalary želatina we agar-agar peýdalanylýar. Agar-agar deňizdäki goňur suwotylaryň bölüp çykarýan polisaharidinden emele gelendir. Želatina bolsa azot saklaýan madda bolup haýwanlaryň toýnaklaryndan, şahlaryndan we süňkden taýýarlanylýar.

Ilkinji gezek 1876-njy ýylda nemes botanigi O.Brefeld želatinany kömelekleri ösdürmek üçin peýdalanypdyr, soňra bolsa Robert Koh bakteriýalar üçin peýdalanýar. Soňra 1882-nji ýylda nemes barlagçysy Gesse mikroorganizmleri ösdürmekde agar-agary peýdalanýar.Belli bir konsentrasiýada alnan agar-agar (2%-e ýakyn) we želatin (10%-e golaý) studen görnüşinde gataýar. Eger-de oňa ýokumly iýmit maddasy goşulsa, onda onuň üstünde bakteriýalar gowy ösýärler. Şonuň ýaly ýokumly iýmit maddasyna nahar duzy we pepton goşulan etiň gaýnadylan suwy mysal bolup biler. Agar-agar iýmitlik madda däldir, emma želatina bolsa bakteriýalar üçin iýmitlik maddadyr. Agar-agar 100° C-a ýakyp temperaturada ereýär. Želatina bolsa gurşawdaky prosent düzümine baglylykda dürli temperaturada ereýär. Gurşawda želatinanyň mukdary näçe köp bolsa, şonça hem ol

ýokary temperaturada ereýär. Agar-agar 40°C temperaturada gatýar. Želatina 20°C-dan sähelçe ýokary temperaturada ereýär. Şonuň üçin ösmeginiň optimal temperaturasy 25-30°C we ondan ýokary bolan mikroorganizmleri želatinaly gurşawda ösdürip bolmaýar. Emma želatina açyk reňkde, dury bolýanlygy bilen agar-agardan tapawutlanýar we bakteriýalaryň täsirinde ol suwuklyga geçip bilýär. Agar-agaryň reňki dury däl, ol bakteriýalar tarapyndan suwuklyga öwrülmeýär. Ýokary temperaturada hem mikroorganizmleri ösdürip bolýar.

Gaty iýmit gurşawyny ulanmak bilen miroorganizmlerden **arassa** kulturany ýeňillik bilen almak bolýar. Mikroorganizmlerden arassa kultura almagyň senagat üçin hem uly ähmiýeti bardyr. Meselem: piwo öndürýän senagatda maýa kömelekleriniň arassa kulturasynyň aýratyn uly amaly ähmiýeti bardyr. Piwo alynjak şirä, arassa maýa kömelegi goşulýar, ol bolsa piwäniň hilini gowulandyrýar.

Elektiw kultura – muny mikroorganizmleriň käbiriniň biologiki aýratynlygyna ýa-da ekologiki toparyna esaslanyp alyp bolýar. Meselem: bede taýajygy bakteriýasyny alyp göreliň. Bu bakteriýa gury bedede spora görnüşinde köp duş gelýär. Sporalar wegetatiw öýjüklere seredende ýokary temperatura çydamly bolýar. Sporanyň şu häsiýeti bolsa bede taýajygy bakteriýasyny bölüp aýyrmaga mümkinçilik berýär.

Munuň üçin ýylylyga çydamly kolba alyp, onuň içine ýorunja bedesinden birazragyny gaýçy bilen maýda kesip salmaly. Soňra bitaraplaşdyrmak maksady bilen azajyk hek ununy goşmaly we kolbany oduň üstünde goýup, onuň içindäki suwy 15 minut gaýnatmaly. Ondan soňra kolbany termostatda ýa-da ýyly ýerde goýmaly. 2-3 günden soňra kolbadaky suwuklygyň ýüzünde bede taýajygy bakteriýasynyň arassa ýuka gatlagy emele gelýär. Gury bedede birnäçe bakteriýalaryň sporalary bolýarlar, emma kolbadaky erginde diňe bede taýajygy bakteriýasy ösýär, sebäbi gaýnadylanda +100°C temperatura çydap bilmeýän bakteriýalar we olaryň sporalary ölýärler. Bede taýajygy bakteriýasynyň sporasy ýarym sagat gaýnandan soň ölýär. Ondan başga-da bedäniň gaýnadylan suwy bede taýajygy bakteriýasynyň ösmegi üçin örän amatly iýmit

gurşawdyr. Şeýlelikde dürli bakteriýalaryň garyndysynyň içinden diňe birisi, ýagny şonuň ösmegi üçin amatly şert döredileni ösüp bilýär. (Amatly iýmit gurşaw bar we gaýnadylanda beýleki bakteriýalar ölýär).

Toprakda örän köp mukdarda mikroorganizmler bardyr. Toprakdan bakteriýany bölüp aýyrmagyň esasy usuly elektiw kultura usulydyr. Ondan arassa kulturany almak örän aňsatdyr, hat-da suwuk gurşawda hem alyp bolýar.

Toprak mikrobiologiýasynyň düýbüni tutujy alym S.N.Winogradskiý, ilkinji bolup toprakdaky nitrifisirleýji bakteriýalary bölüp almakda we ösdürmekde elektiw kulturany ulandy.

Elektiw kultura diýip, substratyň (toprak, ders) düzüminde bar bolan, köp sanly bakteriýalaryň şekillerinden bir görnüşiň ýa-da oňa ýakyn şekilleriň toparynyň ösüp ýetişýän kulturasyna aýdylýar.

Sterilizasiýa (arassalamak) usullary

Sterilizasiýa – bu iýmit gurşawyndaky, materialdaky, gapdaky, enjamlardaky miroorganizmleriň we olaryň sporalarynyň doly ýok edilmegidir. Ol dürli ýollar bilen geçirilýär. Umumy sterilizasiýanyň 3 hili usuly bar:

1. Fiziki usul bilen sterilizasiýa etmek.
2. Himiki usul bilen sterilizasiýa etmek.
3. Mehaniki usul bilen sterilizasiýa etmek.

Fiziki usul

Fiziki usula aşakdakylar degişlidir: ýokary temperaturada; ultramelewşe şöhlesi bilen, radioişjeň şöhle bilen; ýörite bakterial süzgüçden geçirilýän sowuk sterilizasiýa.

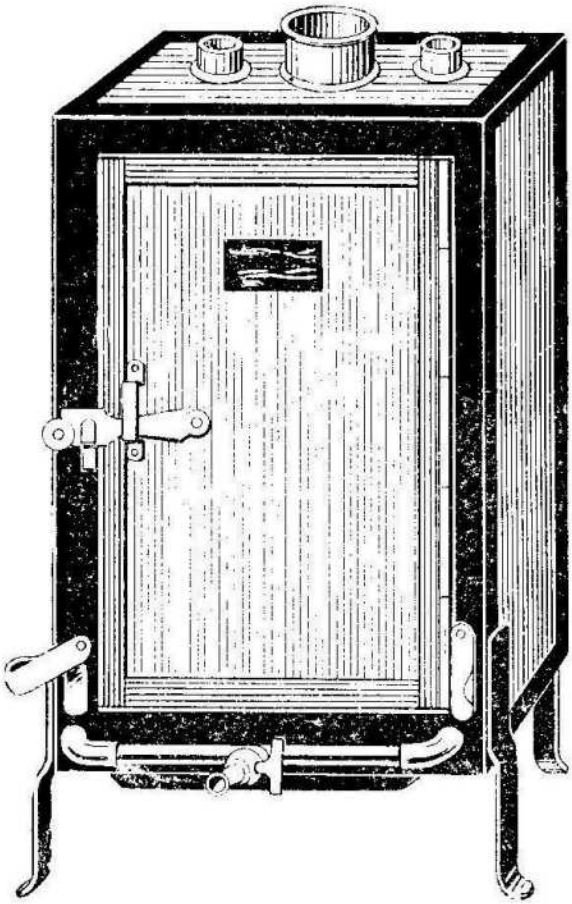
Ýolary temperaturada sterilizasiýa etmeklik fiziki usulyň has giň ýaýrany we ynamly usulydyr. Ol predmetleri oda tutmak bilen, gaýnatmak arkaly, gyzgyn howa bilen, basyş astynda gyzgyn bug bilen we buguň akymy bilen geçirilýär.

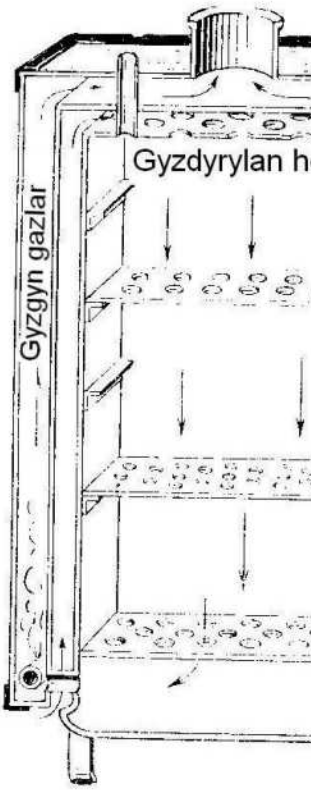
1. Oda tutup gyzdyrmak (ýakmak) usuly has çalt geçirip bolýan we ynamly usuldyr. Bu usul bilen bakteriologiki iňňäni, pinseti, predmet aýnasyny we ş.m. maýda aýna we demir enjamlary

arassalamak bolýar. Sterilizasiýa ediljek zatlar birnäçe gezek ýalynyň içinden geçirilýär. Şonda olaryň mikroblary we sporalary ýanýar. Kesiji enjamlar gyzdyrylanda olaryň zaýalanmagyna eltýär, çüýşe gaplar köp gyzdyrylanda döwülmegi ýa-da eremegi mümkin, şoňa görä seresaply işlemek gerekdir.

2. Gaýnatmak usuly – bu hirurgiki enjamlary, iňňäni, şprisleri arassalamagyň ýönekeý usulydyr. Bu ýörite sterilizatorda geçirilýär. Suwa 1-2% (Na_2CO_3) soda goşulanda arassalamagyň täsirini ýokarlandyrýar we suwuň talhlygyny aýyrýar. Ol bolsa metal predmetleriň gaýnadylandan soň poslamagynyň öňüni alýar. Bu usul doly arassalamany üpjün etmeýär. Sebäbi käbir bakteriýalaryň sporalary birnäçe sagatlap gaýnadylanda hem ölmän galýar.

3. Gury gyzdyrmak arkaly arassalamak. Bu ýörite Pasteriň pejinde geçirilýär (sur. 26). Pejiň ýokarsynda ýörite termometr goýar ýaly ýeri bar. Bu usul bilen pagta, hasa, probirka, pipetka, kolba, Petriniň okarajygy ýaly zatlar sterilizasiýa edilýär. Bu iş geçirilmezinden ozal, gaplar oňat ýuwulyp guradylýar, probirkalaryň we kolbanyň agzy pagta dyky bilen ýapylýar, pipetkalar kagyza dolanýar +160-170°C-da 1,5 sagat saklamaly. Sowandan soň predmetler peçden alynýar.

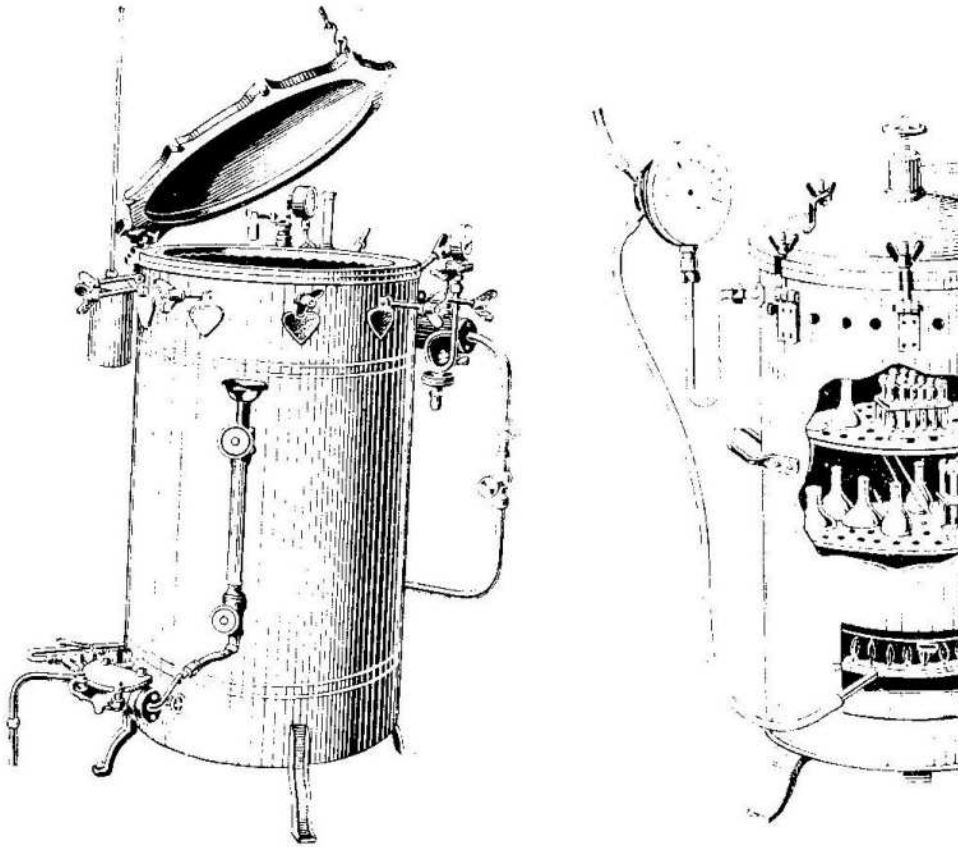




Sur. 26. Gury gyzdyrmak arkaly arassalamak üçin Paste
(sagda dikligine kesigi)

Bu usul ýörite enjamda awtoklawda (sur. 27) geçirilýär we has netijeli hasaplanýar. Munda bakteriýalaryň sporalary hem bir gezek arassalamak geçirilende ölýär. Awtoklawyň gorizontal we wertikal görnüşleri bar. Munda adatça 1 atmosfera basyşynda 120°C temperaturada ýa-da 1,5 atmosferada 126°C-da geçirilýär. Material mikroorganizmleriň sporasy bilen güýçli hasaplanan bolsa 2 atmosferada 134°C-da geçirmek bolýar. Arassalamaklygyň

dowamlylygy onuň (obýektiň) düzümine we hapalanyş derejesine baglylykda 30 minutdan 1,5 sagada çenli geçirilýär. Awtoklawda arassalamak geçirilen organiki maddalar uzak wagtlap zaýalanman saklanýar.

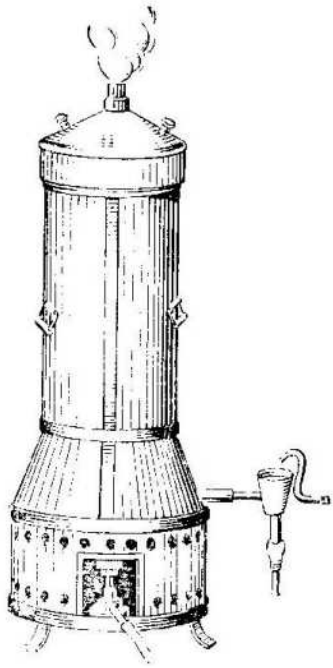


Sur. 27. Awtoklaw (sagda içki gurluşy görkezilen)

5. Bugun akymy bilen arassalamak.

Bu usul bilen 100°C we ondan ýokary temperaturada üýtgeýän materiallar arassalanýar. Meselem: belok, uglewod, süýt, krahmal saklaýan gurşawlary.

Buguň akymy bilen arassalamak üçin Kohyň apparaty diýilýän ýörite enjam peýdalanylýar (sur. 28). Bu enjam metallik silindr bolup, onuň düýbüne suw guýulýar. Suwuň üstünde bolsa gözenek bolýar. Gözenegiň üstüne mikroblardan arassalanjak material goýulýar. Enjamyň ýokarsynda gapagy bar. Onda bug ýokary çykar ýaly deşijek bar. Arassalamaklygyň dowamlylygy suw gaýnandan soň 30 minutdan-1 sagada çenli bolýar. Munda mikroblaryň diňe wegetatiw görnüşi ölýär. Sporalar ölmeýär. Sporaly görnüşlerini öldürmek üçin 1 gije-gündizden soň ýene arassalamak işini geçirmeli. Bu işi 3 gezek gaýtalamaly. Bu hili arassalamaklyga başgaça birnäçe gezek gaýtalanýan arassalamak diýilýär.



Sowuk arassalamak. Käbir organiki suwuklyklary gyzdyrmak arkaly arassalamak bolmaýar. Şeýle maddalary diňe sowuk arassalamak usuly bilen mikroblardan arassalap bolýar. Munda organiki suwuklyk bakterial süzgüçden geçirilýär. Süzgüç we ergin süzülýän gap mikroblardan arassalanan bolmaly.

Sur. 28. Kohyň apparaty

Tindalizasiýa usuly 100ºC-dan ýokary temperatura täsir etdirilende zaýalanýan maddalary arassalamak üçin ulanylýar. Bu usul iňlis alymy Tindal tarapyndan hödürlendi. Tindalizasiýa usulynda arassalanjak gurşaw ýa-da onuň düzümi artykmaç basyş bermezden birnäçe gezek gyzdyrylýar. Her gezek gyzdyrmaklygyň arasynda, ýaşaýşa ukyply bolan sporalaryň ösmegine wagt berilýär. Sporadan ösüp ýetişen öýjük indiki gezek gyzdyrylanda spora emele getirmäge ýetişmän ölýär. Gaýnaýan suwuň bugunda, ýagny gyzgyn buguň akymynda gyzdyrmaklyk amala aşrylýar. Bu usul bilen

arassalamaklyk gapagy ýapylmadyk awtoklawda Kohyň apparatynda ýa-da gapagy gowy ýapylan suw hammamynda 20-40 minutdan 3-4 gezek geçirilýär. Bug güýçli çykyp başlandan soň wagt hasaba alynýar. Gyzdyrmaklygyň aralygynda sporalaryň ösmegi üçin gurşaw termostatda 30ºC temperaturada bir gije-gündiz saklanylýar. Tindalizasiýada 70-80ºC-da 3 günüň dowamynda ýa-da 60-65ºC-da 5 günüň dowamynda her gün 1 sagatdan saklanylýar. Gyzdyrmaklygyň aralygynda olary 25ºC-dan 37ºC temperatura aralygynda saklamaly. Tindalizasiýanyň kemçilik tarapy wagty köp talap edýär.

Mikroorganizmleriň esasan wegetatiw görnüşlerini ýok etmek üçin 100ºC-dan aşak temperaturada bir gezek gyzdyrylmagyna pasterizasiýa diýilýär. Bu usul Paster tarapyndan hödürlenildi. Adatça pasterizasiýa zatlaryň doly arassalanmagyny üpjün etmeýär. Pasterizasiýa netijesinde mikrofloranyň 99-99,5%-i ölýär. Ölmän galan mikroorganizmler has gowşak bolýarlar we haýal köpelýärler.

Pasterizasiýa gaýnadylanda tagamyny we iýmitlik häsiýetini ýitirýän önümleri: süýdi, miweleriň we ir-iýmişleriň şirelerini, çakyry, piwony işläp bejermek üçin iýmit senagatynda giňden peýdalanylýar.

Spora emele getirýän bakteriýalaryň arassa kulturasyny almakda we olaryň spora emele getiriş ukybyny ýüze çykarmakda pasterizasiýa usuly mikrobiologiki tejribelikde giňden ulanylýar.

Pasterizasiýa adatça 60-75ºC-da 15-30 minut ýa-da 80ºC-da 10-15 minut dowamynda geçirilýär. Käbir ýagdaýlarda pasterizasiýa geçirilýän zat 90ºC-a çenli gyzdyrylýar we çalt sowadylýar.

Himiki arassalamak usuly

Munda mikroorganizmleri ýok edýän himiki maddalar peýdalanylýar. Himiki maddalar daşky gurşawyň obýektlerindäki: iş ýerdäki, jaýlardaky, iş geýimindäki, eldäki kesel dörediji mikroblary ýok etmek üçin ulanylýar. Meselem: Formalin, spirt, fenol we ş.m. erginler.

Dezinfeksiýa – bu hem himiki usula degişli bolup, köplenç spora emele getirmeýän kesel dörediji mikroblary ýok etmek diýmekdir.

Ýaşaýyş otagy, geýimleri ýa-da adamyň özi dezinfeksiýa edilýär. Dezinfeksiýa üçin 3-5%-li fenolyň ergini, 0,5-2%-li formaliniň, 10%-li hloryň erginleri ulanylýar. Meselem: Hirurglar operasiýadan öň elini dezinfeksiýa edýärler we mikroblardan arassa enjamlardan, hasadan peýdalanýarlar. Gök we miwe önümleri gaýtadan işlenilende, azyk önümçiliginde hem sterilizasiýa usullary giňden peýdalanylýar.

Mehaniki usul

Süzmek arkaly arassalamak. Mikrobiologiki tejribelikde süzmek arkaly arassalamak giňden ulanylýar. Bu usul gyzdyrmaklyga ýaramly bolmadyk suwuklyklar, erginler we syworotkalar arassa edilýär.

Arassalamaklygyň bu görnüşi erginleri bakterial süzgüçler diýlip atlandyrylýan maýda deşijekli ýörite süzgüçlerden geçirmeklige esaslanandyr. Mikrob öýjükleri esasan mehaniki ýol bilen süzgüçde saklanyp galýar. Süzgüjiň deşijekleri mikroblardan kiçi bolýar, şeýle hem deşijekler süzgüjiň içinden burum görnüşinde geçýär we dürli şekillerde hem-de dürli ululyklarda bolýar. Eger-de süzgüç položitel zaryadlanan zatdan ýasalan bolsa, onda bakteriýalary deşijekleriň diwaryna çekýär. Köp mikroorganizmler suw suspenziýasynda özüniň üst ýüzünde otrisatel zaryad saklaýar. Bakterial süzgüçden bakteriýalaryň L-şekilleri, wiruslar we bakteriofaglar süzülip geçýärler.

Bakterial süzgüçleriň birnäçe görnüşleri bar. Olar dürli zatlardan ýasalýar. Olar şekilleri we deşijekleriniň diametrleri boýunça tapawutlanýarlar.

Membranaly (kolloid) süzgüçler nitrosellýullozanyň esasynda taýýarlanylýar. Olar galyňlygy 0,1-0,5 mm bolan dürli diametrli diskler görnüşinde bolýar. Deşijekleriniň ululygyna baglylykda bu süzgüçler 1-den 5 aralykda belgilenýär.

Membranaly süzgüçler özleriniň deşijekleriniň örän kiçiligine baglylykda mikroorganizmleri saklap galýarlar. Bu süzgüçler arkaly uly bolmadyk göwrümli suwuklyklar süzülýär. Köp suwuklyk süzülende deşijekler dykylýar. Diametri 0,1 mkm ýa-da ondan kiçi bolan membranaly süzgüçlere ultrasüzgüçler diýilýär. Olar ýokary molekulaly beloklary we wiruslary süzmek üçin ulanylýar.

Asbest süzgüçler Zeýtsiň süzgüji ady bilen bellidir. Olar asbest bilen sellýulozanyň garyndysyndan uly dykyz (galyňlygy 4-6 mm) listler görnüşinde taýýarlanyp, soňra dürli ululykdaky dörtbuçlyklar ýa-da tegelejikler görnüşinde kesilýär. Süzgüjiň dykyzlygy näçe ýokary bolsa onda asbestiň mukdary şonça köpdür.

Asbest süzgüçleriň birnäçe ýetmezçilikleri bar. Olaryň esasylarynyň biri süzgüçleriň himiki düzümi bilen baglanyşykly. Asbest süzgüçlerden erginler süzülende, olardan aşgarlaryň, aşgar metallaryň geçmegi mümkin. Süzülen ergin gerekmejek garyndylar bilen hapalanýar we aşgar reaksiýa eýe bolýar. Zeýtsiň süzgüjiniň ýene-de bir ýetmezçiligi asbest otrisatel zaryadlanyp, süzülýän erginden dürli maddalaryň sorulmagy mümkin. Ýene-de bir kemçiligi asbest süzgüçler ergini süýümler bilen hapalaýar. Asbest süzgüçler ýumşak bolýar, şol sebäpli olar çalt zaýalanýar.

Farfor süzgüçler 1884-nji ýylda Paster we Şamberlan tarapyndan hödürlendi. Olar otda gyzdyrylan kaolin we kwars çägesiniň garyndysyndan taýýarlanýar. Farfor süzgüçleri bir tarapy ýapylan içi boş silindre meňzeş şekilde bolýar. Bu süzgüçleriň uly deşijekleri suwy süzmek üçin we iri mikroorganizmlerden kiçilerini aýyrmaklyga niýetlenendir. Şamberlanyň süzgüjiniň položitel zaryady bolýar.

PROKARIOTLARYŇ IÝMITLENIŞI

Prokariot öýjükleriniň himiki düzümi

Janly organizmleriň öýjükleriniň himiki düzümi umuman birmeňzeşdir. Prokariot öýjükleriň düzüminde hem eukariotlaryňky ýaly suw, organiki maddalar – beloklar, nuklein kislotalary, lipidler, uglewodlar we mineral maddalar bardyr.

Prokariot öýjüklerde suw öýjügiň umumy agramyň 80-90 %-ni, gury maddalar bolsa 10-20%-ni tutýar. Öýjükde suwuň biologiki roly dürli görnüşlidir.

Suw öýjükde esasan organiki we mineral maddalary erediji, kolloidler üçin dispers gurşaw bolup, wodorod we gidroksil ionlaryň çeşmesi, madda çalşyk reaksiýalar üçin gurşaw bolup hyzmat edýär.

Prokariot öýjükleriň gury maddasynyň (gury madda % hasabynda) uglerod-50%-ni, kislorod-20%-ni, azot-10-15%-ni, wodorod-10%, fosfor 2-6%-ni, galan bölegini kükürt we beýleki elementler (K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Mo) tutýar. Organiki maddalaryň içinde mukdary boýunça birinji ýerde beloklar durýarlar. Beloklaryň paýyna gury maddanyň 50-80%-i düşýär.

Belogyň himiki düzümi boýunça prokariotlar eukariotlardan tapawutlanmaýar, olaryň düzümine hem 20 sany aminokislota gatnaşýar. Prokariot öýükleriniň gury agramynyň 16%-ni RNK, 3-4%-ni DNK tutýar.

Prokariot öýjükleriň düzüminde lipidler 5-den 30%-e çenli, uglewodlar 10-dan – 30% çenli, mineral maddalar 1,3-13,9%-e çenli saklanýarlar.

Prokariotlaryň iýmite bolan talaplary

Prokariotlarda hem islendik beýleki organizmlerde bolşy ýaly iýmit maddasy ýaşamk üçin energiýa çeşmesi we bedeniň gurluş maddasy bolup hyzmat edýär.

Prokariotlaryň öýjükleriniň himiki düzümine seretsek, olaryň düzüminde uglerod, kislorod, wodorod, azot, fozfor, kükürt we beýleki elementlerden duran çylşyrymly maddalar bolup, olar öýjügiň esasy makromolekulalarynyň biosintezi üçin iýmit çeşmesi hasaplanýarlar.

Biogen elementleriniň çeşmesi

Ýokarda sanalan elementleriň içinde prokariot öýjükler üçin iň zerur bolany ugleroddyr. Uglerod çeşmesi boýunça prokariotlar iki topara bölünýärler: awtotroflar – uglerod çeşmesi hökmünde CO_2-ni ulanýarlar, geterotroflar-taýýar organiki maddalardaky uglerody ulanýarlar.

Uglerodyň çeşmesi hökmünde esasan uglewodlar ulanylýar. Ondan başga-da köp bakteriýalar üçin uglerodyň çeşmesi bolup köp atomly spirtler we organiki kislotalar, aminokislotalar hyzmat edýär. Uglerod bilen bilelikde öýjüge kislorod wodorod hem giryär.

Aminokislotalary, purin we pirimidin nukleotidlerini sintezlemek üçin bakteriýalara azot hem gerek bolýar. Tebigatda azot okislenen, dikelen we molekulýar görnüşde duşýar.

Köplenç prokariotlar azody dikelen görnüşde ammoniý duzlary (NH_4^+) we ammiak (NH_3) görnüşinde ulanýarlar. Köp bakteriýalar organiki azot saklaýan maddalary – beloklary, aminokislotalary, moçewinany ulanýarlar, şonda ammiak bölünip çykýar. Prokariotlaryň arasynda köp sanly organizmler – bakteriýalar, aktinomisetler, gök-ýaşyl suwotlary atmosferanyň molekulýar azodyny özleşdirip öýjügiň hemme düzümini düzýärler. Öýjükde fosfor nuklein kislotalarynyň düzümine, fosfolipidleriň, koofermentleriň düzümine giryär. ADF we ATF öýjügiň energiýa çeşmesi bolup hyzmat edýär. Bakteriýalar üçin fosforyň çeşmesi bolup fosfat kaliý, fosfat natriý, organiki birleşmelerden nuklein kislotalary hyzmat edýärler.

Prokariotlaryň öýjüginde kükürt esasan dikelen görnüşde duşýar, hem-de aminokislotalaryň, witaminleriň we kofaktorlaryň (biotin, koferment A we ş.m.) düzümine giryär. Kükürt saklaýan has zerur madda sisteindir. Köplenç mikroorganizmler üçin kükürdiň çeşmesi bolup sulfatlar hyzmat edýär, olar öýjükde sulfidlere öwrülýärler.

Prokariotlaryň kadaly ýaşaýyşy üçin metallaryň K, Ca, Mg, Fe ionlary we mikroelementler Mn, Mo, Zn, Cu, Ca, Ni zerurdyr. Olar fermentleriň sintezine gatnaşýarlar. Kobolt Krebsiň aýlawyndaky okislenme – dikelme hadysalaryna gatnaşýar.

Bakteriýalaryň dürli mineral elementlere talaby öwrenilende käbir ionlaryň antogonistik taşiri ýüze çykaryldy. Mysal üçin: natriniň iony süýtturşy bakteriýalaryň – *Lactobacillus casei*-iň ösüşini peseldýär, emma kaliniň iony bolsa ýokarlandyryar.

Galofit bakteriýalar tersine gurşawda natriý ionynyň bolmagyna mätäç bolýarlar, käte hlor ionynyň ýeterlik derejede ýokary konsentrasiýasy 2-5-den, 20-30% çenlisi zerur bolýar. Natriý ionynyň ýokary osmotiki basyşyny üpjün etmek üçin zerur bolmagy mümkin, ol bolsa daşky gurşawdan erän maddalary sorup almaga kömek beryär.

Ösüş faktorlary

Ösüş faktorlary – diýilip, köplenç prokariot organizmler tarapyndan sintezlenmeýän, emma olarsyz öýjügiň ýaşaýyşy mümkin bolmadyk organiki birleşmeler hasaplanylýar. Şolar ýaly birleşmelere bolsa aminokislotalar, purinler, pirimidinler, witaminler we beýlekiler degişlidirler. Bu birleşmeleri prokariotlar gurşawdan almaly bolýarlar.

Haýsy hem bolsa ösüş faktory zerur bolan bakteriýalara, şol madda gatnaşygy boýunça **auksotrof** diýilýär, **prototroflar** olardan tapawutlanyp şol maddany öýjüginde sintezläp bilýärler.

Mysal üçin süýtturşy bakteriýalar köplenç aminokislotalara, purinlere, pirimidinlere, 5-6 sany witaminlere auksotrofdyrlar.

Adatça bakteriýalara zerur ösüş faktorlary örän pes konsentrasiýada täsir edýärler. Auksotrof bakteriýalaryň ösüşini optimal geçirýän aminokislotalaryň konsentrasiýasy 20-50 mikrogram/ milligram, witaminleriňki has hem pes 0,2-1-50 mkg/ml.

Prokariotlaryň öýjügine iýmit maddalarynyň baryş usullary

Prokariotlaryň öýjüklerine maddalaryň saýlanyp geçirilmegini öýjük membranasy amala aşyrýar. Öýjük gabygy maddalaryň öýjüge girmeginiň ikinji päsgelçiligi bolup durýar. Öýjük gabygyndaky glikopeptidler we teýhoý kislotalary grampoložitel bakteriýalarda otrisatel zarýadlanyp, položitel zarýadlanan ionlary özüne birleşdirýärler we ion çalşygy hökmünde çykyş edýärler. Nemli bardanyň öýjüge maddanyň girmeginde roly ýokdyr.

Sitoplazmatik membrana öýjüge suwuň, iýmit substratyndaky iýmitlik maddalaryň öýjüge geçmegine we bölünip çykarylan maddalary yzyna çykarmaga jogap berýär.

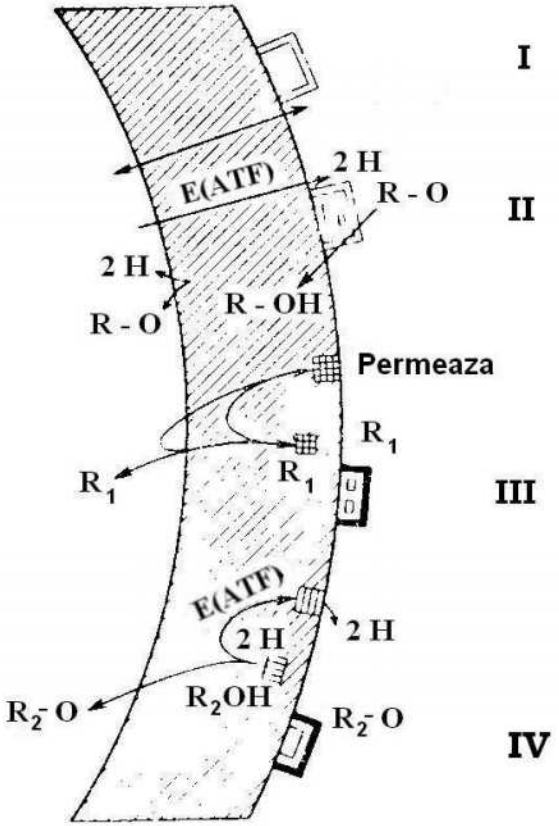
Häzirki wagtda prokariot öýjüge substratyň maddalarynyň geçişiniň birnäçe usuly belli edildi.

Mikroorganizmleriň öýjüklerine iýmit maddalarynyň geçirilişi

Mikrob öýjüginiň içine daşky gurşawdan suwuň we onda erän iýmit maddalarynyň geçirilişi we madda çalşyk önümleriniň ondan

daşaryk çykarylmagy öýjük gabygynyň ähli üst ýüzi boýunça amala aşyrylýar. Bu hadysada galyňlygy millimetriň on milliondan bir bölegine deň bolan ýukajyk örtük – sitoplazmatiki membrananyň işjeň roly bardyr.

Biologiki membranalar esasan üç sany wezipäni, işi ýerine ýetirýärler. Onuň **gorag wezipesi** öýjük bilen daşarky gurşawyň arasynda saýlawly, sazlanýan, passiw we aktiw madda çalşygyny amala aşyrmakdyr. Saýlawly diýmek – käbir maddalar membranadan aňsat geçýärler, beýlekileri bolsa, asla geçmeýärler. Sazlanýan diýmek – membrananyň käbir maddalara bolan syzyjylygy öýjügiň ýagdaýyna görä üýtgeýärler. Aktiw geçiş – maddanyň konsentrasiýanyň az ýerinden köp ýerine geçirilmegi. **Berkitme wezipesi** – membranadaky beloklaryň özara ýerleşişini, ugurlaryny we amatly özara täsirlerini üpjün edýär. **Mehaniki wezipesi** – öýjügiň we onuň içindäki gurluşlaryň berkligini we özbaşdaklygyny üpjün edýär.



Bulardan başga-da, biologiki membranalar: elektrik wezipäni – mitohondriýalaryň içki membranasynda ATP-y sintezlemek; biopotensiallary döretmek we geçirmek; reseptor wezipäni – mehaniki, akustiki, ys almak, görmek, himiki, termoresepsiýa we beýlekileri ýerine ýetirýärler.

Sitoplazmatiki membrana öýjügiň içine iýmit maddalaryny we kislorodyň girmegini şeýle hem taşlandy maddalaryň öýjükden daşary çykarylmagyny üpjün edýär. Ol öýjügiň içine dürli maddalaryň girmekligini we olaryň daşaryk bölünip çykmaklygyny sazlaşdyrmak ukybyna eýe bolup, mikroorganizmleriň kadaly ýaşaýşyny üpjün edýär. Janly mikrob öýjügi onuň membranasyndan geçýän daşky gurşawyň maddalary bilen hiç wagtda deňagramlylyk ýagdaýynda bolmaýar.

Häzirki wagtda mikroorganizmlerde sitoplazmatiki membranadan maddalaryň geçirilişiniň iki sany häsiýetli tipi bellidir – diffuziýa we stereohimiki ýöriteleşdirilen geçiriliş. Olaryň her haýsysynyň gowşak we işjeň görnüşleri bar. Bu hadysalar 29-njy suratda görkezilendir.

Sur. 29. Sitoplazmatiki membranadan maddalaryň geçirilişiniň tipleri

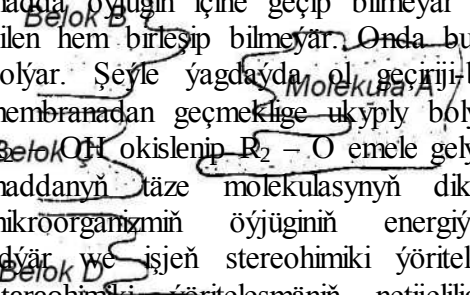
Gowşak diffuziýada (I) maddalar membranada ereýän bolsalar, şeýle ýagdaýda olar içerik geçip bilýärler. Bu hadysada mikroorganizmleriň öýjükleri tarapyndan hiç hili energiýa sarp edilmeýär. Emma membranada eremeýän beýleki maddalar öýjügiň içine geçip bilmeýärler. Olar öýjügiň energiýasynyň kömegi bilen ereýän görnüşe geçirilmegi mümkin. Mysal üçin, keton toparly R – O madda öýjükden daşarda gidroksil toparyna (R – OH) çenli dikelmegi mümkin, ol madda membranada ereýär we öýjügiň içine geçip bilýär. Ol ýerde bu madda wodorody berip, täzeden R – O madda öwrülýär, wodorod bolsa R – O maddanyň täze molekulasyny dikeltmek üçin membranadan daşa gaýdyp gelýär. Şeýlelikde R – O maddanyň öýjügiň içine geçmegi, onuň wodorod bilen dikelmegi we soňra okislenmegi üçin energiýa harç bolýar. Munuň üçin möhüm bolan energiýa çeşmesi bolup ATF – adenozinüçfosfat hyzmat edýär. ATF-ň esasy bölegi mezosomada we dem alyş hadysasynda sitoplazmatiki membranada emele gelýär. Bu işjeň diffuziýa (II) mysaldyr.

Öýjügiň içindäki maddalaryň konsentrasiýasy, daşyndaky konsentrasiýasyna seredende, ýokary bolan ýagdaýynda hem öýjügiň içine maddalar girip bilýärler.

Mikroorganizmleriň öýjüklerine iýmit maddalarynyň geçirilişiniň bu görnüşini aşakdaky mysalda düşündirmek bolýar. R_1 madda sitoplazmatiki membranada eremeýär we şonuň üçin hem ony öýjük ulanyp bilmeýär. Bu madda permeaza belogy bilen birleşenden soň, membranada ereýär we öýjügiň içine geçýär, hem-de geçiriji belok şol ýerde R_1 maddany goýup, özi ýene-de täze maddany membranadan geçirmek üçin yzyna gaýdyp gelýär.

Şeýlelikde R_1 madda ýöriteleşdirilen geçiriş usulyna baglylykda membranadan içerik geçýär. Bu gowşak stereohimiki ýöriteleşdirilen geçirişdir (III).

Sitoplazmatiki membranadan maddalaryň geçirilişiniň soňky görnüşi belli bir derejede işjeň diffuziýa meňzeşdir. Meselem, R_2 – O madda öýjügiň içine geçip bilmeýär we ýöriteleşdirilen geçiriji-belok bilen hem birleşip bilmeýär. Onda bu madda R_2 – OH-a öwrülmeli bolýar. Şeýle ýagdaýda ol geçiriji-belok bilen birleşip bilýär we membranadan geçmeklige ukyply bolýar. Öjügiň içine geçenden soň R – OH okislenip R_2 – O emele gelýär, ondan boşan wodorod bolsa maddanyň täze molekulasynyň dikelmegine barýar. Bu hadysa mikroorganizmiň öýjüginiň energiýasynyň harçlanmagyny talap edýär we işjeň stereohimiki ýöriteleşdirilen geçiriliş diýilýär (IV). Stereohimiki ýöriteleşmäniň netijeliliginiň esasy mazmuny 30-njy suratda görkezilişi ýalydyr. Ol ýa-da beýleki maddalaryň gurluşynyň birnäçe izomerleriniň bardygy bellidir. Ol maddanyň gurluşynyň şekili, belogyň gurluşynyň şekiline gabat gelen ýagdaýynda olar özara birleşip bilýärler. Meselem, A şekilli molekula B ýa-da C şekilli belok bilen birleşip bilmeýär, emma D şekilli belok bilen birleşip bilýär. Şeýlelikde R ýa-da R_2 – O maddalaryň sitoplazmatiki memranadaky bar bolan aýratyn beloklar bilen birleşmekleri üçin, beloklar bilen bu maddalaryň giňişlikdäki gurluşynyň şekilleriniň biri-birine gabat gelmekleri hökmanydyr. Belok bilen maddanyň gurluşy özara gabat gelmese, onda olar birleşmäge ukyply däldir we mikroorganizmiň öýjüginiň içine geçip bilmeýär.



Sur. 30. Molekulanyň şekiliniň we onuň belok bilen birleşip bilmek ukybynyň özara baglanyşygy

Sitoplazmatiki membranada fermentler bolup, olar daşardan maddalary mikroorganizmiň öýjüginiň içine geçirmek işini ýerine ýetirýärler. Bu hili fermentlere permeaza diýilýär (iňlis sözünde permeable – geçiriji diýmekdir).

Substratyň maddalarynyň bakteriýanyň öýjügine geçmeginiň esasy şertleriniň biri olaryň suwda ereýjiligidir. Şonuň üçin uly molekulalar ekzofermentleriň täsirinde gidroliz geçýärler. Mysal üçin: glikogen ekzoferment amilazanyň kömegi bilen maltaza, beloklar proteaza fermentleriniň täsirinde aminokislotalara, lipidler lipaza fermentiň täsirinde gliserine we ýag kislotalaryna dargaýarlar. Madda çalşyk önümleri işjeň diffuziýa bilen daşa çykýarlar.

Prokariotlaryň iýmitlenişiniň tipleri

Ösümlik we haýwan organizmlerinden tapawutlanyp, prokariotlaryň köp dürli iýmitleniş tipleri bardyr. Şonuň üçin prokariotlaryň iýmitleniş tipine häsiýetnama berlende bir wagtda üç ölçeg ulanylýar: uglerod we energiýa çeşmesi, elektronlaryň berilmegi.

Eger uglerodyň çeşmesi hökmünde CO_2 sorulyp alynýan bolsa, onda prokariotlara **awtotroflar** diýilýär. Eger uglerodyň çeşmesi organiki maddalar bolsa, **geterotrof** organizmler diýilýär. Energiýanyň çeşmesi boýunça günüň ýagtylygyny peýdalanýan bolsa **fototroflar**, eger okislenme-dikelme reaksiýasynyň hasabyna energiýa alýan bolsa **hemotroflar** diýilýär.

Ahyrynda hem elektron donory boýunça prokariotlar **litotroflara**, ýagny organiki däl madalaryň elektron donorlaryny ulanýanlara (H_2, NH_3, H_2S, Fe^{+2}, CO we ş.m.) we **organotroflara**, ýagny elektron donory hökmünde organiki maddalary ulanýanlara bölünýärler. Ýokarda ady tutulan üç ölçeg boýunça prokariotlaryň iýmitlenişiniň dört sany esasy tipleri bardyr: fotolitoawtotroflar, fotoorganoawtotroflar, hemolitoawtotroflar, hemoorganogeterotroflara bölünýärler (tablisa 2).

Tablisa 2.

Prokariotlaryň iýmitlenişiniň esasy tipleri

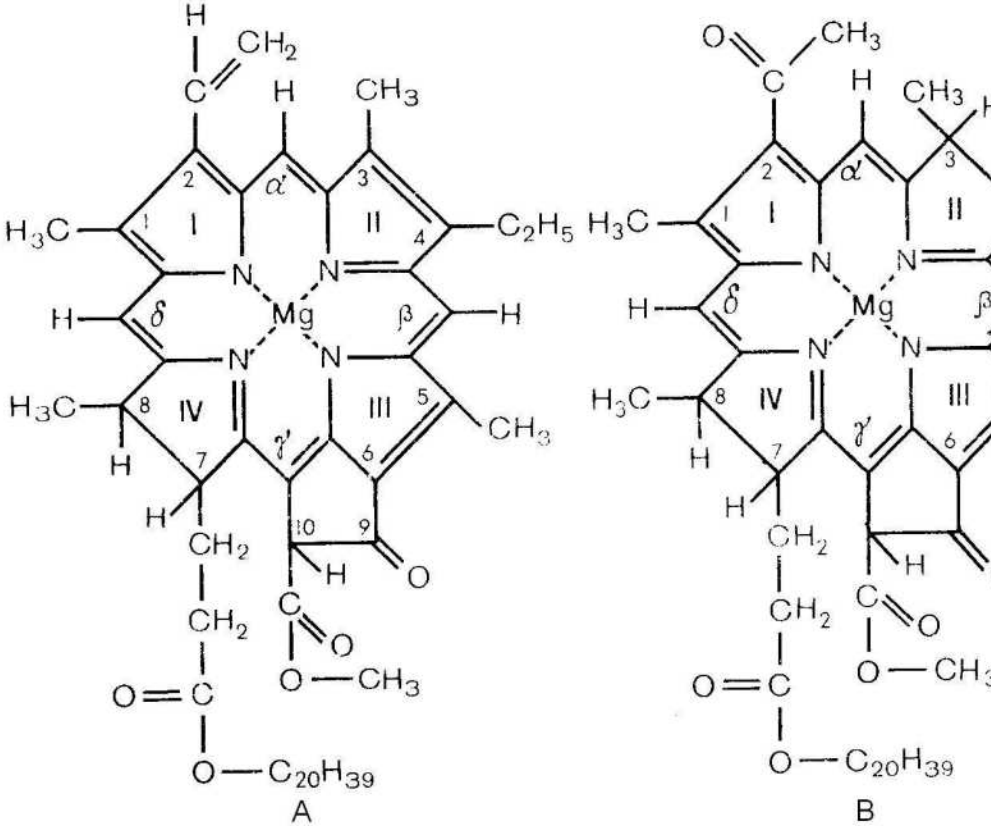
Iýmitleniş tipi	Uglerod çeşmesi	Energiýa çeşmesi	Elektron donory	
Fotolitoawtotroflar	CO_2	ýagtylyk	H_2O, organiki däl birleşmeler (H_2S, S, $Na_2S_2O_3$, H_2)	Ý
Fotoorganoawto-troflar	CO_2 we organiki birleş-meler	ýagtylyk	Organiki birleşmeler (spirtler, organiki kislotalar we ş.m.)	
Hemolitoawto-troflar	CO_2	Organiki däl birleşmeleri ň okislenme reaksiýalary	Orgaiki däl birleşmeler (H_2, H_2S, NH_3, Fe^{2+} we ş.m.)	N ba d
Hemoorganogetero-troflar	Organiki birleş-meler	Organiki maddalaryň okislenme reaksiýalary	Organiki birleşmeler	K (kl s

Fotolitoawtotroflar. Bakterial fotosintez

Fotolitoawtotroflar toparyna uglerod çeşmesi hökmünde CO_2-ni, elektronlaryň donory hökmünde dürli organiki däl birleşmeleri (H_2O, H_2S, S) peýdalanýan prokariotlar degişlidir. Fotosintez hadysasynda günüň ýagtylyk energiýasyny özleşdirmek bilen, olar öýjükde organiki maddalary emele getirýärler. Fotolitoawtotroflara sianobakteriýalar (gök-ýaşyl suwotular), ýaşyl we purpur kükürt bakteriýalary degişlidir. 1931-nji ýylda K. Wan-Nil ýaşyl we purpur kükürt bakteriýalaryny arassa görnüşinde alyp, olaryň fotosinteze ukyplydygyny subut etdi.

Fotosintezleýji bakteriýalaryň ählisiniň öýjüklerinde fotosintetiki pigmentler saklanýar. Olara bakteriohlorofiller a, b, ç, d we karotinoidler degişlidir. Gurluşy boýunça bakteriohlorofiller ösümlikleriň a-hlorofiline ýakyndyr. Bakteriohlorofil–a-da ösümlikleriň a-hlorofilinden tapawutlylykda, onuň birinji pirol halkasynda 2-nji ýagdaýda CH_3–CO – asetil topary durýar, hlorofil–

a-da bolsa, adatdaky winil topary CH_2–CH – bardyr, şeýle hem ikinji pirol halkasy dikelendir we 2 atom wodorody köp saklaýar (sur. 31).



Sur. 31. Hlorofilleriň struktur formulalary:

A – ýokary derejeli ösümlikleriň a-hlorofili; B – bakteriohl

ýa

bolsa 800-890 nm tolkun uzynlygyndaky ýagtylygy peýdalanmaklyga ukyplydyrlar. Şonuň üçin olar howdandaky suwotularyň gatlagynyň aşagyndaky ýagtylyk az düşýän suwlarda hem ýaşap bilýärler (sur. 32).

Fotosintez geçiriji bakteriýalaryň öýjüklerinde bakteriohlorofillerden başga-da 20-den gowrak goşmaça karotinoid pigmentleri açyldy. Purpur bakteriýalaryň öýjüklerinde karotinoidler

aýratyn hem dürli görnüşlidir. Olara rodopin, digidrodopin, rodowibrin, spirilloksantin degişlidir. Fotosintezleýji bakteriýalaryň karotinoidleri gysga tolkunly görünýän, tolkun uzynlygy 400-550 nm bolan ýagtylyk energiýasyny özüne sorup alýar we ol energiýany bakteriohlorofile geçirýär. Fotosintezleýji bakteriýalaryň dürli görnüşleriniň energiýany geçirişiniň netijeliligi 30%-den 90%-e çenlidir.

Prokariotlaryň öýjüklerinde fotosintetiki pigmentler hromatoforlarda toplanandyr.

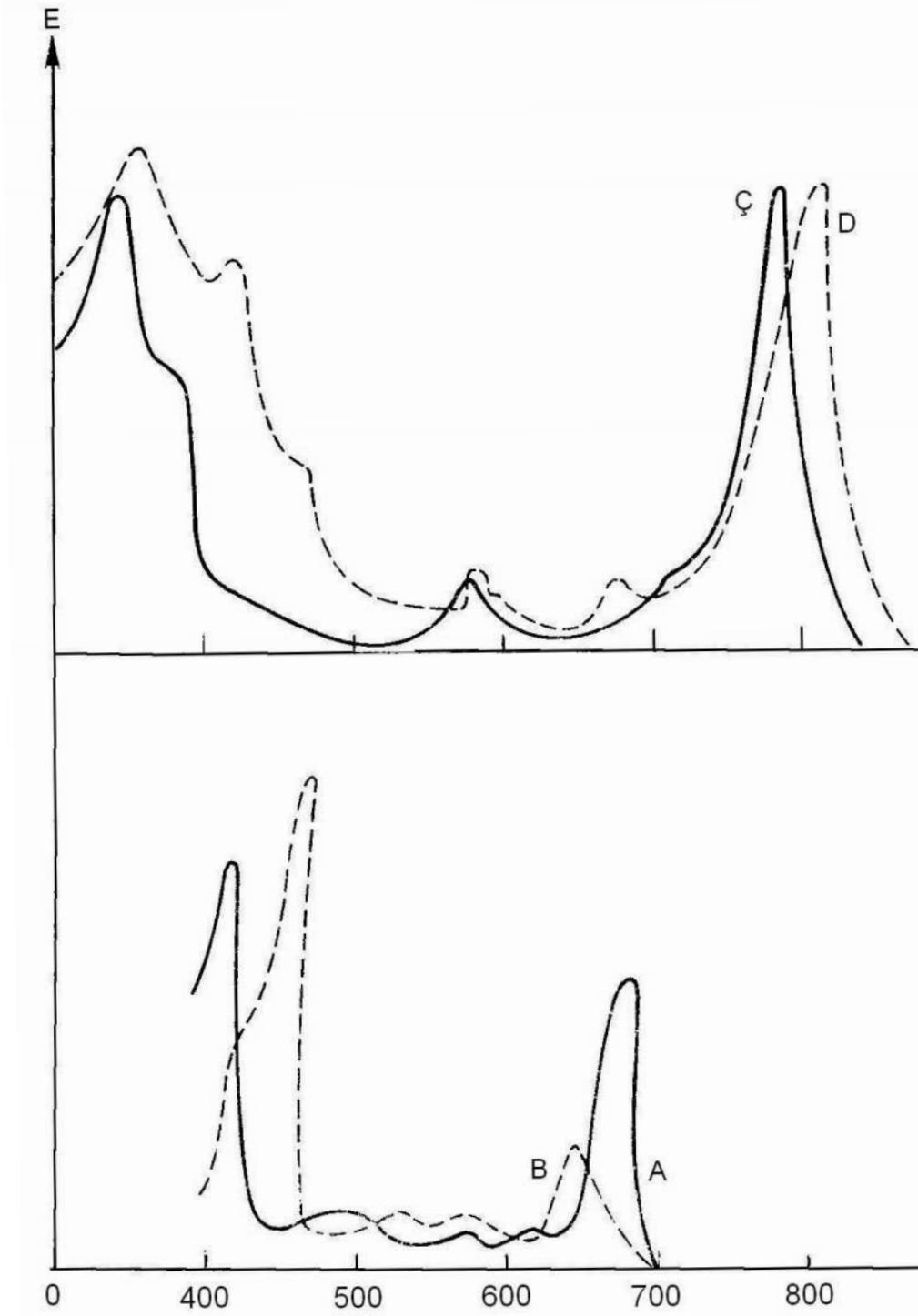
Himizmi boýunça bakteriýalaryň fotosintezi ösümlikleriň fotosintezinden düýpli tapawutlanýar. Ösümlikleriň we sianobakteriýalaryň fotosintezinde elektronlaryň donory bolup suw hyzmat edýär we fotosintez hadysasynyň netijesinde kislorod bölünip çykýar. Munda ösümlik öýjügi bir molekula kömürturşy gazyny dikeltmek üçin 4 kwant energiýany harçlaýar:

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{ýagtylyk}} (CH_2O) + O_2$$

Ýaşyl we purpur bakteriýalaryň fotosintez hadysasynda elektronlaryň donory hökmünde dürli birleşmeler: kükürtwodorod, elementar kükürt, sulfit, tiosulfat, molekulýar wodorod we organiki maddalar hyzmat edýärler. Ýaşyl we purpur bakteriýalaryň fotosintezinde kislorod bölünip çykmaýar. Olar obligat anaeroblar hasaplanýarlar. Bir molekula kömürturşy gazynyň dikeldilmegi üçin ýaşyl we purpur bakteriýalar bir kwant energiýa harçlaýarlar:

$$CO_2 + 2H_2A \xrightarrow{\text{ýagtylyk}} (CH_2O) + 2A + H_2O$$

Bu ýerde H_2A – wodorodyň donory.


E
Ç
D
B
A
0
400
500
600
700
800

Fotosintezleýji ýaşyl we purpur bakteriýalary tebigatda düzüminde kükürtwodorod saklaýan suw howdanlarynda giň ýaýrandyr (sur. 33).

Fotosintez geçirýän ähli bakteriýalar 3 sany maşgala bölünýär:

1. Ýaşyl kükürt bakteriýalar – *Chlorobacteriaceae*
2. Purpur kükürt bakteriýalar – *Chromatiaceae*
3. Kükürt däl purpur bakteriýalar – *Rhodospirillaceae*.

Ýaşyl bakteriýalar maşgalasyna 5 urug 9 görnüş gatnaşýar. *Chlorobium* urugy has gowy öwrenilen, oňa 4 sany görnüş gatnaşýar. Bu bakteriýalar taýajyk ýa-da wibrion şekilinde bolup hereket etmeýär, ululygy 0,3-0,8x1,0-3 mkm. Käbiri zynjyr emele getirýär, käbiri tor şekilli ýa-da çykyndylary emele getirýärler.

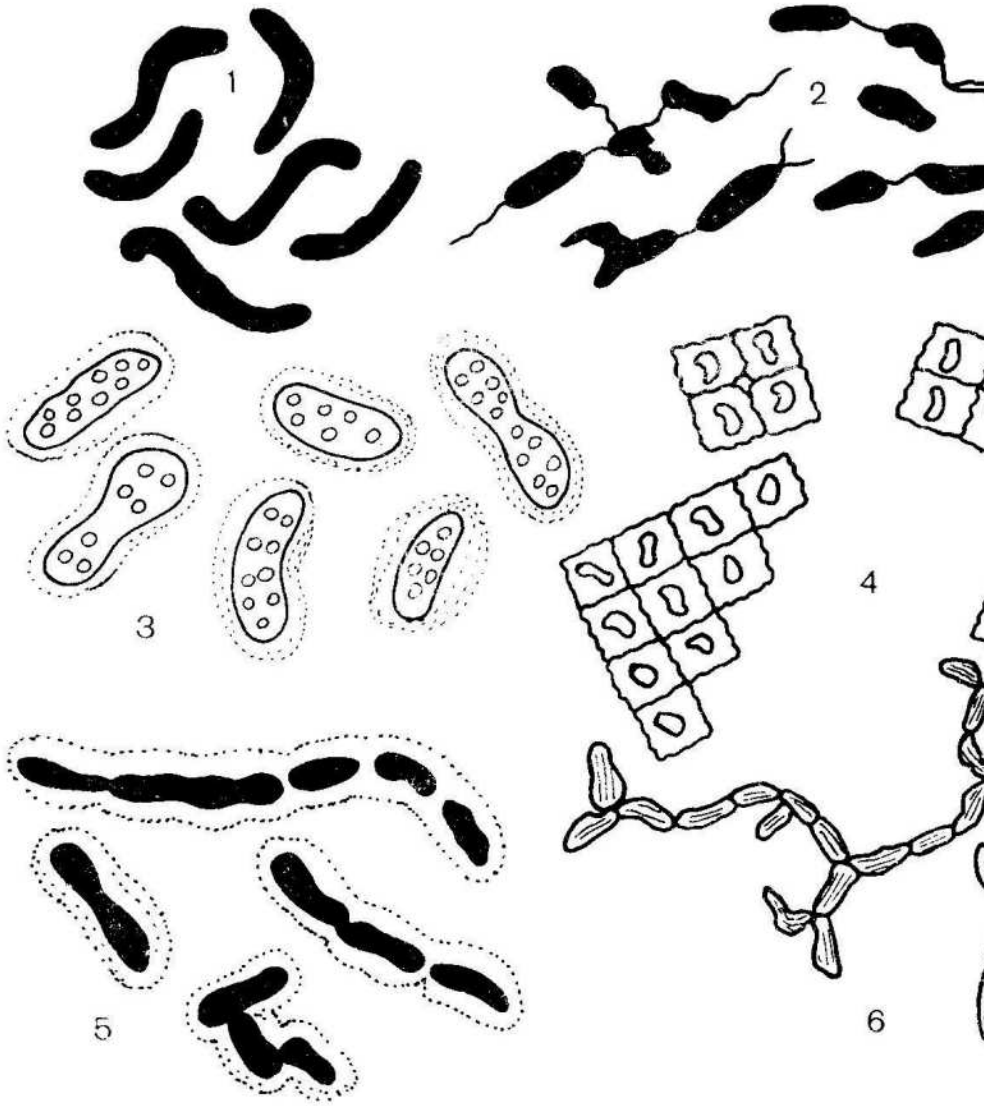
Olar esasan hem anaerob organimzlerdir.

Purpur kükürt bakteriýalar maşgalasyna 10 urug 26 görnüş gatnaşýar. Bu mikroorganizmleriň süýri ýa-da taýajyk şekilleri bolup žgutik emele getriýär. Görnüşler özaralarynda öýjükleriniň ululygy we şekili bilen tapawutlanýarlar. Bu bakteriýalaryň köpüsi hereketjeňdir. Purpur kükürt bakteriýalary H_2S-i okislendirilende ýa-da kükürdiň beýleki dikelen birleşmeleri okislendirilende bakterial öýjükde kükürt toplanýar. Bular fotoawtotroflardyr.

Kükürt däl purpur bakteriýalar maşgalasyna 4 urug 13 görnüş gatnaşýar. *Rhodospirillum* urugyna 5 görnüş gatnaşýar. Ähli wekilleriniň spiral şekili bolup, ululygy dürliçedir, hereketjeňdirler. Bular fotogeterotroflardyr. *Rhodopsewdomonas* urugyna 6 görnüş gatnaşýar, taýajyk ýa-da süýri şekilde bolýarlar. *Rhodomicrobium* urugyna 1 görnüş gatnaşýar. Olar pyntyklaýan bakteriýalardyr.

Protokokklar poryadogynyň bir öýjükli plankton suw otlary, hususan hem *Chlorella* urugynyň (*Ch.ellipsoidea, Ch.vulgaris, Ch.pyrenoides*) wekilleri we beýleki suwotylary GDA ýurtlarynda, şeýle hem Ýewropada, Amerikada, Aziýada (Ýaponiýa) emeli usulda köpçülikleýin ösdürilip ýetişdirilýär. Bu bir öýjükli suwotylar özüniň öndürýän organiki maddasynyň mukdary boýunça ýokary derejeli

ösümliklerden has öňde durýarlar. Şeýle hem olaryň önüminde beloklaryň, ýaglaryň we witaminleriň mukdary örän köpdür. Hlorella günüň şöhlesini örän ýokary derejede (24%) ulanýar. Hasaplamalaryň görkezişine görä hlorellanyň 1 m^2 meýdanly ýeri 1 günde 70 gr, gury massa ýa-da 1 ga-dan 700 kg gury massa alynýar. Şeýle köp mukdardaky gury massa tejribede heniz alynmandyr. Şeýle hem



Sur. 33. Fotosintez geçirýän bakteriýalar:
1 – Rhodospirillum; 2 – Rhodomicrobium; 3 – Chromatium; 4 –
5 – Chlorobium; 6 – Pelodictyon

şol gury massanyň 50%-e çenlisi belokdyr, witamin C-ň mukdary limon serişdesindäkä ýakyndyr, emma guradylanda witamin C-ň mukdary birden kemelýär. Hlorella düzüminde 5-6% ýag saklaýar.

Fotoorganoawtotoflar

Bu topara *Rhodospirillaceae* maşgalasynyň wekilleri giríýärler. Bu topara giríýän bakteriýalar ýagtylykda-da, garaňkyda-da birmeňzeş gowy ýaşap bilýärler. Olar degişlilikde anaerob ýaşaýyşdan – aerob ýaşaýyş görnüşine geçip bilýärler. Olar ýagtyda edil fotolitawtotroflar ýaly fotosintez geçiríýärler we kömürturşy gazyny uglewodlara çenli dikeldýärler. Bu ýerde donor bolup dürli organiki maddalar: gantlar, spirtler, organiki kislotalar, aminokislotalar hyzmat edýärler. Mysal üçin: *Rhodopseudomonas* bakteriýalar izopropanoly asetona çenli okislendiríýärler.

$$CO_2 + 2CH_3CHOHCH_3 \xrightarrow{\text{ýagtylyk}} (CH_2O) + 2CH_3COCH_3 + H_2O$$

izopropanol aseton

Garaňky ýere düşende kükürt däl purpur bakteriýalar hemoorganogeterotrof iýmitleniş tipine geçýärler. Şonda olar energiýany Krebsiň aýlawy boýunça organiki maddalaryň okislenmeginden alýarlar.

Hemolitoawtotroflar

Bu topara giríýän mikroorganizmler uglerodyň esasy çeşmesi edip kömürturşy gazyny ulanýarlar we öýjükde organiki madda siztezleýär, şonda organiki däl maddanyň okislenmesinden çykýan energiýany ulanýarlar. Şonda energiýanyň donory bolup organiki däl madda hyzmat edýär. Hemosintez hadysasyny açan S.N.Winogradskiýdir. Ol ilkinji bolup organiki däl maddadan organiki maddanyň fotosintez hadysasy geçmezden bakteriýanyň öýjüginde emele gelmeginiň mümkindigini subut etdi.

Nitrifisirleýän bakteriýalar CO_2-nyň hemoassimilýasiýasy üçin NH_3-iň we nitritleriň okislenmesiniň energiýasyny ulanýarlar. Nitritleşme hadysasy iki döwürde geçýär. Birinji döwürde nitroz bakteriýalary *Nitrosomonas, Nitrosococcus, Nitrosolobus,*

Nitrosospira tarapyndan ammiagyň nitritlere çenli aerob okislenmegi bolup geçýär:

$$NH_3 + 1\frac{1}{2}O_2 \longrightarrow HNO_2 + H_2O + 274,7kj$$

Ikinji döwürde nitritler nitrat bakteriýalary *Nitrobacter, Nitrospina, Nitrococcus* uruglarynyň wekilleri tarapyndan nitratlara çenli okislendirilýär:

$$HNO_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow HNO_3 + 87,5kj$$

1906-njy ýylda S.F.Lebedew tarapyndan wodorody okislendirýän bakteriýalar açyldy. Wodorody okislendirýän bakteriýalar fakultatiw hemolitoawtotroflara degişlidir. Olar mineral gurşawda ösüp wodorody suwa çenli okislendirýär.

$$6H_2 + 2O_2 + CO_2 \longrightarrow (CH_2O) + 5H_2O$$

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 575kj$$

Wodorod bakteriýalary hemoawtotrof iýmitlenişden hemoorganogeterotrof iýmitlenişe geçmeklige ukyplydyrlar. Bakteriýalaryň bir iýmitlenişden beýlekisine geçýänlerine **miksotroflar** diýilýär.

Wodorody okislendirýän awtotrof bakteriýalar sporasyz Gram otrisatel taýajyk görnüşindedir. Olaryň ululygy 0,7-2,9 mkm bolýar. Žgutikli görnüşleri hem duş gelýär. Bu bakteriýalar sintetiki iýmit gurşawynda hem ösüp bilýärler.

Toprakda we suwda giň ýaýrandyr. Wodorody okislendiriji bakteriýalar belok maddalaryny çalt sintezleýärler. Şonuň üçin olaryň uzak wagtlap kosmos gämilerinde uçuş geçirende kosmonawtlar üçin doly bahaly belogy sintezlemekde gelejegi bardyr.

Kükurdi okislendirýän ýaşyl we purpur kükürt bakteriýalary fotoreduksiýa geçirmäge ukyplydyrlar. Bu hadysada wodorodyň çeşmesi hökmünde H_2O peýdalanylman H_2S peýdalanylýar. Şonuň üçin hem fotoreduksiýada O_2 bölünip çykmaýar.

Bu hadysa ýaşyl pigmentler tarapyndan sorulýan ýagtylyk energiýasynyň hasabyna geçýär.

Pes derejeli ösümliklerden hakyky fotosintez hadysasyny gök-ýaşyl suwotular, şonuň ýaly hem käbir ýönekeýler – ýaşyl ewglena geçirip bilýär. Käbir gök-ýaşyl organizmler we ýaşyl ewglena üçin miksotrof iýmitlenmek mahsusdyr, ýagny olar ýagtylykda awtotrof, garaňkylykda geterotrof ýol bilen iýmitlenip bilýärler.

Hemoorganogeterotroflar

Köplenç prokariotlar şu topara giryärler. Bular üçin uglerodyň çeşmesi bolup dürli hili organiki maddalar hyzmat edýär. Ýaşaýyş üçin energiýany organiki maddalaryň okislenmesinden alýarlar, elektron donory bolup hem organiki maddalar hyzmat edýärler.

Hemoorganogeterotroflar tebigatda örän giň ýaýran bolup, tebigatyň sanitarlary hasaplanýarlar. Olar organiki maddalary mineral maddalara geçirýärler.

Hemoorganogeterotroflar uglerod çeşmesi hökmünde organiki birleşmeleri peýdalanmakdan başga-da aralyk madda çalşygynda karboksilirlenmek reaksiýasy üçin kömürturşy gazyna hem mätäçdir.

Hemoorganogeterotroflar hem öz gezeginde 2 topara bölünýärler:

1. Saprotroflar (Saprofitler hem diýilýär);
2. Mugthorlar.

Saprotroflar – haýwanlaryň maslyklaryndan, ösümlikleriň galyndylaryndan, organizmiň bölüp çykarýan dürli organiki maddalaryndan iýmitlenýärler.

Mugthorlar – bular diňe janly organizmde ýaşaýarlar we köpelýärler. Mugthorlaryň hem iki görnüşi tapawutlandyrylýar. Fakultatiw we obligat mugthorlar bolýarlar. Fakultatiw mugthorlar organiki maddalarda ösýärler, ýöne hojaýyn öýjügine düşüp mugthor ýaşaýyşa geçýärler. Muňa köplenç kesel emele getirýän bakteriýalar giryärler. Esasan hem adamda kesel emele getirýän – pnewmaniýany döredijiler, minengiti, sözenegi, dizenteriýany – ganly içgeçmäni, garahassalygy, sibir ýarasyny, inçe keseli we ş.m. döredijiler giryär. Obligat mugthorlar diňe hojaýynyň öýjügindäki organiki maddalar bilen iýmitlenýärler. Olara rikketsiýalar wiruslar degişlidirler.

Bakteriýalaryň esasy bölegi obligat tip boýunça iýmitlenýär. Emma prokariotlar dünýäsiniň köp görnüşleriniň arasynda iýmitleniş

tipiniň bir görnüşinden beýleki görnüşine geçmeklige ukyply bolan bakteriýalaryň köp görnüşleri duş gelýär. Mysal üçin, sianobakteriýalaryň ýaşyl we purpur bakteriýalaryň arasynda fotolitoawtotrof iýmitlenişden fotoorganogeterotrof iýmitleniş tipine geçýän görnüşleri bar. Thiobacillus urugynyň käbir görnüşleri hemolitoawtotrof iýmitleniş tipinden hemoorganogeterotrof iýmitlenişe geçmeklige ukyplydyrlar. Prokariotlaryň iýmitlenişiniň bu aýratynlygy mikroorganizmleriň gurşawyň dürli şertlerinde ýaşamaklygyna giň mümkinçilikler döredýär we olaryň ýaşaýan ekologiki şertleriniň giňelmegine mümkinçilik döredýär.

PROKARIOTLARYŇ METABOLIZMI. AJAMAK

Katabolizm we anabolizm hadysalary

Prokariotlarda hem eukariotlardaky ýaly metabolizm iki sany garşylykly hadysalardan – katabolizm we anabolizmden durýar.

1. Katabolizm – dürli organiki we organiki däl maddalaryň okislenme reaksiýalarynyň jemi bolup, fosfat birleşmelerinde (ATF) çykan energiýalaryň toplanmagy bolup geçýär.

2. Anabolizm – katabolizm netijesinde emele gelen aralyk maddalaryň we iýmit gurşawynyň maddalarynyň hasabyna öýjügiň konstitusion we ätiýaçlyk maddalarynyň biosintez reaksiýalarynyň jemidir.

Katabolizm we anabolizm hadysasy öýjükde bir wagtda we özara berk baglanyşykly geçýär.

Iki hadysanyň fermentatiw reaksiýalaryny 3 etapa bölüp bolýar:

1. Başlangyç etap-başlangyç substratyň fermentatiw öwrülişigi bolup – **periferik metabolizm** diýilýär.

2. Aralyk etap-katabolizm hem anabolizm üçin birmeňzeş aralyk maddalary emele getirýän fermentatiw reaksiýalary özünde birleşdirýär.

3. Ahyrky etap – öýjügiň struktur gurluşyny emele getirmäge harç bolýan anabolizmiň ahyrky önümleriniň emele gelmegidir. Şeýle-de katabolizmiň ahyrky önümi – öýjügiň daşky gurşawa bölüp çykarýan maddalary bilen tamamlanýar.

Bu hadysalary geçirýän esasan dürli fermentlerdir.

Prokariot öýjügiň fermentleri

Islendik öýjügiň fermentatiw ulgamy ýaşaýyş üçin zerur bolan hadysalary çaltlandyrýar. Fermentler ýerine ýetirýän işi boýunça **biokatalizatorlardyr.** Olar beýleki katalizatorlardan işjeňligi, ýöriteleşenligi we geçýän reaksiýalarynyň tebigaty bilen tapawutlanýarlar.

Prokariotlaryň öýjüginden halkara klassifikasiýa girýän ähli klaslara degişli fermentler: oksidoreduktazalar, transferazalar, gidrolazalar, liazalar, izomerazalar we ligazalar bölünip çykarylýar.

Fermentleriň düzümi öýjügiň geni bilen kesgitlenilýär we otnositel hemişelikdir. Prokariotlarda endofermentlerden başga-da, daşky gurşawa bölünip çykarylýan ekzofermentler hem bardyr. Ol fermentler uly molekulaly maddalary dargadyp, kiçi molekulalara öwürýärler. Fermentler emele gelen wagtyna seredilip iki topara bölünýärler:

1. Konstitutiw fermentler, substratyň maddalaryna seretmezden olaryň sintezi elmydama bir çaltlykda geçip durýar; öýjükde olar azda-kände hemişelik konsentrasiýada saklanýarlar. Mysal üçin glikolik fermentler.

2. Indusibel fermentler, substratyň gurşawynda induktoryň ýüze çykmagy bilen olaryň öýjükde sintezi çürt-kesik çaltlanýar. Olara köplenç gidrolaza fermentleri degişli bolýar. Fermentleriň işjeňligi we olaryň geçirýän reaksiýalarynyň tizligi birnäçe fiziki we himiki faktorlara bagly bolýar. Fiziki faktorlar temperatura, basyş, ýagtylyk, magnit meýdany, elektrik impulslar we ş.m.-ler himiki faktorlara görä az ýöriteleşen täsir edýärler. Kislotalar, aşgarlar, metal ionlary, fermentleriň işine örän güýçli täsir edýärler.

Prokariotlaryň katabolizmi

Islendik başga organizmler ýaly prokariotlaryň hem ýaşaýşy energiýanyň bolmaklygyna baglydyr. Daşky energiýalaryň çeşmeleriniň içinde (mehaniki, ýylylyk, himiki, elektromagnit, ýadro we ş.m.) janly organizmler üçin diňe ikisi –elektromagnit energiýasy (belli bir uzynlykdaky ýagtylyk tolkunlary) we himiki energiýa

elýeterlidir. Ösümlikler şol iki energiýany hem ulanýarlar, haýwanlar bolsa, diňe birini – ýagny dem alnandaky energiýany ulanýarlar.

Prokariotlar üçin energiýany almagyň örän köp ýollary bardyr. Has gadymy anaerob prokariotlar ajamak hadysasynda bölünip çykýan himiki energiýanyň hasabyna ýaşaýarlar. Köplenç prokariotlar organiki maddalaryň aerob okislenmesinden alynýan energiýanyň hasabyna ýaşaýarlar. Fakultatiw aeroblar we fakultatiw anaeroblar energiýalary çalyşyp ulanýarlar. Hemolitotrof mikroorganizmler organiki däl maddalaryň (H_2, NH_4^+, NO_2^-, H_2S, Fe^{2+} we beýlekileriň) okislenmeginden bölünip çykýan energiýanyň hasabyna ýaşaýarlar.

Ahyrynda gök – ýaşyl suwotular we fotosintez geçirýän bakteriýalar elektromagnit energiýany, dikelen organiki we organiki däl maddalaryň okislenmeklerinde çykýan energiýalaryny ulanýarlar.

Prokariotlar kabul eden energiýalaryny öýjükde ýokary derejede energiýa saklaýan fosfat baglanyşykly maddalar ATF, uridin üçfosfat (UTF), guanozin üçfosfat (GTF) we ş.m. jemleýärler, şeýle hem ol energiýalar karbon kislotalaryň önümi boýunça asetilkoenzim A-da (asetil KoA) ýygnanýarlar.

Ýokary we pes derejede energiýa saklaýan maddalaryň arasynda ATF aralyk ýerde durýar we energiýa geçirmäni örän gowy ýerine ýetirýär.

ATF-dan bir molekula fosfor kislotasy aýrylyp ADF emele gelende örän köp energiýa çykýar.

$ATF \xrightarrow{H_2O} ADF+F_h^1+31,8$ kj/mol. Tersine ADF-e fosfor kislotasy goşulsa ATF-ň emele gelmekligi bilen ($ADF+F_n \longrightarrow ATF$) energiýa toplanýar.

ATF-nyň toplanan energiýasy öýjük tarapyndan mikroorganizmiň ösmegi we maddalarynyň biosintezi üçin ulanylýar. Energiýanyň bir bölümi öýjügiň ýaşaýyşyna harç bolýar. Hat-da bakteriýalar endospora ýagdaýynda hem energiýanyň bir bölegini ulanýarlar.

Galan energiýa prokariot öýjükde ätiýaçlyk maddalarda toplanýar.

Wodorodyň okislenýän substratdan aýrylmagy we ahyrky akseptora geçirilmegi yzygiderli dem alyş fermentleriniň – elektron geçiriji zynjyrynyň üsti bilen amala aşyrylýar.

Aerob we anaerob prokariotlaryň öýjüginde substratlaryň degidrirlenmesini çaltlandyrýan degidrogenazalardyr, ýagny dem alyş fermentleridir. Degidrogenazyň kofermentleri bolup piridinnukleotidler – nikotinamid-adenindinukleotid (NAD) we flawoproteidler (FP)-flawinadenindinukleotid (FAD) we flawinmononukleotid (FMN) hyzmat edýärler.

Dem alyş fermentleriniň ikinji toparyny sitohrom b,c,a we a_3 düzýärler, olaryň kofermenti demirporfirinlerdir.

Elektronlaryň geçiriş zynjyryndan fermentleriň ýerleşiş yzygiderligi takmynan şeýleräk – NAD – nikotinamidadenindinukleotid degidrogenazalar $\longrightarrow$ FAD – flawinadenindinukleotid ýa-da FMN – flawinomononukleotid - degidrogenazalar $\longrightarrow$ ubihinon $\longrightarrow$ sitohromlar $\longrightarrow$ b c a a_3.

Ajamak

Ajamak – bu energiýa almagyň has gadymy we ýönekeý usulydyr. Ajamak hadysasynyň önümleri adamzada irden mälim bolsa-da, süýtturşyly, spirtturşyly, ýagturşyly ajamalary L.Paster 1861-nji ýylda açdy.

Ajamak hadysasy anaerob şertlerde geçip, O_2 gatnaşman geçýär, substratda organiki birleşmeleriň okislenme – dikelme reaksiýasynyň hasabyna geçip azrak energiýa bölünip çykýar. Mysal üçin: Gomofermentatiw süýtturşy ajamakda hemişe 2 mol ATF we 1 molekula ajan glýukoza emele gelýär, şol bir wagtda 1 mol glýukoza aerob şertde okislenende 38 mol ATF sintezlenýär:

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{ajamak} 2CH_3CHOHCOOH + 196,65kj/mol$$

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow{dem\ alyş} 6CO_2 + 6H_2O + 2870,22kj/mol$$

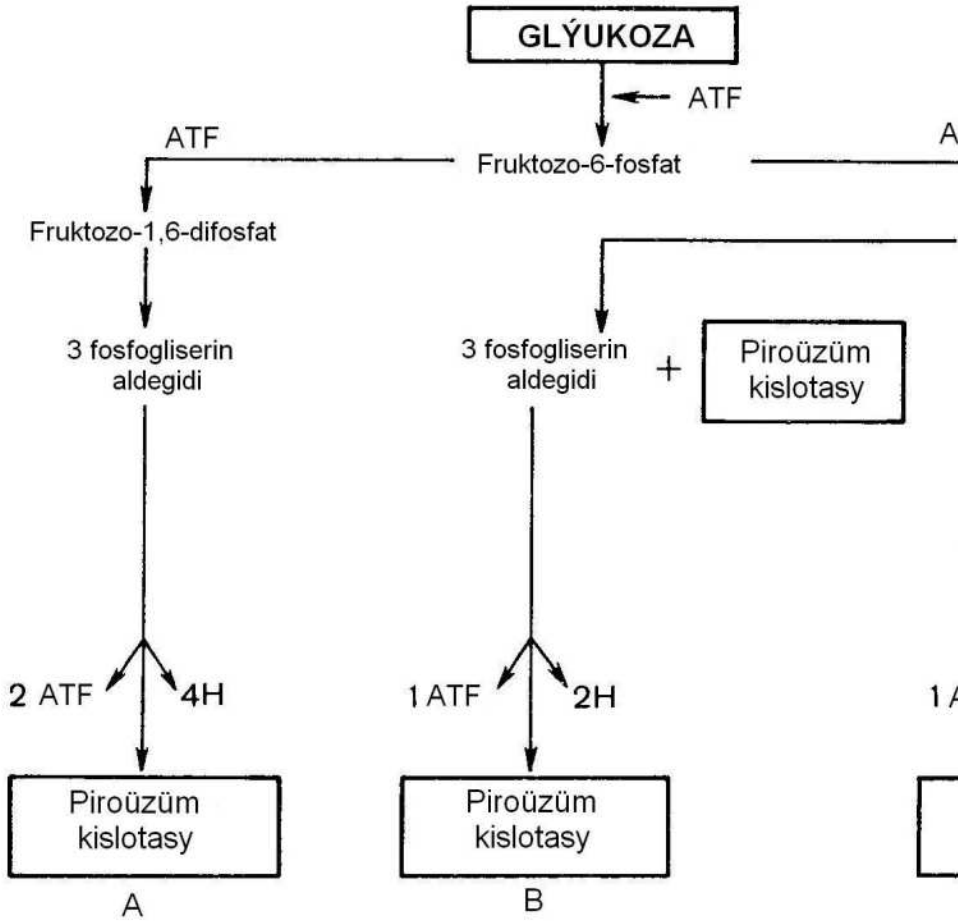
Birinji reaksiýanyň deňlemesinden görnüşi ýaly örän az energiýanyň çykýanyny hem-de prokariotlaryň energiýa kabul edişleriniň örän gadymy we ýönekeýdigi mälimdir.

Mikroorganizmler ajama hadysasy üçin başlangyç madda hökmünde dürli organiki maddalary – uglewodlary, spirtleri, organiki kislotalary, aminokislotalary, purinleri we pirimidinleri peýdalanýarlar.

Adatça ajamanyň ahyrky önümi bolup organiki kislotalar (süýt, sirke, ýantar we ş.m.), spirtler (etil, butil, propil we ş.m.) aseton, CO_2we H_2 hyzmat edýärler. Ahyrky çykýan netijesine görä ajamak reaksiýalary birnäçe topara bölünýärler: süýtturşyly, spirtturşyly, ýagturşyly, propionturşyly we ş.m.-ler.

Islendik ajama hadysasynda iki etap: okislenme we dikelme tapawutlanýar.

Ajama hadysasynyň ilkinji okislenme etapy uglewodlardan piroüzümkislotasynyň emele gelmegine getirýär. Dürli mikroorganizmlerde glýukozanyň piroüzüm kislotasyna öwrülmeginiň üç ýoly bar (sur. 34).



Sur. 34. Prokariot öýjüklerinde glýukozanyň piroüzüm kisl

öwrülişiniň çyzgysy:

A – Embden – Meýergof – Parnasyň çyzgysy;

B – Entner – Dudorowyň çyzgysy; Ç – pentozofosfat ýo

bakteriýalara degişli bolup – Entner- Dudorowyň shemasy ady bilen bellidir. Üçünji köp bakteriýalara degişli pentozofosfat ýoly.

Glikoliziň her etapyny bir hili fermentleriň katalizlemegi bilen geçýän birnäçe reaksiýalardan durandyr. Glikoliziň başlangyç maddasy bolup monosaharidler ýa-da disaharidler hyzmat edýärler. Olardan ahyrda piroüzümkislotasy emele gelýär we öýjük energiýa bilen üpjün edilýär.

Süýtturşyly ajamak

Ewolýusion nukdaý nazardan süýtturşyly ajamak ýönekeý we gadymy ajamak tipidr. Ol hadysanyň häsiýetine we emele gelýän ahyrky önümine baglylykda gomo- we geterofermentatiw süýtturşyly ajamalar tapawutlanýarlar.

Gomofermentatiw süýtturşyly ajamanyň esasynda geksozlaryň ajamasynda glikolitik ajamak aýlawy ýatyp, iki molekula piroüzümkislotasynyň emele gelmegi bilen gutarýar. Olar bolsa wodorodyň ahyrky akseptory bilen dikelip (ahyrky önüm) süýtkislotasyny emele getirýär. Ony şeýle ýazyp bolýar.

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2CH_3CHOH - COOH + 196{,}65 \text{ kj/mol}$$

Gomofermentatiw süýtturşyly ajamanyň energiýa çykaryşy uly däl we ol bary-ýogy 2 mol ATF we 1mol glýukozadan durýar. Bölünip çykýan erkin energiýanyň ATF-de ätiýaçlanmagynyň netijeliligi ýokarydyr we takmynan 40% tutýar.

Gomofermentatiw süýturşyly bakteriýalary iýmit gurşawyndaky gandyň 85-98%-ni süýtkislotasyna ajadyp bilýär.

Morfologiki taýdan olar şar şekilli *Streptococcus* we *Pediococcus* uruglaryna, taýajyk şekillilerden uly urug *Lactobacillusa* degişlidirler. Olaryň hemmesi Gram položitel bakteriýalar bolup, spora emele getirmeýärler, hereketjeň däl. Olar üçin uglerodyň çeşmesi bolup süýt we ösümlik gantlary (glýukoza, laktoza, maltoza) hyzmat edýärler, seýrek ýagdaýda käbir pentozlar gant-spirtleri we organiki kislotalar hyzmat edýärler.

Geterofermentatiw süýturşyly ajamagyň esasynda geksozlary ýa-da pentozlary pentoza fosfat ýoly bilen ajatmak arkaly süýt kislotasyny we birnäçe beýleki önümleri – sirke kislotasyny, etil spirtini, gliserini we CO_2-ni emele getirýär.

Obligat geterofermentatiw süýtturşy bakteriýalara *Lactobacillus, Leuconostoc* we *Bifidobacterum* uruglary degişli. Käbir bakteriýalar gomo- we geterofermentatiw usullaryň ikisini hem amala aşyryp bilýärler.

Süýtturşy bakteriýalaryň dürli görnüşleri dürli temperaturalar aralygynda 7-10-dan 40-42°C, optimumy 25-30°C-da ýaşamaga uýgunlaşypdyrlar. Olaryň birnäçesi PH-yň has ýokary görkezijilerine hem çydaýarlar.

Süýtturşy bakteriýalar tebigatda örän köp ýaýrandyrlar. Olary süýtden we süýt önümlerinden, ösümlikleriň üstünden, toprakdan, ösümligiň rizosferasyndan, adamyň we haýwanyň aşgazanyndan aňsatlyk bilen alyp bolýar.

Süýtturşy bakteriýalaryny ir wagtlardan bäri adamlar halk hojalygynyň dürli pudaklarynda giňden ulanyp gelýärler – süýtturşy önümleri öndürmekde, mesge ýagyny, peýniri almakda, gök önümleri duzlamakda, çörek önümlerini öndürmekde, oba hojalygynda otiýmleri siloslamakda ulanylýar.

Süýtturşy önümleri öndürmek üçin, dürli geografik giňişliklerde süýtturşy bakteriýalaryň dürli görnüşleri ulanylýar. Mysal üçin, demirgazykda prostokwaşa almak üçin şar şekilli *Streptococcus lactis* we *S.cremoris* ulanylsa, günortada esasan bolgar taýajyklary (*Lactobacillus bulgaricus*) ulanylýar.

Käbir milli süýtturşy önümleriň (gatyk, kymyz, ýogurt) gönezligi bolup taryhy taýdan belli bolan simbiotik toplum – süýtturşy bakteriýalar we maýa kömelekleri ulanylýar. Mysal üçin, gatyk üçin süýtturşy bakteriýalaryň *Streptococcus lactis* we *Lactobacillus caucasicus*, şeýle hem maýa kömelegi *Sacchoromyces kefiri* ulanylýar.

Süýtturşy bakteriýalary süýdüň laktozasyny 0,8-1% süýt kislotasyny emele getirmek bilen ajadýarlar, maýa kömelekleri laktozany 1% etil spirtini emele getirmek bilen ajadýarlar. Gatyk örän gowy berhizlik önüm hökmünde ulanylýar, ol gastritde, aşgazan ýarasynda we aşgazanda turşylyk pes bolanda ulanylýar. Ol içegeniň mikroflorasyny sazlaýar. Süýtturşy bakteriýalary *Streptococcus diacetilactis* we *Pediococcus cerevisiae* gaýmagy turşadyp mesge ýagyny almakda ulanylýar.

Süýtturşy bakteriýalar peýnir (syr) ýasamakda hem giňden ulanylýar.

Spirtli ajamak

Spirtli ajamak hadysasy glikolitik ýol bilen geçip piroüzüm kislotasynyň emele gelmeginden başlanýar. Soňra esasy fermentiň piruwatdekarboksilazanyň gatnaşmagynda piroüzüm kislotasy dekarboksirlenme geçýär, netijede asetaldegid we kömürturşy gazy emele gelýär, soňra asetaldegid wodorodyň ahyrky akseptory NAD we alkogoldegidrogenazanyň täsirinde etil spirtini emele getirýär. Wododorodyň donory bolup 3 fosfogliserin aldegidi hyzmat edýär.

Spirtli ajamak reaksiýasynyň umumy deňlemesi şeýle bolýar.

$$C_6H_{12}O_6+2F_H+2ADF \longrightarrow 2CH_3CH_2OH+2CO_2+2ATF+2H_2O$$

Spirtli ajamasy birnäçe senagat önümçiliginde – wino ýasamak, spirt almak, piwo ýasamak, çörek bişirmekde ulanylýar.

Prokariotlaryň arasynda işjeň spirtli ajamasyny *Erwinia amylovora, Zimomonas mobilis, Sarsina wentriculi* geçirýärler.

Ýagturşyly ajama

Ýagturşyly ajama berk anaerob şertlerde obligat anaerob bakteriýalaryň *Clostridium* urugynyň wekilleriniň gatnaşmagynda geçýär.

Bu ajama hem birneme çylşyrymlaşan ajama bolup, munuň hem başlangyjynda ajapbaşlamagyň glikolitik ýoly ýatyr, ýagny piroüzüm kislotasy bilen gutarýar. Ýagturşyly ajamagyň häsiýetli aýratynlygy C_4 birleşmäniň (ýag kislotasynyň) emele gelmegi bilen reaksiýalarynyň kondensirlenmegidir. Birnäçe yzygiderli reaksiýalaryň netijesinde piroüzüm kislotasyndan sirke aldegidi, garynja we sirke kislotasy, käte etil spirti emele gelýär. Garynja kislotasy şol wagtda H_2 we CO_2 dargaýar, asetil aldegid bolsa, jemlenip ýag kislotasyny emele getirýär.

$$4C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 3CH_3CH_2CH_2COOH+2CH_3COOH+8CO_2+8H_2$$

Şol hadysada 1 molekula glýukoza ajap ATF-iň 3,3 molekulasy emele gelýär.

Clostridium urugynyň ýagturşy bakteriýalary köp sanly we geterogendirler. Daşky görnüşi taýajyk şekillidir. Uglerod saklaýan maddalary ulanyşy boýunça ýagturşy bakteriýalar iki topara bölünýärler – saharolitik (uglewodlar bilen iýmitlenýän) we protolitik (beloklar, aminokislotalar, purinler we pirimidinler bilen iýmitlenýän) bakteriýalar. Bu bakteriýalar toprakda köp bolýarlar.

Ýagturşy bakteriýalar köplenç adama zyýan hem ýetirýärler – ýaglary, smetany, gaýmagy ajadýarlar, duzlanan önümleri, silosy zaýalaýarlar.

Senagatda olar atyr senagaty üçin gerek bolan ýag kislotalaryny almakda ulanylýarlar.

Ýagturşyly ajamagyň bir görnüşi atsetono-butil ajamasy, esasy önümi – butil, etil we izopropil spirtleri, aseton, CO_2 we H_2 gazlary hasaplanylýar.

Organiki we organiki däl maddalaryň aerob okislenmesi

Atmosferanyň molekulýar kislorody biogen gelip çykyşlydyr. Onuň ýüze çykmaklygy gadymy sianobakteriýalaryň fotosintez hadysasy bilen baglanyşyklydyr. Fotosintez geçirýän eukariotlar ýüze çykýança atmosferada O_2-ň mukdary örän az bolupdyr. Hasaplamalara görä molekulýar kislorodyň mukdary 0,2% bolsa aerob ýaşaýşyň ýüze çykmaklygy üçin ýeterlikdir. Prokariotlaryň aerob okislenme geçmekligi, ewolýusiýanyň diňe kesgitli etapynda mümkin bolupdyr, ýagny öýjükde doly dem alyş zynjyrynyň az ýa-da köp kemala gelen döwrüne gabat gelýär.

Aerob prokariot organizmleriň köp bölegi, energiýa çeşmesi hökmünde dürli organiki maddalary peýdalanýarlar. Prokariot öýjüklerinde organiki maddalaryň aerob okislenmesi, eukariotlaryň aerob dem alşyna meňzeş geçýär. Onuň esasynda üç karbon kislotalarynyň, ýagny Krebsiň aýlawy boýunça piroüzüm kislotasynyň okislenmesi ýatyr.

Krebsiň aýlawy sitratsintaza fermentiniň gatnaşmagynda asetil-KoA-ň şawelsirke kislotasynyň molekulasy bilen birleşmeginden

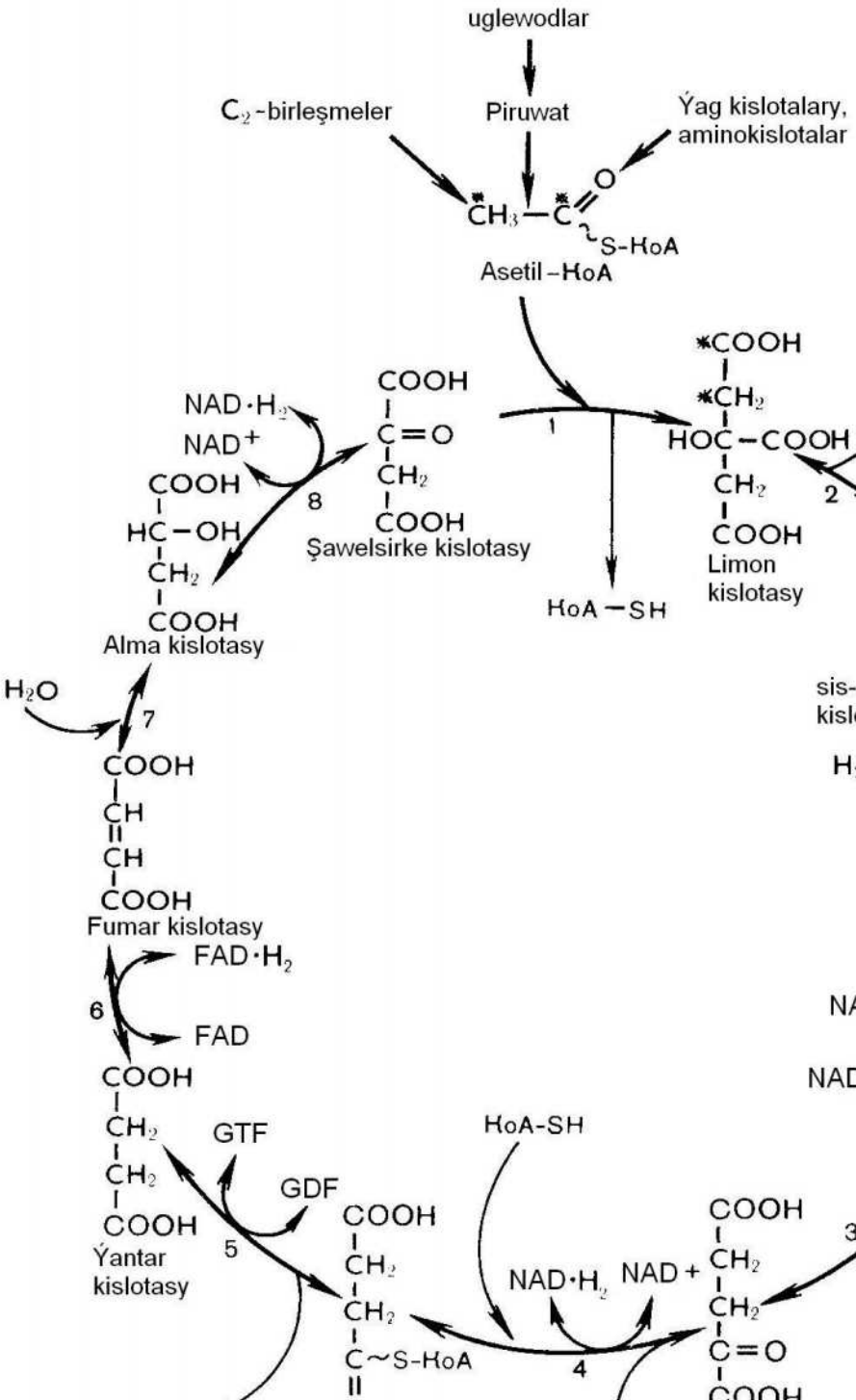
başlanýar. Reaksiýanyň netijesinde erkin KoA we limon kislotasy emele gelýär (sur. 35).

Krebsiň aýlawy öýjük üçin iki sany möhüm işi ýerine ýetirýär. Bu aýlawyň reaksiýalarynda kislorodyň bölünip aýrylmagy bilen organiki substratyň doly okislenmegi we onuň fermente geçmekligi bolup geçýär, ondan başga-da biosintez hadysalary üçin öýjüge gerek bolan maddalar – şawelsirke, ýantar, α-ketoglutar we beýleki kislotalar bilen üpjün edilýär. Krebsiň aýlawynyň umumy deňlemesini aşakdaky ýaly görkezmek bolar:

$$CH_3COCOOH + 2H_2O \longrightarrow 3CO_2 + 8H$$

Krebsiň aýlawy üçin başlangyç substrat diňe uglewodlar bolman, ýag kislotalary we köp sanly aminokislotalar hem bolup bilýär.

Dem alyş zynjyrynyň esasy wezipesi energiýa ätiýaçlygy bilen üpjün etmekdir.


uglewodlar
C2-birleşmeler
Piruwat
Ýag kislotalary, aminokislotalar
Asetil-HoA
S-HoA
COOH
CH2
HOC-COOH
Limon kislotasy
HoA-SH
H2O
sis-Akonit kislotasy
NAD·H2
NAD+
Şawelsirke kislotasy
HC-OH
Alma kislotasy
Fumar kislotasy
FAD·H2
FAD
Ýantar kislotasy
GTF
GDF
HoA-SH
NAD·H2
NAD+
C~S-HoA
C=O
NAD(F)+
NAD(F)·H2
1
2
3
4
5
6
7
8

Sur. 35. Krebsiň aýlawy

Anaerob okislenme

Anaerob okislenme diňe prokariot şalygynyň wekillerinde duş gelýär. Bulara denitrifikatorlar mysal bolýar. Olar aerob şertde organiki maddalary Krebsiň aýlawy boýunça okislendirýärler. Denitrifikatorlar kislorod bolmadyk ýagdaýynda nitrat dem alyşa geçýärler. Prokariotlaryň 70-den gowrak urugy şeýle usulda dem alýarlar. Bu hadysa nitratreduktaza fermenti gatnaşýar. Ol ferment nitratlar bar bolan gurşawda öýjükde diňe anaerob şertde sintezlenýär.

Sulfatlary dikeldiji bakteriýalar hem anaerob okislenme geçirmeklige ukyplydyrlar. Bularyň bir öýjükli we sapak şekilli görnüşleri bolýar. Uglerod we energiýa çeşmesi hökmünde bu bakteriýalar organiki kislotalary, spirtleri we käbir gantlary peýdalanýarlar. Bakteriýalaryň bu toparlary molekulýar wodorody okislendirip, sulfatlary dikeltmek bilen energiýa almaklyga ukyply:

$$4H_2 + \overset{+6\ -2}{S\,O_4} \longrightarrow \overset{-2}{S} + 4H_2O$$

Metan emele getiriji bakteriýalar hem molekulýar wodorody okislendirip energiýa alýarlar we CO_2-ň elektronlaryny akseptor we uglerod çeşmesi hökmünde peýdalanýarlar.

$$4H_2 + CO_2 \longrightarrow CH_4 + 2H_2O$$

Prokariotlaryň içinde anaerob bakteriýalar has gadymylarydyr. Olar özüne gerek bolýan energiýany substrat fosfolirlenmäniň hasabyna ajamak hadysasyndan alýarlar.

Prokariotlaryň anabolizmi

Prokariot öýjükleriň esasy düzüm bölekleri organiki maddalardan – polisaharidlerden, beloklardan, nuklein kislotalaryndan we lipidlerden durýar. Öýjükde organiki maddalaryň sintezi, katabolizm hadysasynda alnan energiýanyň hasabyna bolup geçýär.

Uglewodlaryň biosintezi. Prokariotlar düzümine uglewodlar giríýän mono-, oligo- we polisaharidleri sintezlemeklige ukyplydyrlar.

Prokariot – awtotroflaryň uglewodlary sintezlemegi üçin CO_2 başlangyç material bolup hyzmat edýär.

Kömürturşy gazynyň sorulmagy netijesinde emele gelen monosaharidler oligo- we polisaharidleriň sintezi üçin peýdalanylýar. Polisaharidleriň biosintezi transglikozirlemek ýoly bilen amala aşyrylýar we mydama energiýanyň harçlanmagy bilen geçýär.

Geterotrof – prokariotlar C_2- we C_3- birleşmelerden uglewodlary sintezlemeklige ukyplydyrlar, munda olar ters tarapa gidýän glikolitik ýoluň reaksiýalaryndan peýdalanýarlar.

Ähli – geterotrof organizmler düzüminde uglerod saklaýan organiki maddalary özleşdirmekden başga-da kömürturşy gazyny hem sorup alýarlar we ony anabolizm we katabolizm hadysalarynda ulanýarlar. Geterotrof mikroorganizmlerde öýjük maddalaryna CO_2-ň goşulmaklygy karboksirlenmek reaksiýalarynda bolup geçýär.

Aminokislotalaryň biosintezi. Köp prokariotlar öýjügiň düzümine gatnaşýan ähli aminokislotalary sintezlemeklige ukyplydyrlar. Metabolizmiň aralyk önümleri bolan α-ketoglutar, şawelsirke, piroüzüm, 3-fosfogliserin kislotalary aminokislotalaryň sintezi üçin başlangyç materiallardyr. Molekulýar azot, nitritler, nitratlar ýa-da ammiak azodyň çeşmesi hasaplanýar.

Aminokislotalaryň biosintezi dürli ýollar bilen geçýär. Iň ýönekeý ýoly ammiak bilen ketokislotalaryň göni aminirlenmegidir. Glutamatdegidrogenaza fermentiniň gatnaşmagynda α-ketoglutar kislotasy ammiak bilen özara täsirleşip glutamin kislotasy emele gelýär:

$$HOOC–(CH_2)_2–CO–COOH + NH_3 + NAD(F)\cdot H_2 \xleftrightarrow{\text{glutamat degidrogenaza}} HOOC–(CH_2)_2–CHNH_2–COOH + NAD(F)^+ + H_2O$$

Köp aminokislotalaryň we beýleki azot saklaýan organiki birleşmeleriň biosintezinde glutamin kislotasy aminotoparyň donory bolup hyzmat edýär.

Geterotrof prokariotlaryň öýjüklerinde aminokislotalaryň biosintezi, esasan aminokislotalaryň pereaminirlenmek ýoly boýunça

geçýär. Bu sintez aminotransferaz fermentiniň gatnaşmagynda amala aşýar.

$$HOOC–(CH_2)_2–CHNH_2–COOH + HOOC–CH_2–CO–COOH \longrightarrow$$

glutamin kislotasy şawelsirke kislotasy

$$\longrightarrow HOOC–CH_2–CHNH_2–COOH + HOOC–(CH_2)_2–CO–COOH$$

asparagin kislotasy α-ketoglutar kislotasy

VI. MIKROORGANIZMLERIŇ ESASY BIOGEN ELEMENTLERIŇ ÖWRÜLIŞIGINE GATNAŞYGY

Tebigatda maddalaryň öwrülişiginde mikroorganizmleriň ähmiýeti

Biziň planetamyzda ýaşaýşyň mümkin bolmagyny, ondaky biogen elementleriň üznüksiz öwrülip durmagy üpjün edýär (C,O_2, H_2, P, S we ş.m.). Şu elementleriň öwrülişiginde esasy orny prokariotlar oýnaýarlar. Mysal üçin: atmosferada CO_2-ň mukdary örän ujypsyzja bary-ýogy 0,03 %-dir, eger-de onuň üsti doldurylyp durman, biosintez hadysasynda üznüksiz ulanylsa onda ol 37-40 ýylda doly ulanylyp gutarardy. Soňra ýaşaýyş mümkin bolmazdy. Emma bu beýle bomaýar. Mikroorganizmleriň dürli toparlarynyň organiki maddalary dargatmagy netijesinde, CO_2-ň 90%-i atmosfera gaýdyp gelýär, galan 10%-i eukariotlaryň dem alşynyň we adamlaryň hojalyk işleriniň netijesinde doldurylýar. Kömürturşy gazyndan başga-da organiki maddalar darganda howa H_2, H_2S, N_2, NO_2, CH_4ýaly gazlar hem gaýdyp barýar. Mikroorganizmler diňe tebigatyň sanitarlary bolman, howanyň düzümini hem mydamalyk saklaýarlar.

Mikroorganizmler topragyň çüýrüntgileriniň emele gelmeginde, toprak minerallarynyň, toprak emele getiriji jynslaryň dargamagynda örän wajyp orun tutmak bilen esasy biogen elementleriň fosforyň we kaliniň boşamagynda uly ähmiýete eýedir.

Prokariotlaryň tebigatda maddalaryň aýlanyşygynda esasy orny eýelemeginde mikroorganizmleriň sanynyň örän köplügi, ähli şertlerde ýaşamaga ukyplylygy we mikrob öýjüginiň uniwersal

fermentatiw enjamynyň dürli substratlaryň maddalaryny özleşdirip bilmegi bilen kesgitlenilýär.

Köplenç ýagdaýlarda substratyň aýratyn maddalary mikroorganizmleriň aýratyn toparlarynyň gatnaşmagynda özleşdirilýär. Mikroorganizmleriň şeýle toparlaryna **fiziologiki toparlar** diýlip at berilýär. Mysal üçin: kletçatkanyň ýa-da sellýulozanyň dargamagy kletçatkany dargadyjy bakteriýalar tarapyndan, ammoniý duzlarynyň nitritlere we nitratlara çenli okislenmegi nitrifisirleýji bakteriýalar tarapyndan, azot saklaýjy organiki maddalaryň ammiagyň bölünip çykmagy bilen minerallaşmagy ammonifisirleýji bakteriýalar tarapyndan amala aşyrylýar.

Mikroorganizmleriň uglerodly birleşmeleriň öwrülişigindäki orny

Uglerod organiki maddalaryň düzümine gatnaşýan esasy gurluşyk materialy hasaplanýar. Uglerod saklaýan maddalaryň öwrülişigi ýer ýüzüniň ähli janly organizmlerini bir aýlawa birleşdirýär.

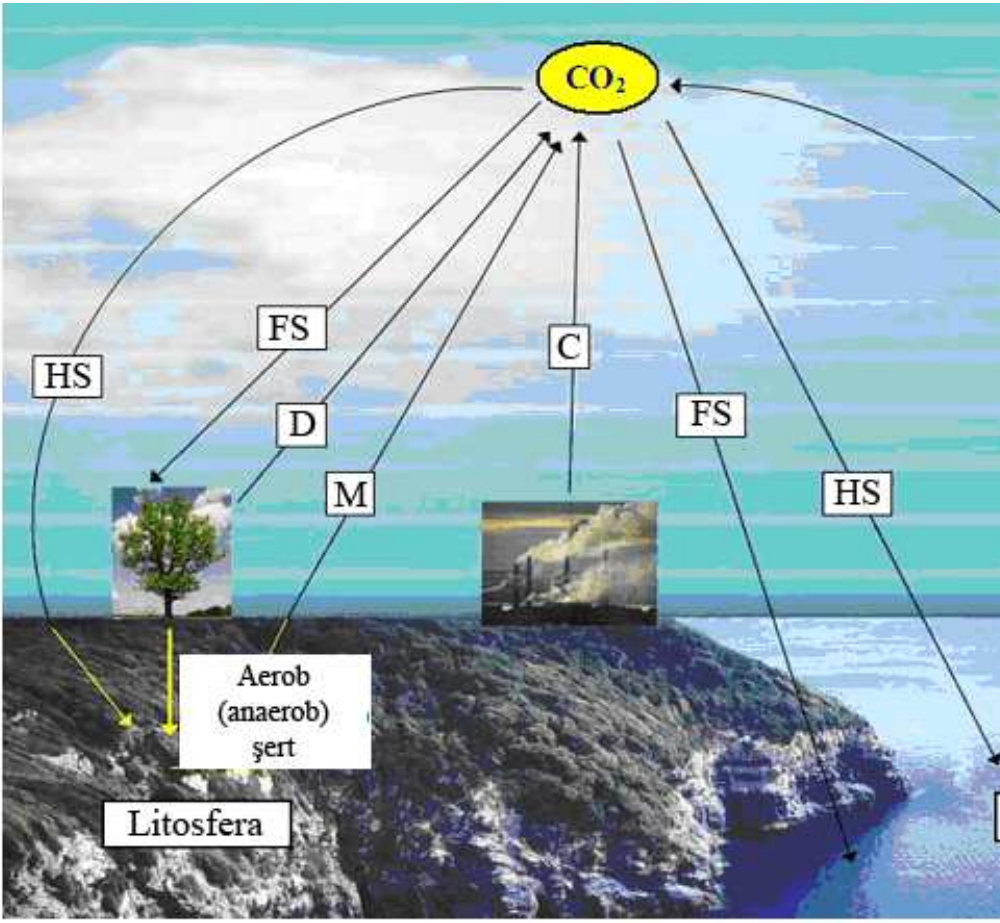
Uglerod saklaýan maddalaryň öwrülişiginde esasy 2 döwri tapawutlandyrmak bolýar. Şonuň birinji döwri bolup, atmosferanyň kömürturşy gazynyň sorulyp alynmagy we onuň hemosintez we fotosintez netijesinde organiki maddalara çenli dikelmegi hasaplanylýar. Fotosintez hadysasynda organiki maddalaryň emele gelmeginde esasy orun ösümliklere degişli bolýan hem bolsa gök – ýaşyl suwotylary, fotosintezleýji bakteriýalar hem organiki maddalaryň emele gelmeginde öz wajyp goşandyny goşýarlar.

Organiki maddalaryň emele gelmegi haýwanlaryň, ösümlikleriň we prokariotlaryň organizminde çylşyrymly öwrülişiklere sezewar bolup, olar ýaşamagyny bes edenden soňra organiki maddalar dargap, topraga goşulýar.

Uglerod saklaýan maddalaryň öwrülişiginiň ikinji döwrüni– organiki maddalaryň minerallaşmagyny amala aşyrýan dürli fiziologiki toparlara degişli mikroorganizmler ýerine ýetirýärler. Şu hadysalaryň netijesinde kömürturşy gazy atmosfera howasyna ujypsyz mukdarda (0,03%) bolsa-da gaýtarylyp berilýär. Uglerod saklaýan maddalaryň öwrülişigi bilen bir wagtyň özünde kislorodyň

öwrülişigi hem bolup geçýär. Meselem: ösümlikleriň we sianobakteriýalaryň fotosintezi mydama atmosfera howasyna kislorodyň bölünip çykmagy bilen geçýär. Tebigatda aerob hadysalar – organiki maddalaryň minerallaşmagy atmosfera howasynda kislorody sorup almak bilen geçýär (sur. 36).

Ýer planetamyzda organiki maddalaryň ortaça ýyllyk mukdary $33 \cdot 10^{11}$ kg deňdir. Şu önümiň esasy agramyny ösümlik gelip çykyşly organiki birleşmeler düzýär. Şu birleşmeleriň esasy düzümine suwda ereýän maddalar (gantlar, organiki kislotalar, spirtler) gowşak ereýän (gemisellýuloza), suwda eremeýän (krahmal, pektin, sellýuloza, ýaglar, smolalar, uglewodorodlar) kynlyk bilen dargaýan (lignin) maddalary giryär.



Sur. 36. Uglerodyň öwrülişiginiň shemasy:

FS – fotosintez; HS – hemosintez; D – dem alyş; M – minerallaşmak; C - ý

Düzüminde azot saklamaýan organiki maddalaryň dargamagyna bakteriýalar, kömelekler, oňurgasyzlar (ýönekýler, gurçuklar, molýuskalar) we oňurgaly haýwanlar gatnaşýarlar, ýöne şu hadysalarda esasy orun mikroorganizmlere degişlidir.

Sellýulozanyň dargamagy

Sellýuloza tebigatda has giň ýaýran organiki birleşmelere degişlidir. Onuň düzümini 50% köpräk organiki uglerod tutýar. Sellýulozanyň sintezini esasan ýokary derejede ösümlikler amala aşyrýarlar. Pes derejeli organizmlerden sellýulozany sintezlemeklige käbir kömelekler we prokariotlaryň aýratyn wekilleri (sirketurşy bakteriýalar *Acetobacter xylinum*) ukyplydyrlar.

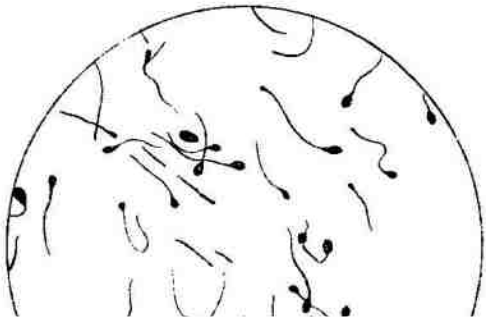
Sellýuzlozanyň dargamagy uglerodly maddalaryň öwrülişiginde esasy orun tutýar. Munuň netijesinde bolsa kömürturşy gazynyň esasy bölegi atmosfera howasyna gaýtarylyp berilýär. Toprakda sellýulozanyň dargamagy toprak strukturasynyň emele gelmegine we topragyň çüýrüntgili maddalar bilen baýlaşmagyna getirýär.

Sellýulozanyň dargamagy birnäçe döwri öz içine alýan fermentleriň gatnaşmagynda geçýän gidroliz hadysasydyr. Ilki bilen sellýuloza fermentiniň täsirinde suwda eremeýän sellýuloza sellobioza öwrülýär. Soňra sellobioza β – glikozidaza fermentiniň täsirinde glýukoza çenli dargaýar.

$$(C_6H_{10}O_5)_n+H_2O \longrightarrow nC_{12}H_{22}O_{11}+H_2O \longrightarrow nC_6H_{12}O_6$$

Glýukoza aerob şertde CO_2 we H_2O çenli okislenýär. Glýukoza anaerob şertlerde bolsa, organiki kislotalaryň (sirke, ýantar, ýag, süýt, garynja) etil spirtiniň we gazlaryň (CO_2 we H_2) emele gelmegi bilen ajaýar. Ahyrky önümiň düzümi bolsa ajadyjy mikroorganizmleriň görnüşlerine baglydyr.

Aerob şertlerde turşy topraklarda sellýulozany (ösümlik galyndylarynda) *Fusarium, Penicillum* ýaly kömelekler dargadýarlar, Çemenlik we sähra topraklarda bolsa ony miksobakteriýalar dargadýarlar. Şeýle hem sellýulozanyň aerob dargamagyna aktinomisetler hem gatnaşýarlar.



Sur. 37. Anaerob şertde sellýulozany dargadyjy bakteriýa *Clostridium omelianskii (x800)*

Sellýulozanyň anaerob dargamagyny

Clostridium urugyna degişli bakteriýalar amala aşyrýarlar. Anaerob şertde sellýulozany dargadyjy bakteriýalaryň tipiki wekili Cl.omelýanskiýdir (sur. 37). Bu bakteriýany 1902-nji ýylda W.L.Omelýanskiý bölüp aldy we öwrendi. Bu bakteriýa taýajyk görnüşli bolup, ululygy 4,0 – 12,0 x 0,3 – 0,5 mkm, ýaş wagtynda hereketjeň, garran döwründe baraban taýajygyna meňzeş, öýjügiň bir tarapynda spora emele getirýär. Bu bakteriýanyň ösmegi üçin amatly temperatura 30–40°C. Anaerob şertde sellýulozany dargadyjy bakteriýalaryň arasynda termofil görnüşleri hem bar, olaryň ýaşamagy üçin oňaýly temperatura 60–65°C. Termofil görnüşine *Cl.termocellum* degişli bolup gyzyşan dänelerde, silosda, dersde duş gelýär.

Kletçatkany dargadyjy bakteriýalar ot iýýän haýwanlaryň iýmit bişiriş ulgamynda hem bolýar. Gäwüşeýän mallaryň aşgazanynda sellýulozanyň dargamagyna *Ruminococcus flarefaciens* we *Cl.cellobioparum* bakteriýalary işjeň gatnaşýarlar.

Sellýulozanyň dargamak hadysasyna gatnaşýan dürli hili mikroorganizmler dürli gurşawlarda, dürli temperaturalarda, dürli çyglylykda, aerob we anaerob şertlerde ýaşamak bilen bu tebigy hadysanyň giňişleýin geçýändigini görkezýär.

Gemisellýulozanyň dargamagy

Gemisellýuloza tebigatda mukdary boýunça sellýulozadan soňra ikinji orunda duryar. Ol ösümlik dokumalarynyň öýjük ara maddalarynyň düzümine gatnaşmak bilen agajyň esasy daýanç düzümi hasaplanylýar. Gemisellýulozany käbir pes derejeli organizmler sintezleýär. Kömeleklerde we maýa kömeleklerinde gemisellýuloza polisaharidleriň öýjükden daşky düzümine gatnaşýar.

Himiki düzümi boýunça gemisellýuloza molekulasynda pentozlary (ksiloza, arabinoza) geksozlary we glýukuran kislotasyny saklaýan çylşyrymly polisaharid hasaplanylýar. Tebigatda gemisellýulozany dargatmakda ksilanaza fermentini sintezleýän köp sanly mikroorganizmler gatnaşýarlar. Ksilanaza fermenti polisaharid molekulasynyň ýönekeý birleşmelere çenli dargamagyny amala aşyrýar. Dürli ösümlikleriň gemisellýulozasy öz himiki düzümi

boýunça belli bir derejede tapawutlanýar. Şoňa görä onuň dargama tizligi dürlüçedir.

Ligniniň dargamasy

Lignin tebigatda mukdary boýunça sellýulozadan we gemisellýulozadan soňra üçünji orunda durýar. Ol diňe ýokary derejeli ösümlikler tarapyndan sintezlenip öýjük gabygynyň ikilenji gatlagyny emele getirýär. Ýaş ot ösümliklerde ligniniň mukdary köp däl, ol bary-ýogy 3-6%-i düzýär. Ösümlikleriň garramagy bilen ligniniň mukdary artýar.

Ligniniň himiki düzümi häzire çenli doly öwrenilen däldir. Onuň dürli ösümliklerde birmeňzeş däldigi kesgitlenen. Ligniniň çylşyrymly strukturasy onuň düzüminde köp sanly polimerleşen monomer toparlaryň (fenilpropanyň önümleriniň) bardygy bilen kesgitlenilýär.

Tebigatda ligniniň dargamagy ýokary derejeli kömelekleriň (bazidiomisetleriň), Gramotrisatel bakteriýalaryň gatnaşmagynda geçýär. Toprakda ligniniň dargamagy örän haýal geçýär.

Pektiniň dargamagy

Pektin ösümlik öýjügine berklik berýän esasy madda hasaplanylýar. Esasan hem pektin ösümlikleriň miwesinde saklanýar. Mysal üçin: antonowka almasynyň miwesinde pektiniň mukdary 30%-e çenlidir.

Himiki düzümi boýunça pektinler galakturon kislotasynyň şahalanmadyk polimeridir. Ösümlik dokumalarynda pektin maddasynyň üç topary tapawutlandyrylýar: protopektin – suwda eremeýän birleşme, pektin – galakturon kislotasynyň suwda ereýän polimeri, pektin kislotasy galakturon kislotasynyň metil efir baglanyşygy bolmadyk suwda ereýän polimeridir.

Pektin kislotasynyň dargamak reaksiýasyny şu aşakdaky deňleme bilen aňlatmak bolar.

$$C_{46}H_{68}O_{40} + 10H_2O \longrightarrow 4CHO(CHOH)_4COOH + C_6H_{12}O_6 +$$

Galakturon kislotasy galaktoza

$$+ C_5H_{10}O_5 + C_5H_{10}O_5 + 2CH_3OH + 2CH_3COOH$$

ksiloza arabinoza metil spirti sirke kislotasy

Ýokardaky deňlemeden görnüşi ýaly pektin kislotasynyň dargama önümleri ksiloza, arabinoza, metil spirti, sirke kislotasy hasaplanylýar. Aerob şertlerde mikroorganizmleriň gatnaşmagynda okislenme hadysasy kömürturşy gazy we suwa çenli, anaerob şertlerde bolsa, ýag turşy ajamak ýaly geçýär.

Tebigatda pektin maddalaryny kömelekler we bakteriýalar dargadýarlar. Aerob şertlerde bolsa, pektin maddalary kömelekler arkaly dargadylýar.

Pektin maddalarynyň dargadylmak hadysasynyň esasynda zygyr, kenep, jut we ş.m. süýümleriň senagat önümçiligi ýatýar.

Uglewodorodlaryň öwrülişigi

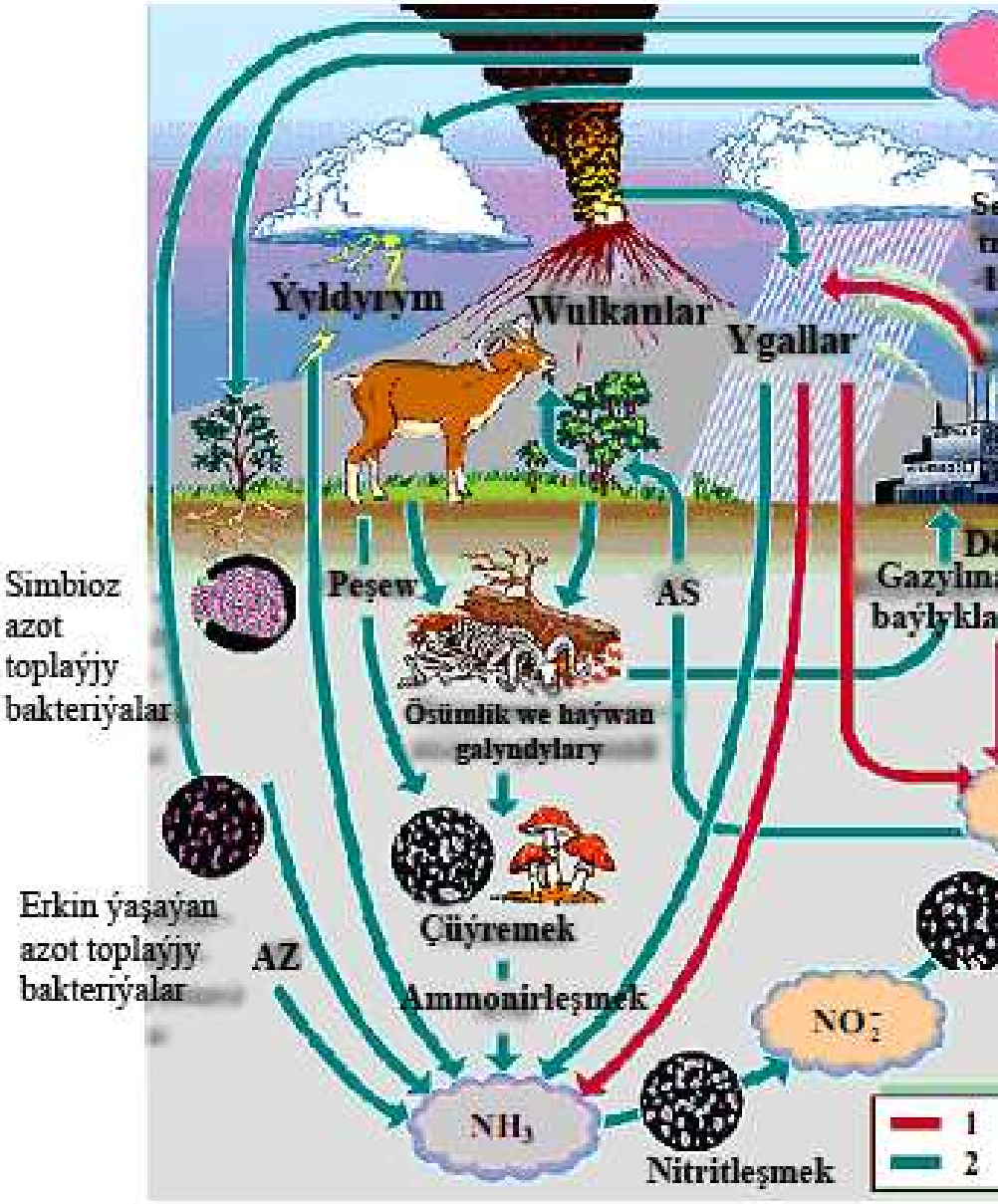
Ýokary himiki durnuklylygyna seretmezden uglewodorodly birleşmeler mikroorganizmleriň dürli toparlarynyň gatnaşmagynda dargadylýar. Uglewodorodlar himiki düzümi boýunça dürli himiki tebigatly birleşmeler hasaplanylýar. Uglewodorodlaryň arasynda has durnuklylary aromatiki uglewodorodlar – monosikliki (benzol, toluol, ksilol) we polisikliki (naftalin, fenantren, antrasen) hasaplanýar. Aromatiki uglewodorodlaryň doly okislenmeginiň ahyrky önümi bolup, kömürturşy gazy we suw hasaplanylýar. Dargamanyň ahyrky mikrobiologiki öwrülişiginde gaz görnüşli uglewodorodlar (metan, etan, propan, butan) hem dargaýarlar. Gaz görnüşli uglewodorodlary dargadýan mikroorganizmlere **metillotroflar** diýilýär. Uglerod saklaýan maddalaryň tebigatdaky öwrülişigine seretmek bilen, onuň belli bir böleginiň uglerod aýlanyşygyna gatnaşýandygyny gördük. Bu uglerod toprak çüýrüntgilerinde, ýanyjy slanslarda, torfda, nebitde, gazlarda we daş kömürde artygy bilen saklanýar.

Azot saklaýan maddalaryň öwrülişigi

Tebigatda islendik senozyň hasyllylygy, onda saklanýan iýmitlik maddalara, esasan azodyň mukdaryna baglydyr. Emma toprakda azotly maddalar esasan ösümlige elýeterli däldir. Ony mikroorganizmler dargatmak netijesinde ösümlikler ulanar ýaly

ýagdaýa getirýärler. Azot saklaýan maddalaryň öwrülişigi biri-biri bilen bagly bolan yzygiderlikli etaplar boýunça geçýär (sur. 38).

1. Ammonileşmek.
2. Nitritleşmek.
3. Denitritleşmek.
4. Molekulýar azodyň biologiki berkidilişi.



Sur. 38. Azodyň öwrülişiginiň shemasy:
1 – adamyň işjeňligi; 2 – tebigatyň işjeňligi; AS – ösümlikleriň we mikroorgan
assimilýasiýasy; AZ – azodyň toplanyşy

Şu etaplara aýry-aýrylykda seredip geçeliň.

Ammonileşmek. Dürli hili azot saklaýan maddalar topragyň azot saklaýan maddalarynyň 99%-ni tutýar. Olardan ilkinjisi beloklar bolup, onuň paýyna azot saklaýan maddalaryň 50%-ti düşýär.

Toprakdaky ammonileşdiriji bakteriýalar, toprak gurşawyna proteolitik ekzofermentleri çykarýar, olar bolsa, öz gezeginde belogyň molekulasyndaky peptid baglanyşyklary has ownuk polipeptidlere we oligopeptidlere çenli dargadýar. Polipeptidler we oligopeptidler bolsa, bakteriýal öýjüginiň sitoplazmatiki membranasyndan öýjük içki fermentleriň (peptidaza), gatnaşmagynda aminokislotalara çenli dargaýar. Emele gelen aminokislotalar mikrob öýjüginde geçýän biosintez hadysalaryna gatnaşyp bilýär ýa-da mikrob öýjüginde geçýän katabolizm hadysalarynyň substraty bolup hyzmat edýär.

Aminokislotalaryň soňky dargamagy olardan amin toparlarynyň aýrylyp, ondan ammiagyň bölünip çykmagy bilen geçýär. Dezaminirlenme hadysasy dürli ýollar bilen geçýär.

Köplenç dezaminirlenme okislenme ýoly bilen geçip, oňa molekulýar kislorod gatnaşýar we ammiak gazy bölünip çykýar.

$$R - CHNH_2 - COOH + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow R - CO - COOH + NH_3$$

Käte bolsa, aminokislotalaryň dezaminirlenme okislenmesi dekarboksilirlenme ýoly bilen geçýär.

$$R - CHNH_2\text{-}COOH + O_2 \longrightarrow R - COOH - CO_2 + NH_3$$

Köp aminokislotalar NAD-a bagly bolup degidrogenazanyň täsirinde gidrolitik dezaminirlenme sezewar bolýar:

$$R - CHNH_2 - COOH + NAD^+ + H_2O \longrightarrow R - CO - COOH + NAD{\cdot}H_2 + NH_3$$

Uglerod saklaýan maddalaryň ykbaly aminokislotalaryň dezaminirlenmek hadysasynda dürlüçe bolmagy mümkindir. Olaryň käbiri piroüzüm kislotasy, ketoglutar kislotasy, şawelsirke kislotasy, öýjüginiň madda çalyşyk hadysasyna gatnaşýarlar, başgalaraý bolsa (köplenç organiki kislotalar) ýene-de öwrülişige sezewar bolýarlar.

Aerob şertlerde aminokislotalaryň dezaminirlenmegi örän çaltlyk bilen geçip, CO_2, H_2O we sulfatlar emele gelýär.

Anaerob şertlerde bolsa, aminokislotalar birlenji aminleriň we kömürturşy gazynyň emele gelmegi bilen dekarboksirlenýär, emele gelen zäherli maddalara kadawerin, putressin, agmatin ýaly jeset zäherleri adyny alan maddalar degişlidir.

$NH_2CH_2(CH_2)_3CHNH_2COOH \longrightarrow NH_2CH_2(CH_2)_3CH_2NH_2+CO_2$

Lizin

kadawerin

Aminokislotalaryň anaerob ajamak hadysasynda ýakymsyz ysly ammiak, kükürtli wodorod, indol we skatol ýaly ýörite maddalar emele gelýär. Şoňa görä durmuşda beloklaryň anaerob ammonileşmek hadysasy çüýremek adyny alýar. Beloklaryň ammonileşmek hadysasyna biri-biriniň üstüni doldurýan birnäçe mikroorganizmleriň toparlary gatnaşýarlar. Aerob şertlerde beloklaryň ammonileşmekligine spora emele getirmeýän bakteriýalaryň şu aşakdaky uruglary *Micrococcus, Arthrobacter, Pseudomonas, Proteus,* şeýle hem mikobakteriýalar we heň kömelekleri gatnaşýar. Soňra olary dürli görnüşli basillalar (*Bacillus subtilis, Bac.megaterium, Bac.mesentericus, Bac.mycoides*) çalyşýar. Jemleýji etrapyna bolsa aktinomisetler gatnaşýarlar. Anaerob şertlerde bolsa, beloklaryň ammonileşmeklerini *Clostridium* urugyna degişli bakteriýalar amala aşyrýar.

DNK we RNK çylşyrymly polimer birleşmeler hasaplanylýar. Nuklein kislotalarynyň ammonileşmegi gidrolitik ribonukleaza we dezoksiribonukleaza fermentleriniň gatnaşmagynlda mononukleotidlere dargamak bilen geçýär.

Mononukleotidler bolsa, fosfor kislotasynyň galyndysyna we ganda dargaýar. Emele gelen azot saklaýan esaslar moçewina we aminokislotalara, olar hem öz gezeginde organiki kislotalara we ammiaga dargaýarlar. Mononukleotidlerden gandyň bölünmesi aerob şertlerde ahyrky önümler CO_2 we H_2O çenli okislenmek bilen geçýär. Anaerob şertlerde bu hadysa ýuwaş-ýuwaşdan ajamak arkaly geçýär.

Belok däl tebigatly azot saklaýan organiki birleşmeler adamyň we haýwanyň peşewiniň düzümine gatnaşýan moçewina, peşew we gippur kislotasy hem dezaminirlenýär. Moçewina kömelekleriň ýaşaýyş işjeňligi netijesinde emele gelýän argininiň gidrolitiki

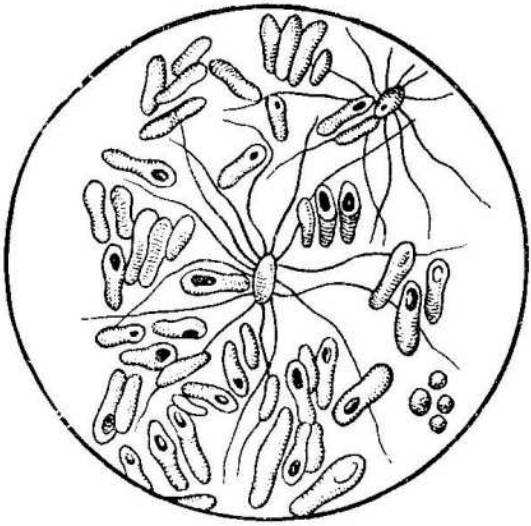
dargamasynda emele gelýär. Köp mikroorganizmler moçewinany öz beloklaryny sintezlemekde azotly maddalaryň çeşmesi hökmünde peýdalanýarlar.

Mikroorganizmlerden bölünip çykýan ureaza fermentiniň täsirinde moçewina gidroliz geçýär we kömürturşy ammoniniň emele gelmegi bilem dargaýar. Olar hem şol bir wagtyň özünde ammiaga, CO_2 we H_2O dargaýarlar.

$$CO(NH_2)_2+2H_2O \longrightarrow (NH_4)_2CO_3$$

$$2NH_3 + CO_2 + H_2O$$

Moçewinany dargadýan bakteriýalara urebakteriýalar diýilýär. Oňa *Sporasarcina ureae, Micrococcus ureae, Urobacillus pasteurii* ýaly bakteriýalar gatnaşýarlar (sur. 39). *Urobacillus pasterii* – iri taýajyk bolup, spora emele getirýär, hereketjeň, bedeninde köpsanly žgutikleri bardyr. Urebakteriýalaryň esasy häsiýeti olaryň aşgar gurşawda PH 9-10 bolanda hem ýaşamak ukybyny saklamagydyr. Gippur we peşew kislotalary hem mikroorganizmleriň madda çalyşyk hadysasynda emele gelýän maddalaryň täsirinde dargaýarlar.



Şeýlelikde azodyň öwrülişigi netijesinde beloklaryň we belok däl tebigatly maddalaryň dargamagynda ammiak emele gelýär. Tebigatda azor saklaýan maddalaryň ammonileşmekligini mikroorganizmler amala aşyrýarlar we planetamyzyň sanitarlary hasaplanýarlar.

Sur. 39. *Urobacillus pasteurii.*
Sporaly taýajyklar (x1000 esse)

Nitritleşmek

Ammonileşmekde emele gelen ammiak toprakda we suwda nitrifisirleýji mikroorganizmleriň kömegi bilen okislenip nitritlere we nitratlara öwrülýärler. Nitritleşmek hadysasyny ilkinji bolup L.Paster öwrenipdir. Soňra 1890–1892-nji ýyllarda S.N.Winogradskiý nitrifisirleýji bakteriýalaryň arassa kulturasyny alyp bu hadysanyň iki etapda geçýändigini düşündirýär.

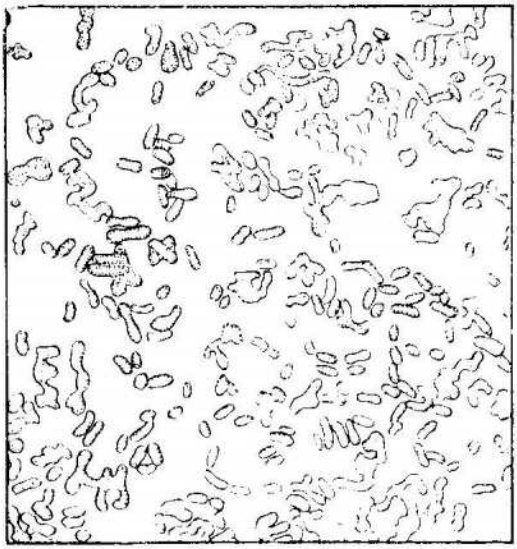
Nitritleşmegiň birinji etapyny nitroz bakteriýalary amala aşyrýar we ammiagy ýa-da ammoniniň duzlaryny nitritlere çenli okislendirýär. Bu bakteriýalar *Nitrosomonas, Nitrosococcus, Nitrosolobus, Nitrosospiro* ýaly uruglaryň wekilleridir.

$$NH^{+}_{4} + 1\frac{1}{2}O_2 \longrightarrow NO^{-}_{2} + H_2O + 2H^{+}$$

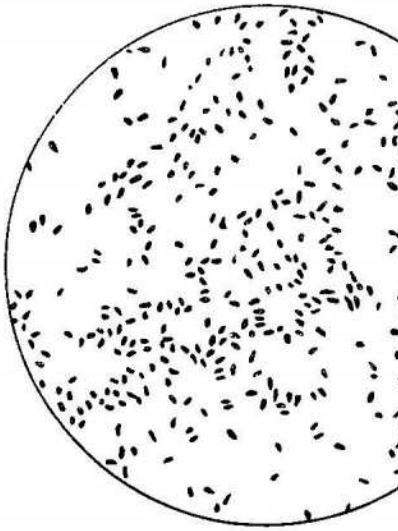
Nitroz bakteriýalarynyň içinde Nitrosomonas has gowy öwrenilendir (sur. 40). Onuň öýjükleri gysga taýajyk şekilli, 1,0–1,5 mkm ululykda bolup, hereketjeň ýa-da hereketjeň däl, ýeke ýa-da gysgajyk zynjyr görnüşinde.

Häzirki wagtda bu etap hem birnäçe yzygiderlikde geçýändir diýen pikir bar. Birinji etapda monoksigenaza fermentiniň gatnaşmagynda ammiak gidroksilamine çenli okislenýär.

$$NH_3 + O_2 + HAD \cdot H_2 \longrightarrow NH_2OH + H_2O + HAD^{+}$$



Sur. 40. *Nitrosomona*



Sur. 41. *Nitrobacter*

Soňra gidroksilamin hem gidroksilaminoksidoreduktaza fermentiniň täsirinde aralyk önüm nitroksiliň üsti bilen nitritlere çenli okislenýär.

$$NH_2OH+O_2 \longrightarrow NO_2^- +H_2O+H^+$$

$$NH_2OH \longrightarrow HNO+2e^- +2H^+$$

Nitroksil

Şunlukda okislenme reaksiýalarynda boşan we öýjügiň ATF-de toplanýan energiýa, CO_2-ň sorulmagyna we beýleki biosintez hadysalary üçin harçlanýar. Nitritleşmegiň ikinji etapyny – nitritleriň nitratlara okislenmegini *Nitrobacter Nitrospina, Nitrococcus* uruglarynyň wekilleri amala aşyrýarlar.

$$NO^-_2+\frac{1}{2}O_2 \longrightarrow NO_3^-$$

Nitrat bakteriýalarynyň içinde *Nitrobacter* has gowy öwrenilen (sur. 41). Öýjükleri ýumurtga şekilli bolup, pyntyklap köpelýär, ýaş öýjüklerinde bir sany žgutigi bolýar, adatça hereketjeňdir.

Nitritleşdiriji ähli bakteriýalar obligat aeroblardyrlar. Olaryň köpüsi hemolitoawtotroflardyr. Nitritleşdiriji bakteriýalar ähli topraklarda, dürli suwlarda bolup, 25-30°C temperaturada we PH-7,5-8 bolanda oňat önüp ösýärler.

Nitritleşmek hadysasy azot saklaýan maddalaryň öwrülişiginde ikinji esasy bölek hasaplanylýar. Nitratlar ösümlikleriň iýmitlenmegi üçin gerek bolan mineral azodyň çeşmesi hasaplanylýar. Nitratlaryň toprakda kadaly bolmagy beýleki fosfor we demir birleşmeleriniň kadaly saklanmagyna kömek edýärler.

Nitritleşmegiň birinji etapy ikinjisine seredende örän güýçli depginde geçýär. Bu hadysanyň birinji etapynda 658 kj energiýa bölünip çykýar:

$$2NH_3 + 3O_2 = 2HNO_2 + 2H_2O + 658 \text{ kj}.$$

Nitritleşmegiň ikinji etapynda energiýanyň mukdary ep-esli derejede az emele gelýär:

$$2HNO_2 + O_2 = 2HNO_3 + 180 \text{ kj}.$$

Nitrifikatorlar hem edil ýaşyl ösümlikler ýaly organiki maddalaryň sintezi üçin howanyň kömürturşy gazyny ulanýarlar ýa-da toprakda bar bolan kömür kislotasynyň bikarbonatlaryny peýdalanýarlar. Bikarbonatlar aňsatlyk bilen dargap, karbonatlara öwrülýärler we CO_2 bölünip çykýar.

$$2NaHCO_3 \rightleftarrows Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

S.N.Winogradskiý nitrifikatorlaryň gurşawdaky organiki maddalara örän duýgurdyklaryny kesgitledi. Organiki maddalar nitrifikatorlara zäherli täsir edýär. Nitrosomonas Nitrobaktere seredende organiki maddalara örän duýgurdyr.

Organiki maddalaryň ujypsyzja konsentrasiýasy, eýýam bakteriýalaryň ösüşini haýalladýar, emma birneme köpräk mukdary ösüşi gutarnykly saklaýar (tablisa 3).

Tablisa 3.

Nitritleşmek bakteriýalarynyň ösüşine organiki maddalaryň täsiri

Maddalar	Nitrit mikroby		Nitrat mikroby	
	Ösüşi haýalladýar	Ösüşi saklaýar	Ösüşi haýalladýar	Ösüşi saklaýar
Üzüm gandy	0,025%	0,05%	0,05%	0,2%
Pepton	0,025%	0,2%	0,08%	1,25%
Asparagin	0,025%	0,3%	0,05%	0,5%

Denitritleşmek

Toprakdaky nitratlaryň köp bölegi güýçli depginde ulanylýar, olaryň bir bölegi ösümlikler tarapyndan ulanylýar, beýleki bir bölegi ýuwulyp gidýär, galan bölegi bolsa mikroorganizmler tarapyndan iýmit görnüşinde ulanylyp denitritleşmek netijesinde azodyň gaz şekilli görnüşlerine çenli dikeldilýär. (NO, N_2O, N_2).

Göni we gyýtak denitritleşmek tapawutlandyrylýar. Göni denitritleşmek biologiki ýol bilen nitritleriň we nitratlaryň dikelmegidir, ony mikroorganizmler geçirýärler. Gyýtak denitritleşmek – arassa himiki hadysa bolup, toprakda nitritleriň aminokislotalar bilen reaksiýasy netijesinde molekulýar azot emele gelýär. Gyýtak denitritleşmek PH 5,5-den aşak bolan turşy topraklar üçin häsiýetlidir:

$$R–CHNH_2–COOH + HNO_2 \longrightarrow R–CHOH–COOH + N_2 + H_2O$$

aminokislota organiki kislota

Tebigatda göni denitritleşmek köp ýaýrapdyr we assimilýasion we dissimilýasion denitrifitleşmeklige bölünýärler. Assimilýasion denitritleşmekde nitratlar ösümlikler we mikroorganizmler tarapynda iýmit hökmünde ulanylyp, azodyň çeşmesi hökmünde hyzmat edýär we NH_3-e çenli dikeldilýär, ol hem öýjük tarapyndan biosintezde ulanylýar. Ösümlikler we köp bakteriýalar assimilýasion denitritleşmäni geçirmäge ukyplydyrlar.

Dissimilýasion denitritleşmek hadysasynda nitritler we nitratlar denitrifisirleýji bakteriýalaryň katabolizm reaksiýalarynda elektronlaryň akseptory hökmünde çykyş edýärler. Dissimilýasion denitritleşmegi hemoorganogeterotrof bakteriýalar geçirýärler.

Mikroorganizmleriň görnüşlerine baglylykda nitritleriň we nitratlaryň dikelmesi azodyň oksidine ýa-da molekulýar azoda çenli geçýär.

$$^{+5}NO^{-}_{3} \longrightarrow N^{+3}O_2 \longrightarrow N^{+2}O \longrightarrow N^{+1}{}_2O \longrightarrow N_2$$

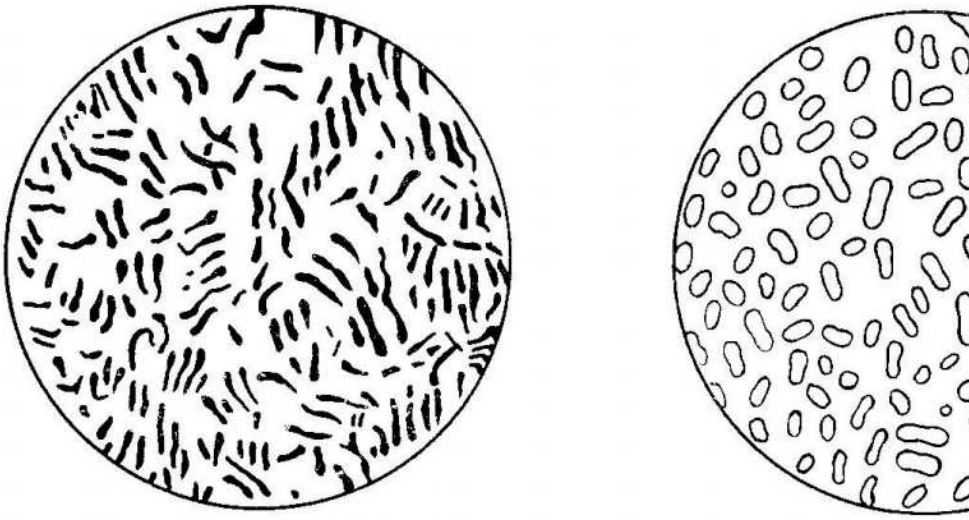
Denitfisirleýän bakteriýalar tebigatda giň ýaýrandyrlar. Olar süýji we duzly suwlarda, dürli tipli topraklarda giň ýaýrandyrlar. Oba hojalygyna dissimilýasion denitrifisirleýän bakteriýalar uly zyýan ýetirýärler. Olar topraga berlen azot döküniniň 5-10 %-ni ulanyp zyýan ýetirýärler. Esasan hem olar agyr, aşa yzgarly topraklarda uly zyýan ýetirýärler. Şonuň üçin topragy ýumşadyp, aerob denitrifisirleýji bakteriýalaryň ýaşamagy üçin şert döredip durmaly.

Molekulýar azodyň biologiki özleşdirilişi

Molekulýar azodyň biologiki özleşdirilişi meselesi biologiki azodyň biosferanyň azot balansynda ägirt uly orun tutýandygy bilen ähmiýetlidir. Bu meseläniň gelejegi adamyň saglygyna we daşky gurşawa zyýansyz, oba hojalygy üçin gerek bolan, arzan azodyň alynmagy bilen baglanyşyklydyr. Toprakda mineral azodyň mukdary köp däl. Ol ortaça sürüm gatlagynda 1 ga ýere 150 kg düşýär. Molekulýar azodyň atmosferadaky mukdary tükeniksizdir. Onuň ätiýaçlygy her ga ýerde örän köp bolup million ýyllaryň dowamynda ösümlikleriň hasyllylygyny üpjün edip biler. Ýöne molekulýar azody ösümlikler hem, haýwanlar hem özbaşdak özleşdirip bilmeýärler. Nitritleşmek örän ajaýyp, hemme tarapalaýyn hadysa bolup, ol diňe prokariotlar tarapyndan amala aşyrylýar. Prokariot şalygynyň içinde howanyň azodyny gök-ýaşyl suwotylary, aerob we anaerob bakteriýalar we käbir aktinomisetler özleşdirip bilýärler. Azody özleşdirýän ähli mikroorganizmleri iki topara: toprakda erkin ýaşaýanlara we ýokary derejeli ösümlikler bilen simbioz ýaşaýanlara bölmek bolýar. Hasaplamalara görä her ýylda ýer togalagynda medeni ösümlikler toprakdan 100 million tonna azody çykarýarlar. Şol bir wagtda bolsa, diňe 32 million tonna mineral dökün topraga

berilýär. Toprakdaky azodyň galan ýetmedik mukdary bolsa biologiki özleşdiriş netijesinde mikroorganizmler tarapyndan üstü doldurylýar. Arzan bahaly biologiki azody erkin ýaşaýan azot özleşdiriji mikroorganizmler 1 ga ýere 15-18 kg öndürip berýärler.

Toprakda erkin ýaşaýan azot özleşdiriji bakteriýalaryň tipiki wekilleri: *Clostridium* we *Azotobacter* uruglaryna degişlidir (sur. 42). S.N.Winogradskiý tarapyndan 1893-nji ýylda azody has işjeň toplaýan *Clostridium pasteurianum* bakteriýasynyň arassa kulturasy alynyp, öwrenilip, morfologiki taýdan ýazgy berilen. Bu bakteriýalar uly taýajyk şekillidirler-uzynlygy 1,5-8 mkm-dir. Bakteriýalaryň ýaş wagtynda peritrihial ýerleşen žgutikleri bolandygy üçin hereketjeňdirler, garran döwründe bolsa klostridial tipli sporangiýa emele getirýärler. *Cl.pasteurianum* – tipiki hemoorganotrofdyr. Uglerod çeşmesi hökmünde dürli organiki maddalary peýdalanýarlar. Azodyň çeşmesi bolup nitritler, nitratlar hyzmat edýärler. Eger olar toprakda ýeterlikli bolmasa howanyň molekulýar azodyny özleşdirýärler. Olar 1 gr. organiki maddany ulanyp 10-12 mg. azot toplaýarlar.



Sur. 42. *Clostridium pasteurianum* ***we*** *Azotobcter chroococ*

Erkin ýaşaýan azot toplaýjy mikroorganizmiň ikinji görnüşi *Azotobacter chroococcum* (sur. 42, sagda) 1901-nji ýylda gollandiýaly mikrobiolog M.Beýerink tarapyndan baglaryň aşagyndaky toprakdan bölünip alyndy we öwrenildi. Azotobakterleriň öýjükleri taýajyk görnüşinden tä kokka görnüşine çenli bolup, diametri 2-4 mkm. Köplenç olaryň öýjükleriniň daşy nemli barda bilen örtülendir. Amatsyz şertde olar galyň gabyk emele getirip, sista öwrülýärler. Azotobakterler uglerod çeşmesi hökmünde uglewodlary, spirtleri, organiki kislotalary ulanýarlar. Olar üçin azodyň çeşmesi bolup mineral duzlar ýa-da aminokislotalar hyzmat edýär. Azotobakterleriň ýaşaýan gurşawynda azot ýetmezçilik eden ýagdaýynda, organiki birleşmeleriň aerob okislenmegi netijesinde alnan energiýanyň hasabyna molekulýar azody peýdalanmaklyga geçýärler.

Azotobakterler 1 gr organiki maddany peýdalananda 15-20 mg azot toplamaga ukyplydyrlar. Azot bakteriýalar çüýrüntgä baý toprakda gowy ösýärler. Günortada gurak we yssy klimatda mikrob özüni tipiki efemerler ýaly alyp barýar, ýazda we güýzde salkyn wagty ösüp, galan wagty dynçlykda bolýarlar.

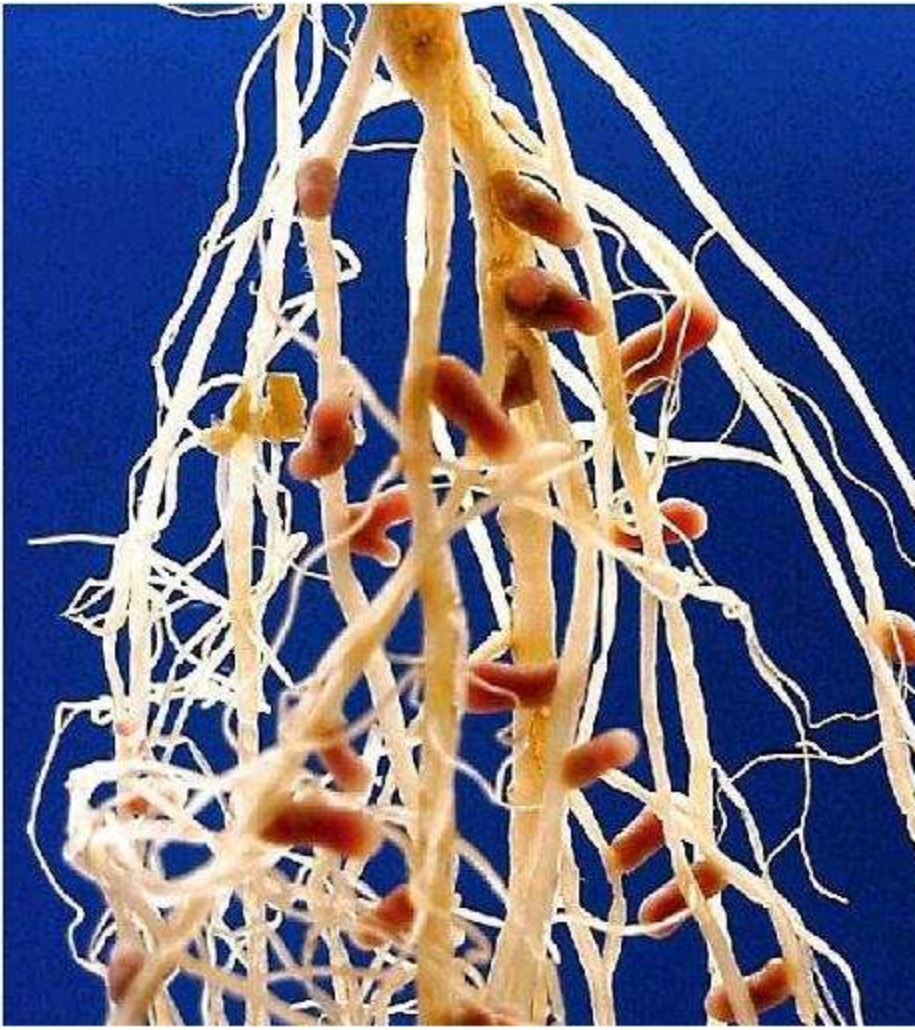
Azody özleşdirmekde aýratyn orun fotoawtotrof bakteriýalara degişlidir. Olar uglerodyň çeşmesi hökmünde CO_2-ny ulansa, azodyň çeşmesi edip, howanyň N_2-ny ulanýarlar. 1949-njy ýylda fotoawtotrof bakteriýa *Rhodospirillum robrum* we birneme soňrak anaerob hemoawtotrof bakteriýa *Desulfovibrio* urugyň wekilleriniň hem azody özleşdirip bilýänligi açyldy.

Biologiki azody özleşdirmekde aýratyn rol gök-ýaşyl suwotylara degişlidir. Häzirki wagta çenli sianobakteriýalaryň 40-dan gowrak görnüşiniň azody özleşdirip bilmek ukyby açyldy. Has işjeňleri *Amorphonostoc, Anabaena, Aulosira Calothrix, Nostoc* we ş.m. ýaly uruglaryň wekilleri degişlidir.

Simbiotik azot toplaýan mikroorganizmler kösükli ösümlikler bilen biri-birine peýdaly, ylalaşyp ýaşaýarlar. Kluben bakteriýalary diýilmegi olaryň kösükli ösümlikleriň köküniň gabygynda çiş emele getirip bilýänligidir (sur. 43). Birinji gezek 1866-njy ýylda M.S.Woronin tarapyndan lýupiniň kökünde kluben bakteriýalary açyldy.

Häzirki prokariotlaryň ulgamyýetinde kluben bakteriýalaryna örän uly *Rhizobium* urugy degişlidir. Olara kösükli ösümligine – hojaýynyna görä at berilýär. *Rh.phaseoli* – noýbanyň kluben bakteriýalary, *Rh.trifolii* – ýorunjanyň kluben bakteriýalary we ş.m.

Kluben bakteriýalary tipiki toprak bakteriýalarydyr. Morfologiki taýdan olar taýajyk şekilindedirler, möçberleri 0,5-0,9x1,2-3,0 mkm. Ýaş kulturada olar hereketjeňdirler. Öýjük ulaldygyça hereketjeňligi ýitýär we guşakly taýajyklara öwrülýärler, soňra ol bakteroid stadiýa geçip, şahalanan görnüşde bolýarlar we



Sur. 43. Kösükli ösümlikleriň kökündäki klubenjagazlar

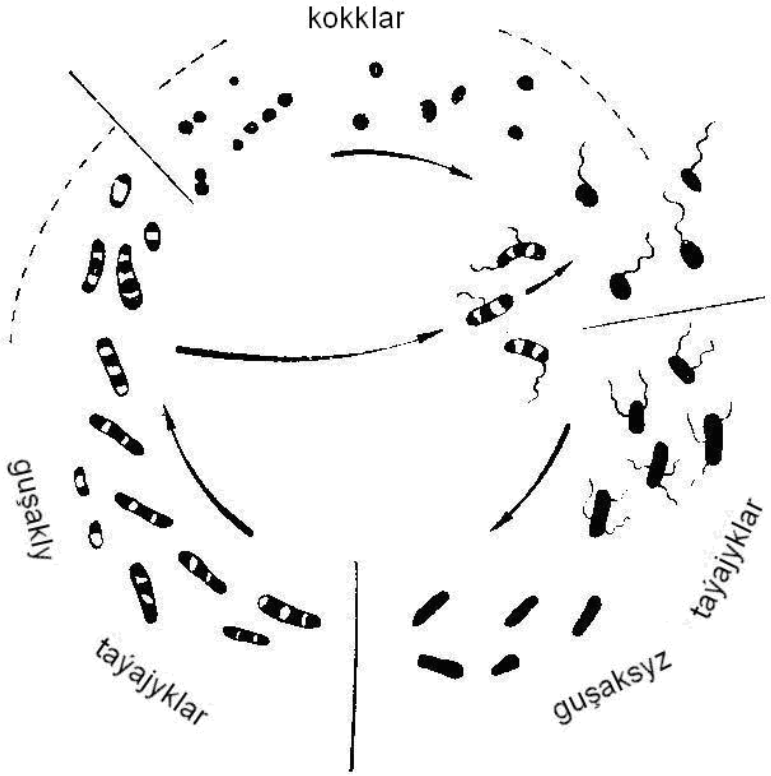
kokkalary emele getirýärler, olar hem öz gezeginde hereketjeň taýajyklara başlangyç beryärler (sur. 44).

Kluben bakteriýalary iýmitleniş tipine seredip hemoorganotrofdyrlar. Uglerodyň çeşmesi hökmünde uglewodlary ulanýarlar, köp sanly organiki kislotalary we köp atomly spirtleri

ulanýarlar. Azodyň çeşmesi edip ammoniniň duzlaryny, nitratlary we köp aminokislotalary ulanýarlar. Ýaşaýşyny üpjün etmek üçin energiýany organiki maddalaryň okislenmeginden alýarlar.

Köplenç kluben bakteriýalary hojaýyny boýunça örän ýöriteleşen bolýarlar. Mysal üçin noýbanyň kluben bakteriýalary diňe noýba bilen simbioz bolýarlar, soýanyň kluben bakteriýalary diňe soýa bilen simbioz bolýarlar. Käbir ýagdaýda diňe görnüş däl, sorty boýunça hem ýöriteleşýärler.

Kösükli ekinleriň kök ulgamyna girmekde ol bakteriýalaryň wirulentligi, ýagny köke girip kluben emele getirip bilijiligi uly orna eýedir.



Sur. 44. Kluben bakteriýalarynyň önüp ösüş aýlawy

Kösükli ösümlikler kluben bakteriýalar bilen gatnaşyga girmegi, tohum gögerip başlanda başlanýar. Olar kök tüýjagazlarynyň üsti bilen köküň gabygyna geçýärler. Bakteriýalaryň çykarýan polisaharidleri bilen ýymitlenip kök tüýjagazlary saýawanyň taýagy ýaly egrelýärler we kök tüýjagazlary poligalakturonaza fermentini işläp çykarýar. Ol hem kluben bakteriýasynyň gabygyny eredip kök tüýjagazyna geçmegi üpjün edýär, ondan hem kök gabygyna geçýär. Olar örän kän suwuklyk çykaryp kök gabygynda çalt ösüp kluben emele getirmesini üpjün edýär. Şol ýerde hem howanyň azody özleşdirilýär we ösümlige berilýär. Azotly maddalar aminokislotalar görnüşde ösümlige berilýär. Kösükli ösümlikleriň kök ulgamy tarapyndan käbir aminokislotalar topraga bölünip çykarylýar.

Kluben bakteriýalary bilen kösükli ösümlikleriň simbioz ýaşamagy örän köp şertlere: çyglylyga, temperatura, topragyň aerasiýasyna, PH reaksiýasyna, toprakdaky makro we mikro elementleriň düzümine bagly bolýar.

Mikroorganizmler atmosfera azodyny adaty atmosfera basyşynda we kadaly temperaturada özleşdirýärler. Biologiki özleşdirişden tapawutlanyp Gaber-Boşyň usuly bilen azody himiki ýol bilen özleşdirmek, ýagny azody wodorod bilen dikeltmek üçin 400-500°C-de 35 Mpa basyşda örän köp energiýa talap edilýär.

Himiki ýol bilen azodyň diňe 5% özleşdirilse, galany biologiki ýol bilen geçýär.

Biologiki ýol bilen azody özleşdirmek oba hojalygyny azot bilen üpjün etmekde uly rol oýnaýar. Ol hadysa hemme prokariotlarda bir usulda geçýär.

Häzirki zaman biologiki azot özleşdirmäniň mazmuny şundan ybarat. Molekulýar N_2 inert birleşme. Azodyň atomlary öz arasynda üçleýin birleşendirler. Olary baglylykda üzmek üçin 523 kj/mol, 264 kj/mol we 155 kj/mol energiýa gerek

$$N{\equiv}N \xrightarrow{523 kj/mol} \cdot N{=}N \xrightarrow{264 kj/mol} :N{-}N: \xrightarrow{155 kj/mol} :NN:$$

Hasaplanyp görülse azodyň 1 mol-ny NH_3-e dikelmek üçin 12 mol ATF – harç bolýar. Ol energiýany simbioz ýaşaýan azot toplaýjy bakteriýalary ösümlik öýjüginiň mitohondriýasyndan alýarlar. Erkin

ýaşaýan azot özleşdirýän bakteriýalar ony öz öýjüginiň katabolizminden alýarlar.

Emele gelen ammiak ketokislotalar (piroüzüm kislotasy, şawelsirke kislotasy, glioksil kislotasy we ş.m.) bilen reaksiýa girip aminokislotalary emele getirýärler. Emele gelen aminokislotalary mikroorganizmler ulanýarlar ýa-da hojaýyn ösümligine berýärler, ýa-da hemmesi ölen soň topraga sorulýarlar.

Häzirki wagtda gen inženeriýasy usuly bilen azot özleşdirýän mikroorganizme nitrogenez topluma ýolbaşçylyk edýän geni (gen-nif) girizmek bilen azot özleşdirilýär.

Toprakda azody köpeltmegiň bir ýoly ol-da kösükli ekinleriň ekilişini artdyrmakdyr. Kösükli ekinler ösýän şertine görä wegetasiýa döwründe her gektarda 60-300 kg çenli biologiki azot toplaýarlar.

Azot özleşdirmäni çaltlandyrmak maksady bilen kösükli ekinleriň tohumlary bakterial preparatlar nitragin ýa-da rizotorfin bilen işlenilýär. Olarda ýokary wirulent azot özleşdirýän bakteriýalar bardyr.

L.M.Dorosinskiniň we A.D.Kalninşanyň habarlaryna görä, nitraginiň ulanylmagy nohudyň tohumynyň hasyllygyny 14,9%, ot-iýmlik kösüklileriňkini 18,0%, soýanyň 12,3%, Lýupiniň gök massasyny 66,1% köpeldýär. Şeýle hem ol ýer üsti massanyň hilini gowulandyrýar.

Emma simbiotik ýol bilen azodyň toplanmagynyň ähmiýeti uly hem bolsa biosferada azot balansynda ol erkin ýaşaýan azot özleşdirýänlerden soň, ikinji orny eýeleýär. Munuň esasy sebäbi, tebigy biosenozlarda kösükli ösümlikleriň az orun tutýanlygydyr. Şeýle hem erkin ýaşaýan azot özleşdirýän mikroorganizmleriň örän köp sanly we köp dürli bolup, ähli toprak tiplerinde duşýanlygydyr. Şeýlelikde erkin ýaşaýan azot özleşdiriji bakteriýalar biosferanyň umumy azot balansyna orta zolaklarda 1 ga ýerde her ýylda 10-25 kg, subtropiklerde we tropiklerde 50-100 kg azot toplaýarlar.

Fosforyň organiki we organiki däl birleşmeleriniň öwrülişigi

Fosfor ýer gabygynyň agramynyň 0,12%-ni düzýär. Dürli topraklarda fosforyň saklanyş mukdary 0,10–0,18%-e çenli üýtgäp

durýar. Ösümlikleriň iýmitlenmeginde ähmiýeti boýunça fosfor, azotdan soň 2-nji ýerde durýar. Ol beloklaryň, nuklein kislotalarynyň, ATF-iň, fosfolipidleriň we öýjügiň ýaşaýşy üçin wajyp makromolekulalaryň düzümine giryär.

Bir ga ýeriň sürüm gatlagynda ýerde 2 tonna çenli fosfor saklanýar. Ýöne, fosforyň toprakdaky köp bölegi ösümlikleriň özleşdirmegine el ýetmez görnüşde bolýar. Bu toprakdaky ösümlik we haýwan galyndylarynda emele gelen organiki birleşmelerdäki fosfor bolup, ol toprakdaky fosforyň ähli ätiýaçlygynyň 10–50%-ni tutýar. Mundan başga-da fosfor toprakda dürli fosfatlar saklaýan minerallar görnüşinde duşýar. Bu fosfor ösümlik üçin has elýetersizdir, onuň bary-ýogy 15–20%-ni ösümlik özleşdirip bilýär. Toprakdaky fosfororganiki birleşmeleriň öwrülişiginde toprak mikroflorasyna uly orun degişlidir.

Fosforyň organiki birleşmeleri topragyň çüýrüntgileriniň, ösümlik we haýwan galyndylarynyň, dersiň, torfuň düzümine gatnaşýar. Fosfororganiki birleşmelerde fitin we onuň önümleri (40-80%), nuklein kislotalary (10%-e çenli) lipidler (3%-e golaýy) duşýar. Fosfor organiki birleşmelerde – fosfatlar görnüşinde duşýar.

Toprakda fosfor organiki bileşmeleriň dargamasy, mikroorganizmleriň işjeň gatnaşmagynda emele gelýän fermentativ hadysadyr. Nukleoproteidler fosfotas fermentleriniň gatnaşmagynda organiki däl fosfatlaryň emele gelmeginde defosforlaşýar. Nuklein kislotalarynyň dargamasyny nukleaza fermenti amala aşyrýar. Nukleoprotoidler we nuklein kislotalary toprak mikroflorasy tarapyndan örän tiz dargaýarlar. Ol birleşmeleriň belli bir bölegi toprakdaky minerallara sorulýar.

Fitin we onuň önümleri mikroorganizmleriň işjeňligi netijesinde bölünip çykýan fitaza fermentiniň gatnaşmagynda örän haýal dargaýar.

Turşy toprakda fitin demriň we alýumininiň eremeýän duzlary hökmünde berkleşýär, aşgar ýa-da bitarap gurşawda kalsiý bilen reagirleşmek netijesinde suwda ereýän, mikroorganizmler tarapyndan dargadylýan birleşmelere öwrülýär.

Lesitin we beýleki fosfolipidler mikroorganizmler tarapyndan bölünip çykarylýan fosfolipaz fermentleriniň täsirinde dargaýarlar.

Toprakda fosfororganiki maddalaryň minerallaşmak hadysasyna *Pseudomonas* we *Bacillus* urugynyň bakteriýalary, käbir aktinomisetler, kömelekler we maýa kömelekleri işjeň gatnaşýarlar. Fosfory kynlyk bilen ereýän we eremeýän duzlaryndan alyp, ösümlige elýeter etmek mikroorganizmleriň ýaşaýyş işjeňligi netijesinde amala aşyrylýar.

Ajamakda we doly däl aerob okislenmede mikroorganizmleriň öýjüklerinde emele gelýän organiki kislotalar we ketokislotalar fosfory duzlaryndan aýryp almakda uly ähmiýete eýedir. Toprakda mydama fosfory öz minerallaryndan almaga kömek edýän sirkä, limon, süýt, propion we ş.m. organiki kislotalaryň bardygyny kesgitläp bolýar.

Ereýän fosfatlar mikroorganizmler, ösümlikler tarapyndan ulanylýar we galanlary derýalara we deňizlere ergin görnüşinde akyp gidýär.

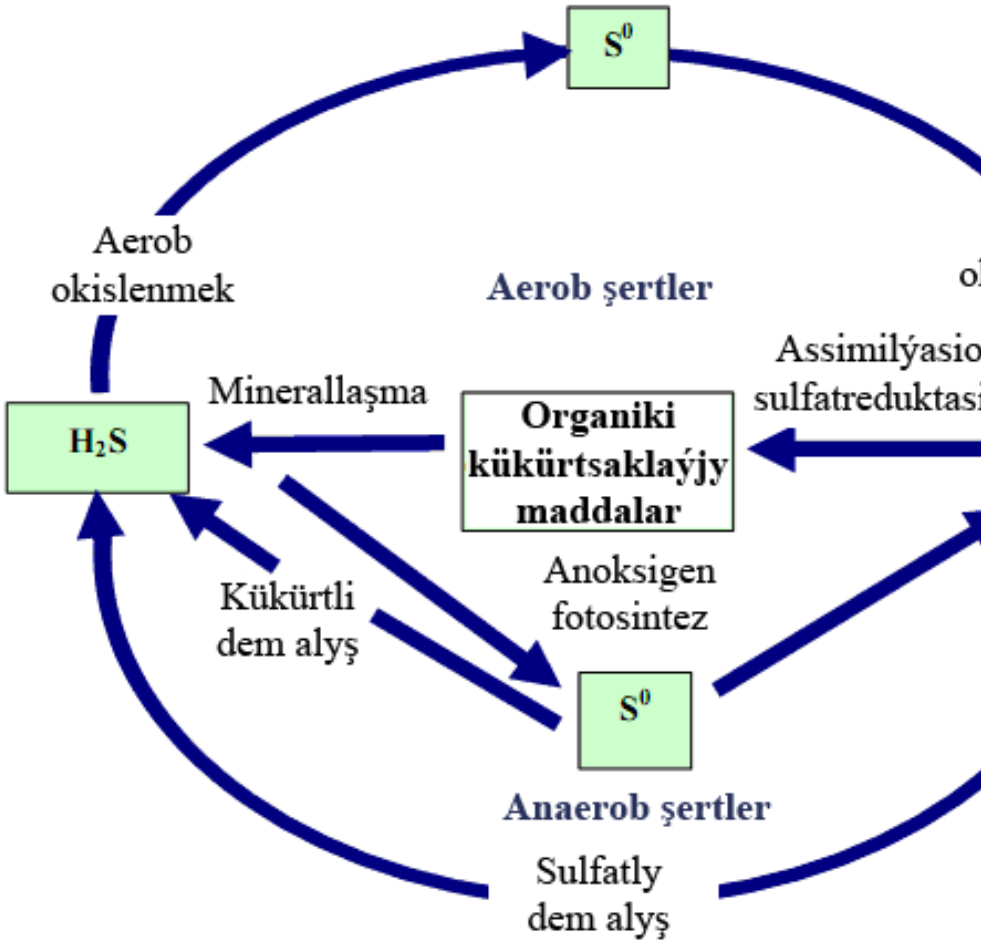
Fosfory ösümlikler iýmitlenip biler ýaly elýeter görnüşe getirmek fosforyň tebigatda aýlanyşygynyň esasy etapy hasaplanylýar.

Kükürdiň organiki we organiki däl birleşmeleriniň tebigatda aýlanyşygy

Kükürt azot we fosfor ýaly ösümlikleriň iýmitlenmegi üçin esasy elementleriň biridir. Ol käbir aminokislotalaryň (sistein, sistin, metionin), beloklaryň, ösümlik efir ýaglarynyň, alkolloidleriniň düzümine gatnaşýar. Toprakda kükürdiň tebigy mukdary köp däl, köplenç ösümliklere toprakdaky kükürdiň ýetmezçiligi duýulýar.

Tebigatda kükürt organiki we organiki däl maddalaryň düzüminde duşýar. Organiki däl birleşmelerde kükürt okislenen (sulfatlarda, sulfitlerde) we dikelen görnüşinde (H_2S, sulfidlerde) duşýar. Ondan başga-da tebigatda kükürt molekulýar görnüşinde duş gelýär. Organiki birleşmelerden kükürdi esasan aminokislotalar, beloklar, tiomoçewina we käbir alkoloidler saklaýarlar.

Kükürdiň birleşmeleriniň tebigatda aýlanyşygynyň okislendiriji we diklediji etaplary bolup, olarda esasy orun mikroorganizmlere degişlidir (sur. 45).



Sur. 45. Kükürdiň öwrülişiginiň shemasy

Ösümlikleriň, haýwanlaryň, mikroorganizmleriň organiki galyndylary kükürt saklaýan maddalaryň esasy çeşmesi bolup hyzmat edýär. Topragyň organiki maddalarynda 50-70% kükürdiň bardygy kesgitlenipdir. Kükürdiň organiki birleşmeleriniň minerallaşmagyny proteolitik ferment saklaýan ýöriteleşmedik geterotrof

mikroorganizmler amala aşyrýarlar. *Proteus, Bacillus, Arthrobacter* ýaly uruglaryň bakteriýalary we *Aspergillus* we *Microsporium* urugynyň kömelekleri toprakda organiki maddalary dargatmakda işjeň gatnaşýarlar.

Organiki maddalaryň minerallaşmagynda kükürdiň bir bölegi mikroorganizmleriň sitoplazmasynda özleşdirilýär. Mikrob organizmi tarapyndan kükürdiň özleşdirilmegi **immobilizasiýa** adyny alýar. Organiki däl kükürt hökmünde mikroorganizm kükürtliwodorody, molekulýar kükürdi, sulfatlary, sulfitleri we ş.m. mikrob öýjüginde elektron donoryň ýa-da energiýa çeşmesiniň işini ýerine ýetirýän birleşmeler hökmünde peýdalanýar.

Kükürtwodorodyň, molekulýar kükürdiň we başga okislenmedik kükürt birleşmeleriniň okislenmegine **sulfofikasiýa** diýilýär. Muny bolsa, awtotrof mikroorganizmleriň ýörite toparlary: aerob şertlerde – reňksiz kükürt we tion bakteriýalary, anaerob şertlerde bolsa – fotosintezleýän kükürt, purpur we ýaşyl bakteriýalar amala aşyrýarlar.

Sulfatlaryň we sulfitleriň anaerob şertlerde mikroorganizmleriň gatnaşmagynda kükürtwodoroda çenli dikelmegine **desulfatizasiýa** diýilýär. Tebigatda sulfatlary dargadýan bakteriýalara *Desulfovibrio, Desulfotomaculum, Desulfonema, Desulfomonas* we ş.m. degişlidir.

Tebigatda bu bakteriýalar H_2S birleşmä durnuksyz maddalary dargadyp halk-hojalygyna uly zyýan ýetirýärler. Hasaplamalaryna görä ýerasty trubalaryň 50%-ti şu topara degişli bakteriýalar tarapyndan zaýa edilýär. Kükürtwodorodyň toprakda we suw howdanlarynda toplanmagy ösümlik we haýwan organizmlerine zäherleýji täsir edip, käwagt heläkçilige hem alyp barýar. Dünýäde daşky gurşawy tehnogen hapalanmadan gorap saklamak esasy işleriň birine öwrüldi. Senagaty ösen ýurtlarda atmosfera howasynyň hapalanmagynda kükürtli gaz birinji orunda durýar. Onuň atmosferada okislenmegi netijesinde kükürt kislotasy emele gelýär we topraga kislotaly ýagyşlar hökmünde ösümlik we haýwanat dünýäsine uly zyýan ýetirýär.

Demriň birleşmeleriniň tebigatda aýlanyşygy

Demir köp bolmadyk mukdarda ähli janly organizmlere zerurdyr, sebäbi ol ýaşaýyş üçin wajyp bolan fermentleriň – katalazanyň, peroksidazanyň, sitohromyň, gemoglobiniň, leggemoglobiniň düzümine gatnaşýar. Köp organiki birleşmeler- aminokislotalar, spirtler – demir bilen toplum birleşmeleri emele getirýärler.

Toprakda demir dürli hili organiki däl birleşmeler görnüşinde duşýar. Ol dürli minerallaryň düzümine gatnaşýar: çüýrüntginiň çylşyrymly toplumyny emele getirýär; ligniniň we belogyň düzümine gatnaşýar; topragyň himiki, fiziki düzümini gowulandyrýan demirligninproteidleri emele getirýär. Demiriň (Fe_2O_3) toprakdaky mukdary topragyň hiline baglylykda 1-6-10%-e çenli üýtgäp durýar.

Demiriň toprakdaky öwrülişiginde esasy orun daşky gurşawyň PH-a degişlidir. Demir üýtgeýän walentli elementlere degişlidir. Şonuň üçin okislenme – dikelme şertlerinde çürt-kesik üýtgäp durýar. Demriň birleşmeleriniň öwrülişigine demir bakteriýalary gatnaşýarlar.

CO_2-ň dikelmegi üçin energiýany ulanýan we katabolizm hadysasynda Fe^{2+}-ni Fe^{3+}-e çenli okislendirýän hemolitoawtotrof bakteriýalar üçin S.N.Winogrdaskiý "demir bakteriýalary" diýen ady girizdi. Bu bakteriýalara hakyky demir bakteriýalary diýilýär, demriň okislenme hadysasy olarda öýjügiň esasy fiziologiki işi hasaplanylýar.

Demir bakteriýalarynyň demiriň tebigatda öwrülişigine göni we gytak täsiri bardyr. Topraga düşýän demir saklaýan ösümlik we haýwan galyndylarynyň minerallaşmagyna dürli topar geterotrof bakteriýalar gatnaşýarlar. Bu hadysalar demir oksidiniň boşamagy bilen bolup geçýär. Demir oksidiniň (II)geljekki ykbaly topragyň wodorod ionlarynyň konsentrasiýasyna baglydyr.

Hemoawtotrof demir bakteriýalarynyň kükürdiň öwrülişiginde esasy orun tutýan tipiki wekili *Thiobacillus ferrooxidans* hasaplanylýar. Bu bakteriýa bize belli bolan sulfid minerallaryny okislendirýär.

$$4FeSO_4+O_2+2H_2SO_4 \longrightarrow 2Fe_2(SO_4)_3+2H_2O$$

$$4FeCO_3+O_2+6H_2O \longrightarrow 4Fe(OH)_3+4CO_2$$

Fe^{2+} iony Fe^{3+} ionyna çenli wodorodyň aşaoksidiniň (H_2O_2) gatnaşmagynda okislenýär. Wodorodyň aşaoksidi bolsa demir bakteriýalary tarapyndan kapsula perdejiginiň içinde bölünip çykýar.

$$2Fe^{2+}+H_2O_2+2H^+ \longrightarrow 2\ Fe^{3+}+2H_2O$$

Şeýlelikde demir bakteriýalary Fe^{3+} ionlarynyň toplanmagyna getirýär we öýjügiň metabolizminiň zäherli maddalaryny bitaraplaşdyrýar.

Tebigatda anaerob şertlerde geterotrof organizmler tarapyndan orgaiki maddalaryň okislenmegi netijesinde demiriň dikelmegi bolup geçýär. Bu reaksiýalarda demir (III) birleşmeleri elektronlaryň ahyrky akseptorlary hökmünde çykyş edýär. Anaerob şertlerde demiriň dikelmegini *Clostridium* we *Pseudomonas* uruglarynyň wekilleri amala aşyrýar.

Demir bakteriýalary topragyň dürli toparlarynda we dürli suwlarda giň ýaýrandyr. Asidofil demir bakteriýalary köp mukdarda Fe^{2+} ionlaryny saklaýan kölleriň suwunda, sulfidler alynýan ýerlerde, demir saklaýan turşy suwly şeçmelerde duş gelýär. Demir bakteriýalary demir çöküdilerini emele getirip, demir magdan känleriniň döremeginiň sebäpkäri bolýar. Hojalykda demir bakteriýalary demiriň (III) oksidiniň köp mukdardaky çöküdilerini emele getirmek bilen suw turbalaryny zaýalaýar.

Köp demir bakteriýalary demir bilen birlikde marganesiň birleşmelerini hem okislendirýär.

VII. MIKROORGANIZMLERIŇ TEBIGATDA ÝAÝRAÝŞY

Howanyň mikroflorasy we ony öwrenmegiň usullary

Howa özünde iýmit gurşawy bolmany üçin mikroorganizmleriň ýaşaýşy üçin amatsyzdyr. Howadaky mikroorganizmler günüň heläk ediji şöhlesine, guradylmana we seýrek bolmadyk ýagdaýlarda temperaturanyň çürt-kesik üýtgemesine duçar bolýarlar. Howanyň mikroflorasynyň mukdar we hil düzümi onuň tozan, tüsse we beýleki mineral we organiki maddalar bilen hapalanyşyna bagly bolýar. Troposferanyň aşakky ýere ýakyn gatlaklarynda mikroorganizmler giň ýaýrandyrlar. Troposferanyň ýokary gatlaklarynda mikroorganizmler az bolýarlar. Mikroorganizmler stratosfera diňe wulkan atylanda ýa-da atom bombasy ýarylmasynda çykyp bilýärler.

Howadaky mikroorganizmleriň sany 1 m^3-da birnäçe öýjükden onlarça müňe çenli bolup bilýärler. Olaryň howadaky sanyny kesgitleýän birnäçe faktorlar bar: geografiki zonalyk, deňiz derejesinden belentligi, ýylyň pasyly, meteorologik şertler, şol ýeriniň häsiýetleri we ş.m.

Polýar etraplarynyň howasy arassa (steril) bolýar. Gury ýeriň üstüniň howasy, esasan hem senagat taýdan ösen şäherleriň üstüniň howasy has hapalanan bolýar. Alymlaryň kesgitleýşine görä Moskwa şäheriniň üstünde 500 m. belentlikde 1 m^3 howada 2000-3000 bakteriýa belli edilen, howa has ýelli bolanda bakteriýalaryň sany 7000-8000-e ýetýär. Howanyň mikroflorasynyň sanyna ýylyň pasyllary hem täsir edýär, olaryň sany tomus yssy howada has ýokary, gyşda sowukda has pes bolýar. Uly şäherlerde iýun-iýul aýlarynda 1 m^3 howada 10-12 müň bakteriýa bolýar, dekabr-fewralda olaryň sany 3-4 müňe çenli azalýar. Ýagşyň we garyň ýagmagy howany belli bir derejede arassalaýar we mikroorganizmler hem azalýar.

Häzirki zaman senagat merkezleriniň howasynyň hiline ýaşyl ösümlikler has uly täsir edýärler. Köp agaç tozan saklamak häsiýetlerine eýedir, köpüsi bolsa fitonsitleri çykarýarlar – olar mikroorganizmleri ýok edýärler. Ýa.G.Kişkonyň belleýşi ýaly Lwow şäheriniň merkezi etraplarynyň üstünde 1 m^3 howasynda 3000 bakteriýa, şäher seýilbagynyň üstünde 1000 bakteriýa, şäheriň çetindäki ýaşyl zolakda 500 bakteriýa bardygy kesgitlenendir.

Adatça howanyň mikroflorasy seljerilende köplenç saprofit bakteriýalar – *Micrococcus* urugynyň wekilleri (66 %), *Bacillus*

urugynyň wekilleri (25%) şeýle hem aktinomisetler we heň kömelekleri bolýarlar.

Kömelekleriň we bakteriýalaryň sporalary 85 km-den, hem ýokary göterilip bilýärler. Atmosfera howasynda bakteriýalaryň we aktinomisetleriň 1200-den gowrak görnüşi belli edilipdir.

Jaýyň howasynyň sanitar ýagdaýy

Jaýyň howasynyň mikroflorasy onuň sanitar – gigiýeniki ýagdaýyna bagly bolýar – jaýyň möçberine, ýagtylandyryş şertine, arassalanyşynyň hiline şemallandyryşyň çaltlygyna we beýlekilere bagly bolýar. Şeýle hem şol jaýa girip çykýan adamlaryň sanyna hem bagly bolýar.

Jaýyň sanitar gigiýeniki ýagdaýy iki görkeziji bilen kesgitlenilýär:

1. 1 m^3 howadaky mikroorganizmleriniň sany bilen
2. sanitar görkeziji bakteriýalaryň sany – gemolitik streptokokklaryň we stafilokokklaryň 1 m^3 howadaky mukdary bilen kesgitlenilýär (tablisa 4).

Tablisa 4.

Howanyň arassaçylyk – gigiýeniki görkezijileri

Howanyň nusgasy	Ýylyň möwsümi	Mikroblaryň sany	1 m^3 howadaky gomolitiki streptokokklaryň sany
Ýaşyl zolagyň atmosfera howasynda	ortaça – ýyllyk	350-ä çenli	
Ýaşalýan, ýelijiredilmeýän otagda a) arassa b) hapalanan a) arassa b) hapalanan	tomusda –//– gyşda –//–	1500-e çenli 2500-den gowrak 4500-e çenli 7000-den gowrak	16-a çenli 36-dan gowrak 36-a çenli 124-den gowrak

Keselhanalardaky näsaglaryň otaglarynda	tomusda gyşda	3500-e çenli 5000-e çenli	16-a çenli 36-a çenli

Aýratyn hem operasion jaýlaryň, çaga dogurylýan öýleriň, näsaglaryň otaglarynyň, çagalar edaralarynyň sanitar ýagdaýyna uly üns berilýär.

Mysal üçin operasion jaýda operasiýadan öň 1 m^3 howada 500-den köp mikrob bolmaly däl, çaga dogurylýan öýüň otaglarynyň howasynda 250 –den köp gemolitik streptokokklar we stafilokokklar bolmaly däl, merkezi nerw ulgamy operasiýa edilende 1 m^3 howada mikroblaryň sany 15-70-den köp bolmaly däldir.

Jaýyň howasyny arassalamak üçin bakteriosit lampalar ulanylýar. Şonda bakteriýalar we wiruslar çalt ýok bolýarlar. Käte howany arassalamak üçin himiki antiseptikleri propilenglikoly, üçetilenglikol sepýärler. Ol adama zyýansyzdyr.

Howadan damja ýoly bilen örän köp ýokanç keseller – dümew, mama, inçe kesel we beýlekiler ýokuşýarlar.

Adam gepläp durka, asgyranda we üsgürende 60000 damja bakteriýal aerozol çykarýar – ol hem radiusy boýunça 1-1,5 metr aralyga dargaýar.

Ýokanç keselleri howa – damja ýolundan başga hem howa – tozan ýoly bilen geçirip bilýär, 1 g howanyň tozanynda 1 mln dürli bakteriýalar saklanýar. Bu ýol bilen streptokokklar, dalak keseliniň basilleri, salmoneller we ş.m. ýaýraýarlar. Kesel ýaýran wagty howa arassalanyp durmaly, agzyna çygly dem alynýan hasa tutmaly, näsaglaryň çykarýan suwuklyklaryny otlamaly.

Mikroorganizmler tebigatda giň ýaýrandyrlar. Olar örän köp mukdarda diňe bir suwda, toprakda we haýwanlarda duşman, eýsem stratosferanyň gatlaklarynda 20 müň metre çenli belentliklerde, (K.A.Lukomskaýanyň maglumatlaryna görä 85 km. belentliklerde) hem bakteriýalaryň sporasy duşýar. Ummanlarda bolsa 9 müň metre çenli çuňluklarda we ýeriň çuň gatlaklarynda hem duş gelýär. Mikroorganizmler öz ýaşaýyş işjenigini hemişelik buzluklarda, gyzgyn çeşmelerde, kükürt wodorodly suwlarda we dürli topraklarda saklap bilýärler. Hatda gyzgyn çägeli çöllerde hem dürli görnüşli

mikroorganizmler duşýar. Mikroorganizmleriň şeýle giň ýaýramagyna olaryň biologiki aýratynlyklary mümkinçilik döredýär. Olaryň ölçegleriniň kiçijik we örän ujypsyzja agramynyň bolýanlygy üçin ýeliň we mör-möjekleriň kömegi bilen dürli ýerlere ýaýrap bilýär. Mikroorganizmler örän çalt köpelýänligi üçin, olaryň gysga wagtda köp meýdanlary eýeläp bilmegine getirýär. Olar dürli şertlerde ýaşamaga uýgunlaşypdyrlar. Meselem: mikroorganizmleriň +89°C-da hem, ýa-da Arktikanyň suwlarynda hem, duzly kölleriň suwlarynda NaCl-ň konsentrasiýasy 25% ýetende hem işjeň ýaşaýyş obrazynyň bolýandygy belli edilen. Bakteriýalar beýleki organizmlere seredende daşky gurşawyň dürli faktorlaryna – gurakçylyga, ýokary we aşak temperatura, osmos basyşyna we ş.m. has çydamlydyr. Olaryň bu häsiýetleri amatsyz şertlerde hem öz ýaşaýyş işjeňligini uzak wagtlap saklamaklyga mümkinçilik berýär.

Howadaky bakteriýalaryň otnositel sanyny bilmek üçin, iýmit gurşawly Petriniň okarasyny belli bir wagt aralygynda (1-5 min.) açyp goýmak ýeterlikdir. Howadaky mikroorganizmiň mukdaryny gaty takyk anyklamak üçin, howanyň kesgitli mukdary iýmit gurşawynyň üstünden süzulip geçirilýär.

Howada köp sanly bakteriýalaryň bardygyny ilkinjileriň biri bolup kesgitläp L. Pasterdir. Onuň tejribelerine görä jaýyň içindäki howada beýik daglaryň üstündäki howa seredende bakteriýalar köpdür. Aýratyn hem bakteriýalar kinoteatrlarda, teatrlarda, mekdeplerde, maldarçylyk fermalarda we ş.m. has köpdür. B.L. Isaçenkonyň aýtamgyna görä Arktikanyň beýik gar örtükleriniň üstündäki howada bakteriýalar ýok diýen ýalydyr. Eger-de iýmit gurşawly Petriniň okarasyny şol ýerde sagatlap açyp goýanda 1 ýa-da 2 sany mikroorganizmiň uruglygy duş gelýär. Gyşyna howada mikroorganizmleriň sany, tomusa sereden-de ep-esli azdyr, ýagny gar örtügi tozanyň mukdaryny azaldýar. Oba ýerleriniň howasyna sereden-de, şäherleriň üstündäki howada bakteriýalaryň sany köpdür. Howada saprofit bakteriýalarynyň uruglyklary bilen birlikde kesel döredýji mikroorganizmiň hem (mes. inçekesel) uruglygy duş gelmegi mümkin.

Inçekesel bakteriýalary gurakçylyga çydamly bolýar, şonuň üçin olar gurak howada hem kesel döretmäge ukyply bolýarlar.

Dümew keseliniň wirusy şol kesel bilen kesellän adamdan, sagdyn adama howanyň üsti bilen geçip bilýär. Şu aýdylanlardan görnüşi ýaly, jaýyň içiniň arassa bolmagynyň, tomus wagtlarynda köçelere suw sepilip, durulmagynyň şäherlerden daşda we oba ýerlerinde dynç almagyň adamyň saglygyna uly ähmiýeti bardyr. (Derýanyň boýuna gidilip, çöle gidilip dynç alynmagy, derýada, deňizde teplohotda gezelenç etmek, şäherden daşdaky daçalarda bolmak we ş.m.). Aýratyn hem pürli tokaýlarda gezelenç etmek has hem peýdalydyr. Pürli ösümlikler tarapyndan howa bölünip çykarylýan efir ýaglary we beýleki birleşmeler, dem alyş ýollarynda bar bolan bakteriýalara hem öldüriji täsir edýär. Häzirki wagtda kosmos giňişliginiň özleşdirilmegi bilen howanyň mikroflorasyny öwrenmeklik güýçlendi.

Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň ýurdumyzda bag ekmek we abadanlaşdyryş çärelerini geçirmek baradaky alyp barýan işlerini goldap, Watanymyzyň her bir raýatynyň maşynlaryň we beýleki transportlaryň köp gatnaýan ýerlerinde, şonuň ýaly hem senagat kärhanalarynyň ýanynda, öz ýaşaýan we okaýan ýerlerinde saýaly we bezeg agaçlaryny köp ekmekligiň, daşky gurşawyň howasyny arassa saklamakda sanitariýa we gigiýeniki kadalary ýerine ýetirmekde uly ähmiýeti bardyr. Ýaşyl ösümlikleriň mikroklimaty gowulandyrmakda, kadaly howa gurşawynyň saklanmagynda uly ähmiýeti bardyr. Hünärmenleriň hasaplamagyna görä ýaşyl ösümlikler howanyň temperaturasyny 10-15°C aşaklandyrýar. Ýaşyl ösümlikler "ýaşyl süzgüçdir". Senagat kärhanalaryň daş-töweregindäki howada gazlary we tozan bölejiklerini ep-esli azaldýar. Käbir sanlara ýüzlenip göreliň. Bir gektar meýdandaky bagyň ösümlikleri bir ýylda 75-80 kg ftor we 200 kg kükürtli angidridi sorup alýar, 30 tonnadan 70 tonna çenli senagat tozanlaryny tutup alýar we netijede howanyň umumy hapalanyşyny 10-35% çenli hem-de onuň tozanlaryny 60-65% azaldýar.

Şäherlerde ýörite tejribehanalar atmosfera howasynyň düzümini we suwlary seljerip durýarlar. Biziň şäherimizde hem şunuň ýaly tejribehana bar. Onda howanyň düzümindäki CO_2, CO, SO_2 we ş.m. gazlar, suwuň düzümindäki O_2-ň mukdary seljerilýär.

Howanyň mikroflorasyny hil we mukdar taýdan öwrenmeklik esasan 2 prinsipe esaslanandyr.

1) Çökdürmek (sedimentasiýa)
2) Sormak (aspirasiýa)

Çökdürmek usulynyň kömegi bilen howadaky mikroorganizmleriň saklanyşy hakynda umumy düşünjeler almak bolýar.

Sormak usuly bilen howanyň belli bir göwrüminiň mukdar we hil taýdan seljermesini almaklyga mümkinçilik berýär.

Howanyň tozanyny sormak üçin dürli konstruksiýaly enjamlar ulanylýar. Meselem: Krotowyň enjamy, Reçmenskiniň bakteriýa tutujysy, Dýakonowyň enjamy. Kiktenkonyň enjamy, membranaly we ereýän süzgüçler we ş.m.

Çökdürmek usuly (Kohyň usuly) – bu has ýönekeý usuldyr. Bu mikroorganizmiň suwuklyk damjalarynyň we tozanjyklaryň ýeriň çekiş güýjüniň täsrinde açyk Petriniň okarasyndaky iýmitlik agaryň üst ýüzüne çökmekligine esaslanandyr. Bu usul howadaky mikroorganizmleriň mukdary barada takyk-netije bermeýär, sebäbi maýda dispers gurşawly bakterial aerozollaryň we tozan bölejikleriň çökmesi kyn bolýar. Esasan hem okarajyga howadaky uly damjalar we tozanjyklar, toprak bölejikleri çökýär.

Sormak usuly – bu usulda howanyň belli bir göwrümi arassa iýmit gurşawynyň ýa-da az köpürjikleýän arassa suwuklyklaryň (fiziologiki ergin), gury aňsat ereýän maddalaryň (şekeriň, Na_2SO_4-ň) ýa-da membranaly süzgüçleriň üstünden geçirilýär.

Dýakonowyň usuly – ýörite enjama guýulan suwuklyklaryň (fiziologiki ergin ýa-da suw) howadaky bakteriýalary tutup galmaga esaslanandyr. Dýakonowyň enjamy çüýşeden bolan silindr görnüşindedir. Howanyň belli bir göwrümi suwuklygyň üstünden geçirilýär we şol suwuklykdan 0,1-0,2-0,5 ml. alyp ekilýär. Bu usulyň netijeliligi ýokary däl.

Krotowyň usuly. Bu usulda Krotowyň enjamy peýdalanylýar. Enjamyň esasy korpusy we gapagy bardyr. Korpusyň içinde elektromotor bar, wentilýator we Petriniň okarajygynyň ýerleşdirilýän ýeri bar. Gapagynda howa geçer ýaly deşikler bar.

Elektromotor işlände gapagyndaky deşikden wentilýator howa sorýar we ol ýokary tizlik bilen Petriniň okarajygyndaky çygly iýmit gurşawynyň üstüne urulýar. Petriniň okarasynyň içine 15 ml gaty iýmit gurşawy salynýar. Iýmit gurşawly okaralar her minutda 60 gezekden çalt aýlanmaly däl. Bir minudyň dowamynda näçe litr howanyň sorulandygyny ratometr bilen kegitlemek bolýar.

37°C temperaturada termostatda ösdürenden soň, toplumlaryň sanyny sanamaly we 1 m^3 howadaky bakteriýany hasaplap çykarmaly.

Bu usul bilen gysga wagtda gowy netije alyp bolýar. Tomus wagtlary ýaşaýyş jaýynyň 1 m^3 howasynda mikroblaryň umumy sany 1500 bolsa, gyş wagtlarynda 4500 sany bolsa arassa howa hasaplanylýar. Gyşyna adam köp wagtyny jaýyň içinde geçirendigi üçin mikrob köp bolýar.

SUWUŇ MIKROFLORASY

Tebigy çeşmeleriň suwy

Suw howadan tapawutlanyp özünde mikroorganizmleriň ýaşamagy üçin zerur bolan iýmitlik maddalary saklaýar. Suwda gün şöhleleriniň bakteriosit täsiri otnositel has pesdir. Tebigy suw dürli ekologiki şertleri boýunça –PH-ň derejesi, temperaturasy, kislorodyň ereýjiligi, kömürturşy gazy, duzlaryň mukdary we beýlekiler boýunça dürlüdir.

Tebigy suwlar özüniň gelip çykyşy we mikroflorasy boýunça 3 topara bölünýärler.

a) Ýerasty suwlar, mikroorganizmleriň minimal 1 ml-de 10-dan köp bolmadyk sanyny saklaýar. Onuň beýle arassa bolmagynyň sebäbi topragyň gatlaklaryndan süzülýänligidir.

b) Atmosfera ygallary – gar we ýagyş.

Eger olar tozan bolmadyk howa gatlagynyň içinden geçen bolsa arassa bolýar. 1 ml-de mikroorganizmler 10-dan köp bolmaýar, eger-de ol ygallar güýçli hapalanan senagat merkezleriniň üstünden düşen bolsa azyndan 1 ml-de ýüzlerçe mikroorganizm bolýar.

ç) Ýer üsti suwlar – derýalar, köller, suw howdanlary, deňizler, ummanlar-köp mukdarda mikroorganizmler ýaşaýan suwlardyr. Suw

mikroflorasynyň düzümine ýaşyl we purpur bakeriýalar, demir bakteriýalary hem-de *Pseudomonas, Bacillus, Chromobacterium, Kaulobacter* we beýleki uruglaryň wekilleri girýärler.

Derýalaryň, howdanlaryň, kölleriň we deňizleriň suwlary mikroorganizmler üçin tebigy gurşaw hasaplanylýar. Islendik suwda mineral maddalar bilen birlikde, belli mukdarda organiki maddalar hem bardyr. Suwda näçe organiki maddalar köp bolsa şonça-da mikroorganizmler köp saklanýar. Uly şäherleriň golaýyndan akyp gelýän derýalaryň suwunda bakteriýalar hemişe köp bolýar. Şäherden birnäçe kilometr daşlaşdygyça bakteriýalar organiki maddalary dargadýarlar we olaryň sany birden azalýar. Bu hadysa derýalaryň öz-özünden arassalanmagy diýilýär.

Kölleriň suwunda bakteriýalaryň maksimal sany suwuň üstki gatlagynda bolman, birneme çuňrak gatlagynda bolýar. Meselem: kenardan 300 m daşlykda suwuň üstki gatlagynda 1 ml suwda 38 bakteriýa bar bolsa, 5 metr çuňlukda 79 bakteriýa we 20 metr çuňlukda 7 bakteriýa duş gelýär. Iýul aýynda 5 metr çuňlukda 1ml suwda 300 bakteriýa, 200 metr çuňlukda 1 bakteriýa duşupdyr. Ýagyşdan soň bakteriýalaryň sany ep-esli artýar. Eger ýagyş ýagmanka 1 ml suwda 8 bakteriýa bolan bolsa, ýagyş ýagandan soň olaryň sany 1223 ýeten. Ösümlikler ýuwulyp mikroorganizmler suwa düşýär. Bulutly gün bolanda suwuň üstki gatlagynda mikroorganizmleriň sany köp bolýar. Açyk gün bolanda tersine. Meslem: kenardan 1000 metr daşlykda 1 ml suwda gowy güneşli gün 1-28 çenli bakteriýa, a bulutly güni bolsa 217-1229 çenli 1 ml suwda bakteriýa bolupdyr. Duran suwlarda (kölde, howdanda) bakteriýalar kesgitli kanunalaýyklyk esasynda ýaýrandyr, ýagny kenara ýakyn ýerde, ortasyna seredende mikroorganizmler köpdür. Alymlaryň geçiren barlaglaryna görä kenardan 150 m daşlykda 1 ml suwda 1012 mikroorganizm, 1000 m daşlykda –338 sany, 3000 m daşlykda 79-80 sany mikroorganizm duşupdyr.

Suwuň hapalanmagyna ekologiki baha bermegiň saproblylygynyň 3 zonalylygy girizildi.

1. Polisaprob zona.

Bu zonada köp mukdardaky dürli organiki galyndylar – haýwanlaryň, ösümlikleriň çökündileri, durmuşyň we senagatyň

zyňyndy suwlary bolýarlar. Şonuň ýaly suwlarda ýokary molekulaly organiki maddalaryň anaerob ajamasy bolup, kükürtliwodorodyň, ammiagyň, metanyň we beýleki ysly hem-de zäherli maddalaryň çykmagy bilen geçýär.

Şonuň ýaly suwlaryň 1 ml-de 1 mln-dan hem köp bakteriýa saklanýar, onda *Clostridium* anaerob bakteriýalary we içege toparynyň bakteriýalary köp bolýarlar.

2. Mezosaprob zona.

Bu zonada organiki maddalar aerob okislenip minerallaşýarlar. Ol hem 2 –kiçizona bölünýärler. Olar okislenme hadysasynyň çaltlygy bilen tapawutlanýarlar.

a) 1 ml suwda 100 müňden 1 mln çenli bakteriýa bolýar.

b) 1 müňden 100 müňe çenli bakteriýa bolýar.

Bu mezosaprob zonada okislenme hadysalary çalt geçýär we organiki maddalaryň doly minerallaşmagy bilen gutarýar.

3. Oligosaprob zona.

Bu zonada nitritleriň nitratlara okislenmesi, Fe^{2+}-iň Fe^{3}+ - okislenmesi agdyklyk edýär. Onuň 1 ml-de bakteriýalaryň sany has az 10-larça ýa-da 100-lerçe, ýagny 1 müňden köp bolmaýar. Içege taýajygynyň bakteriýalary asla bolmaýarlar.

Suw saklaýan howuzlaryň sanitar ýagdaýy koli-indeks-içege taýajygy (*Escherichia coli*) bakteriýa toparynyň 1 litr suwdaky sany bilen kesgitlenýär.

1) arassa – 0-10;
2) gowşak hapalanan 11-100
3) hapalanan-101-1000
4) güýçli hapalanan – 1001-10000-ä çenli bakteriýa bolýar.

Şol bakteriýalaryň bolmagy adamlaryň içmegi üçin şol suwuň howplydygyny garahassalyk, mergi, içege keselleriniň we ş.m. ýüze çykmagynyň mümkindigini görkezýär. Köp kesel emele getiriji bakteriýalar uzak wagtlap suwda kesel emele getirijiligini – (wirulentligini) saklaýarlar.

Mysal üçin garyn garahassalygynyň mikroby derýa we krant suwunda 2-den 90 güne çenli, merginiň wibriony 4-den 90 güne, içagyrynyň (dizenteriýa) bakteriýasy-12-den 90 güne çenli saklanýarlar. Suwuň hapalanmagyna antropogen täsirler örän uly.

Käbir senagatly şäherleriň üstünden geçýän suwlaryň 1 ml-de 100 müňlerçeden 1 mln-a çenli bakteriýalar bolýar. Süýji suw howdanlarynda 1 sm^3 suwda 3-6 mln bakteriýa bolýar, olaryň biomassasy 2-8 g/m^3 bolýar. Ol suwa organiki dökünler berlende bakteriýalaryň biomassasy 30g/m^3 çenli köpelýär.

Örän kän sanly zooplanktonlar iýmite bolan islegini diňe bakteriýalary iýip kanagatlandyryp biljegini tejribede subut edildi. Zooplanktonlar bolsa balyklaryň iýmit çeşmesi bolup hyzmat edýärler.

Deňiz suwlarynda fito we bakterioplanktonlaryň önümliliginiň pasyllaýyn suksessiýasy bolup geçýär, şolar ýaly suksessiýa köllerde hem bolýar. Şol ýerlerde ýaz we güýz möwsüminde fitoplanktonlaryň biomassasy maksimal derejede 10 g/m^3 töweregine ýetýär. Emma fosfatlar we nitratlar ýetmezçilik edip olar ölüp geterotrof bakteriýalara iýmit bolup hyzmat edýärler.

Geterotrof fazanyň güýçli wagty tomusda bakteriýalaryň sany örän köpelip 3-5 mln/sm^3, biomassasy 2-3 g/m^3 ýetýär. Şol wagtda fitoplanktonlaryň sany minimal bolýar we ortaça 0,1-0,2 g/m^3 deňdir.

Şeýlelikde mikroorganizmler suwda biogen maddalaryň, umumy madda çalyşygyň esasy zynjyryny düzýärler we suwuň sanitarlary bolýarlar.

Suw basseýinleriniň öz-özüni arassalap bilmek mümkinçiliginiň pesliginden, köp hapa düşse suwlar zaýalanýarlar. Ol häzirki wagtda wajyp meseleleriň biridir.

Içilýän suwlaryň sanitar görkezijileri

Içilýän suw arassa we himiki düzümi boýunça zyýansyz bolmalydyrdyr. 1 ml suwda bakteriýalaryň umumy saklanýan sanyna seredip içilýän suwlar 3 topara bölünýärler.

1. Arassa – 100-e çenli bakteriýa
2. Arassalygyna ynamsyz – 100-500 bakteriýa.
3. Hapalanan –500-den köp bakteriýa.

Içilýän suwuň sanitar ýagdaýyny görkezýän görkezijiler bolup **koli-titr** we **koli-indeks** hyzmat edýär. **Koli-titr** diýip özünde bir içege taýajygyny saklaýan (millilitr hasabynda) suwuň iň az mukdaryna aýdylýar. Koli-indeks bu bir litr suwdaky içege taýajygy

bakteriýasynyň iň az sany. Turbadan gelýän içilýän suwuň koli-titri 300 ml-den az bolmaly däl, **koli indeksi** 2-3 öýjükden köp bolmaly däl (1 litr suwda).

Häzirki wagtda içilýän suwlar bilen birnäçe arassalaýyş işleri geçirilýär. Ilki bilen suw tebigy suw ýataklaryndan (derýalardan, köllerden, suw howdanlaryndan) alnyp ilki bilen mehaniki arassalanylýar (süzgüç) gözeneklerden, eleklerden süzülýär. Ondan soň suw himiki taýdan işlenilýär – kesel döredijilerden arassalanýar, yslar aýrylýar we durlanýar.

Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedow Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, halky söýmek bagtdyr diýen kitabynda halkymyzy arassa we süýji agyz suwy bilen üpjün etmek barada şeýle belläp geçýär: "Halkymyzy jana şypaly arassa we süýji agyz suwy bilen üpjün etmekde hem uly çäreler durmuşa geçirilýär. Paýtagtymyz Aşgabatda, Ahal, Balkan, Mary, Lebap, Daşoguz welaýatlarynda suwy arassalaýan desgalaryň gurulmagynyň halkymyzyň sagdyn, zähmete ukyply, ruhunyň belent bolmagynda bahasyna ýetip bolmajak ähmiýeti bardyr. Biz geljekde hem halkymyzy ýetrlik möçberde arassa agyz suwy bilen üpjün etmäge uly üns bereris, suw arassalaýjy desgalar her bir obadyr şäherde gurlup, halka hyzmat eder".

Suwy kesel döredijilerden arassalamak üçin oňa hlor goşulýar. Suwuň ysy, oňa 20-25 % ammiak goşup aýrylýar. Suwy durlamak üçin $Al_2(SO_4)_3$ ýa-da $Fe_2(SO_4)_3$ duzlary koagulýant hökmünde ulanylýar. Şonda suwdaky alýumininiň we demriň sulfatlary kömürturşy duzlar bilen reaksiýa girip $Al(OH)_3$, $Fe(OH)_3$ emele gelip çökýär. Şonuň 80%-i garyndylary we mikroorganizmleri üstüne çökdürip adsorbent bolýarlar. Ondan soň suw süzgüçler ulgamyna düşüp, drenaž turbalardan, çagyl daşlaryndan we galyňlygy 2,5 metrden az bolmadyk çägeden geçirilýär. 60-njy ýyllardan soň suwa adamyň dişinde kariýes bolmaz ýaly suw ftorlanýar-0,8-1,2 mg/l mukdarynda kremniý ftorly natriý goşulýar. Suwuň kesel döredijilerini aýyrmak üçin, ozonirlemek we ultramelewşe bakteriosit lampalary bilen şöhlelendirilýär.

Bir gije gündizde her adam üçin 150-500 litr suw arassalanýar.

Suwlaryň sanitar-bakteriologiki barlagyny geçirmek üçin suw howdanynyň üstki gatlagyndan ỳa-da suwy krandan barlag üçin arassa gaba almaly. Gabyň göwrümi 0,5–1,0 litr bolmaly we dykysy bolmaly. Suwuň çuň gatlaklaryndan seljermek üçin suwy **batometr** diỳen gural bilen alỳarlar.

Suw geçirijisiniň suwundan almak üçin krany mikroorganizmlerden arassalamaly. Suwy 10-15 minut akdyryp soňra alynỳar. Guỳulardan seljeriş üçin suw alnanda ulanyp başlanmanka ỳa-da guỳudan suw alnandan 10-12 sagat geçenden soň alynỳar. Hlorlanan suwy barlagdan öňürti turşy kükürtturşy natriỳ ($NaHSO_4$) bilen 1 litr suwa 10 ml goşup bitaraplaşdyrmaly. Seljerme üçin suw alnandan soň 2 sagadyň dowamynda seljerme geçirilmeli. 1-5° temperaturada seljerme üçin alnan suwy 6 sagada çenli saklap bolỳar. Soňra berlen usul boỳunça kesgitlemeli.

TOPRAGYŇ MIKROFLORASY

Toprak islendik biogeosenozyň, şonuň ýaly-da tutuş biosferanyň hem möhüm düzümidir. Topragyň mesligi esasan tebigy senozlaryň we agrosenozlaryň ỳagdaỳyna we önümliligine bagly bolỳar. Topragyň mesligine akademik B.B.Palynow baha berende şeỳle diỳỳär: “Topragyň ỳagdaỳy pes bolsa durmuşyň ỳagdaỳy hem pes bolỳar” diỳỳär. Toprak enelik jynsa, klimata, relỳefe, toprak emele geliş hadysasynyň, ỳaşyna, ösümlikleriň we haỳwanlaryň ýaşaýyş işjeňligine baglylykda emele gelýär.

W.W.Dokuçaỳew ilkinji bolup toprak emele geliş hadysasynda mikroorganizmleriň ornuny belledi.

Toprak mikroorganizmleriň ỳaşaỳyş gurşawy hökmünde

Toprak makro we mikroorganizmleriň ỳaşaỳyş gurşawy bolup hyzmat edỳär.

Mikroorganizmleriň esasy köpçüligi (80-90 %) toprak bölejikleriniň içine, ösümlikleriň kök ulgamyna, organiki galyndylara adsorbirlenen görnüşde bolỳarlar. Diňe mikroorganizmleriň az sanlysy toprak erginine geçỳär. Mikroorganizmleriň esasy köpçüligi toprakda endosporalar görnüşinde, mikrosista, dynçlyk ỳagdaỳdaky wegetatiw öỳjük görnüşinde saklanỳarlar.

Toprak geterogen ulgamdyr – gaty suwuk we gaz şekilli fazalardan durandyr.

1) Topragyň gaty fazasy esasan mineral we organiki düzümlerden durandyr. Öň aýdyşymyz ýaly mikroorganizmler esasan topragyň gaty fazasyna adsorbirlenen bolýar.

2) Topragyň suwuk fazasy esasan toprak ergininden durýar. Ol kapilýarlar bilen hereket edýärler. Toprak erginlerinden mikroorganizmler suwy we iýmit maddalary alýarlar. Mikroorganizmleriň öýjüginiň osmos basyşy, toprak ergininiň osmos basyşyndan güýçli bolýar, topragyň ortaça çyglylygy doly çyglylyk sygymynyň 40-60% deň bolýar.

3) Toprakdaky howanyň mukdary onuň düzümine we çyglylygyna bagly bolýar. Topragyň gaz düzümi howanyňkydan tapawutly bolýar. Onda CO_2 köp bolýar. 0,1-1,5 % (howada 0.03 %) we kislorod otnositel az 2-den 16% çenli (howada 21%). Toprakdaky CO_2-ň, O_2-ň mukdary mikrobiosenozyň düzümindäki aerob we anaerob mikroorganizmleriň gatnaşygyny sazlaýar.

Toprakda geçýän mikrobiologik hadysalar atmosferanyň gaz düzümine düýpli täsir edýär. Atmosfera mikroorganizmleriň organiki maddalary dargatmagynyň netijesinde CO_2, CO, metan, wodorod, azot, azodyň oksidleri (I, II), kükürtli wododorod bölünip çykýar, howadan topraga O_2 geçýär.

S.N.Winogradskiý organiki maddalaryň galyndylaryny minerallaşdyrma geçirýän saprofit mikroorganizmlere **zimogen mikroflora** diýip at bermekligi hödürledi. Ol topragyň gumusyny dargadýan mikroorganizmlere **awtohton mikroflora** diýip at berdi.

Organiki maddalaryň minimal konsentrasiýasynda ýaşaýan, toprakda organiki maddalaryň minerallaşmasyny doly amala aşyrýan mikroorganizmlere **oligotrof mikroflora** diýilýär. Şol mikroorganizmleriň içinde azot saklaýan organiki maddalaryň minimal konsentrasiýasyna mätäç toparyna **oligonitrofiller** diýilýär we düzüminde uglerod saklaýan organiki birleşmeleriň minimal konsentrasiýasyna mätäçlerine – **oligokarbofiller** diýilýär.

Uglerodyň çeşmesi hökmünde CO_2-ni ýa-da karbonatlary peýdalanýan we energiýany mineral maddalaryň okislenmeginden

alỳan mikroorganizmleriň toparyna **awtotrof mikroorganizmler** diỳilỳär.

Topragyň mikroorganizmleriniň sanynyň dinamikasy daşky gurşawyň şertlerine: topragyň tipine, klimatiki şertlere, genetiki gorizontyna, ỳylyň paslyna, ösümlik örtüginiň häsiỳetine we beỳlekilere baglydyr.

Topragyň biodinamikasynyň esaslaryny S.P.Kostyçew goỳdy, soň ony N.M.Lazarew, Ỳe.N.Muşustin öz işlerinde ösdürdiler. Toplanan eksperimental materiallar W.W.Dokuçaỳew tarapyndan esaslandyrylan zonallyk kanunynyň dogrudygyny subut etdi. Ol kanunyň manysy her bir geografiki zona, öz topragy mahsusdyr diỳmekdir, oňa özüniň mikroorganizmleriniň toparlaryny saklaỳan ösümlik formasiýalary degişlidir diỳmekdir.

Sowuk geografiki etraplaryň topragyna seredeniňde, ỳyly geografiki etraplaryň topragynda mikroorganizmleriň sany has köp bolỳar. Sebäbi ol etraplaryň topragynda organiki galyndylar we gumus köp bolỳar. Şeỳle hem topragyň ỳokarky organiki maddalara baý gatlagynda, aşakdaky gatlaklara seredende mikroorganizmler köpdür.

Toprakda mikroorganizmleriň sany we hili ýylyň paslyna hem bagly. Ähli toprak tiplerinde diỳen ỳaly ỳaz paslynyň gelmegi bilen toprakda mikroorganizmler köpelỳärler, yssy, gurak etraplarda tomsyna mikroorganizmleriň sany azalyp, anabioz ýagdaýa geçýärler, sowuk etraplarda ol wagt çyglylyk ýeterli bolan şertlerde mikroorganizmleriň sany pasyllar boýunça birden üýtgemeýär.

Toprak – mikroorganizmleriň iỳmitlenỳän gurşawydyr

Toprak mikroorganizmleriň ösmegi üçin amatly gurşaw hasaplanylỳar. Ỳaşyl ösümlikler tarapyndan döredilen organiki maddalaryň köp mukdary toprakdaky mikroorganizmler tarapyndan dargadylỳar, eredilỳär we daşky gurşawa fermentler bölünip çykarylỳar. Netijede bolsa çüỳrüntgi emele gelỳär. Ol bolsa topragyň düzümini gowulandyrỳar. Çüỳrüntgä baỳ bolan toprakda ösümlikleriň kök ulgamy gowy ösỳärler, onda ỳeterli howa, suw we möhüm maddalary bardyr.

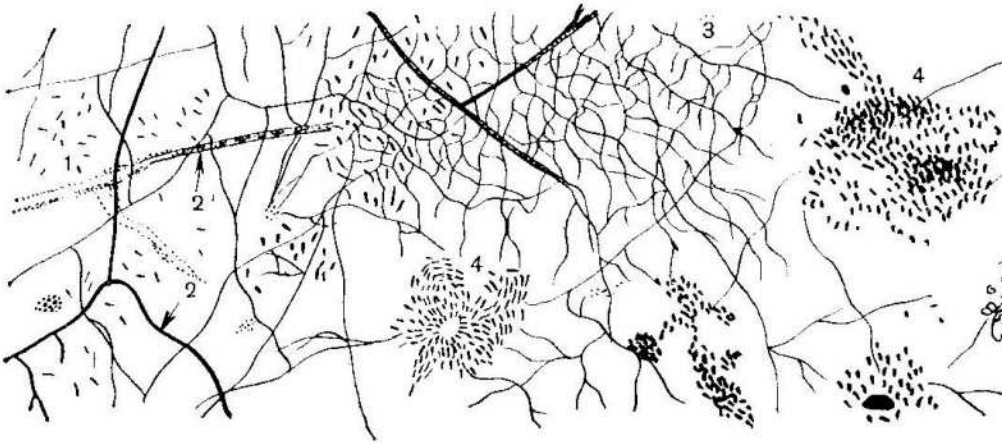
Toprakda ösümlik we haýwanat dünýäsiniň dürli toparlaryna degişli bolan mikroorganizmleriň köpdürli görnüşleri ýaşaýarlar we köpelýärler. Bu ýerde infuzoriýalar, amýobalar, dürli suwotylary, aktinomisetler we bakteriýalar duş gelýärler.

Toprakdaky ähli mikroorganizmleriň häsiýetli aýratynlygy şol görnüşleriň suwda ýa-da emeli iýmit gurşawynda ýaşaýanlary bilen deňeşdirilende olar örän kiçidigi bilen tapawutlanýarlar. Meselem: Amýoba gorginiýa diýen görnüş toprakda 15-18 mkm, emma suw gurşawynda 40-50-100 mkm çenli bolýar. Käbir suwotylary meselem: diatom suwotysy *Navicula* toprakda bakteriýanyň ululygy ýalydyr, ýagny 2-6 mkm çenli bolýar. *Pseudomonas* bakteriýasy toprakda 0,8 mkm ululykda, iýmit gurşawynda bolsa 1,0-1,2 mkm deňdir.

D.I.Nikitin tarapyndan elektron mikroskobyň kömegi bilen toprak mikroorganizmleriniň täze şekilleri açyldy. Olar ýyldyz we şar şekilli organizmler diýilip atlandyryldy. Ýene-de böwrek görnüşli, togalak şekilli, çişjagazy bolan taýajyk şekilli bakteriýalar hem açyldy.

Toprakdaky köp bakteriýalar onuň gaty döwri bilen baglanyşyklydyr. Aýratyn hem toprak bölejiginiň üstünde toplum emele getirip köpelýärler. Bu toplumlar emeli iýmit gurşawdaky toplumlardan tapawutlanýarlar. Gözegçilik geçirmegiň oňat usullarynyň bolmanlygy üçin, bize entek toprak bakteriýalarynyň ýaşaýşy, önüp ösüşi barada örän az maglumatlar bellidir.

Toprakdaky bakteriýalaryň ösüşine gözegçilik rus alymy N.G.Holodnyý tarapyndan öňe sürülen, aýratyn kameralarda geçirilýär, şonuň ýaly hem topraga gömülip goýlan predmet aýnalarynyň üstünde ösen we berkidilen bakteriýalar öwrenilýär (sur. 46).



Sur. 46. Predmet aýnasynyň üstünde emele gelen mikrop
1 – taýajyk şekilli bakteriýalaryň aýratyn öýjükleri; 2 – kömelegiň
aktinomisetleriň miselleri; 4 – spora emele getirýän bakteriýalaryň mik

bakteriýalar, kömelek gifleri, aktinomisetleriň miselleri, spora emele getirýän bakteriýalaryň kiçi toplumlaryny görmek bolýar.

Ösümlikleriň kök ulgamynyň ýanyndaky bakterial flora aýratyn hem güýçli ösendir. Rizosfor organizmleriň köp bölegi sporasyz aerob taýajyklara (*Psewdomonas*) degişlidir. Olar ösümligiň kök ulgamy ölenden soň sporaly aerob taýajyklar bilen ornuny çalyşýarlar. *Pseudomonas* urugyna degişli bakteriýalar ösümlikleriň kök ulgamynyň bölüp çykaran organiki kislotalaryny we uglewodlaryny özleşdirmän, eýsem olar käbir witaminleri hem sintezleýärler. Ol witaminler bolsa ösümlikler tarapyndan peýdalanylýar. Käbir maglumatlara görä köp witaminler ösümlikleriň kök ulgamy tarapyndan özleşdirilýär. G.M.Şawlowskiniň işlerine görä, *Pseudomonas* toparyna degişli bakteriýalar witaminleri dürli mukdarda sintezleýärler (tablisa 5). Käbir bakteriýalar kök ulgamynyň ýanynda bolman, eýsem mikroflora baý bolan toprakda hem bolýarlar. Witaminleriň toprakda saklanyşy hemişe bir derejede bolmaýar, sebäbi sintez bilen birlikde käbir bakteriýalar tarapyndan dargadylyp hem durulýar, şonuň ýaly hem ösümligiň kök ulgamy bilen özleşdirilip durulýar.

Tablisa 5.

***Pseudomonas* toparyna degişli bakteriýalaryň witaminleri sintezleýşi.**

(öýjükleriň 1 gr. gury massasy gamma hasabynda). Gamma $-\frac{1}{1000}$ mg

Bakteriýalar	Tiamin	Nikotin kislotasy	Witamin B_6
Pseudomonas aurantica	203	355	91
– // – *fluorescens*	23	511	16
– // – *herbocola*	15	470	12

Toprakda witaminleriň saklanyşyny şu aşakdaky sanlardan görmek bolýar. 1 kg toprakda tiamin – B_1 3-19γ çenli γ=1/1000mg; riboflawin, wit B_2 0,09-10 mg çenli, biotin bolsa 0,023-0,62 γ çenli we ş.m.

Ye.N.Mişustiniň aýtmagyna görä organiki maddalar darganda toprakda bakteriýalaryň bir senozy beýlekisi bilen çalyşýar. Ösümlikleriň galyndylary dargap başlan we entek olar aňsat ereýän maddalara baý bolan wagty, bakteriýalaryň esasy bölegi sporasyz taýajyklardan durandyrlar. Soňra ýuwaş-ýuwaşdan spora emele getirýän aerob bakteriýalar agdyklyk edýärler. Toprak mikrobiologiýasynyň esasy wezipesi, toprakda aerob we anaerob bakteriýalaryň bölünişi hakyndaky meseläni öwrenmekden ybaratdyr. Strukturaly toprakda bir wagtda olaryň ikisiniň hem bolmagy mümkin, ýagny toprak bölejiginiň üstünde aerob şekiller, topragyň bölejiginiň içinde bolsa anaerob bakteriýalar bolýarlar. Toprakdaky organizmler emeli iýmit gurşawy bilen deňeşdirilende başga hili bolýarlar. Şonuň üçin toprak mikroflorasynyň mundan beýläk ösüşini öwrenmeklik tebigy şertlerde geçirilmelidir. Toprak mikroflorasynyň ösmegine daşky gurşawyň faktorlary temperatura, topragyň PH-y, topragyň mehaniki düzümi, şorlanyş derejesi we beýlekiler täsir edýärler.

Toprak mikroflorasyny öwrenmekligiň usullary

Bakteriýalar toprakda organiki we organiki däl maddalary dargatmak bilen ägirt uly orna eýedirler. Toprakda bakteriýalaryň sany näçeräkkä? diýen sorag gelip çykýar. Bu soraga uzak wagtlap doly we dogry jogap bolmandyr.

Toprakdaky bakteriýalaryň sanyny öwrenmegiň esasy usullary aşakdakylardan ybaratdyr:

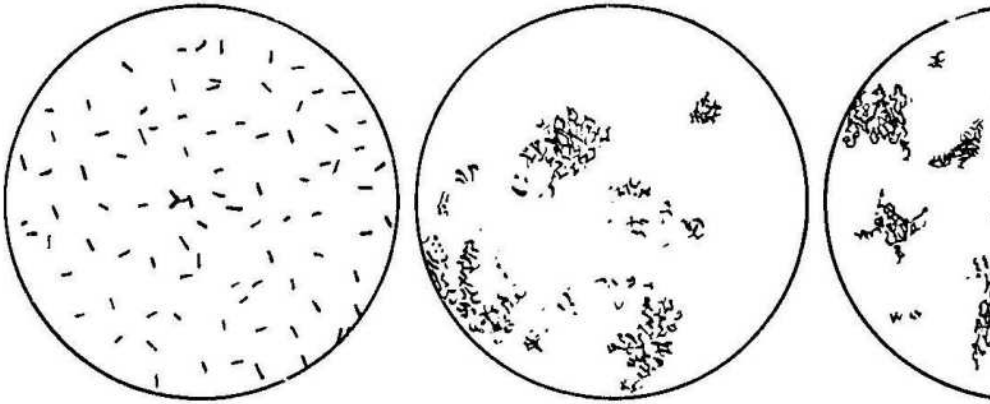
1. Toprakdaky bakteriýalaryň sanyny öwrenmegiň esasy usuly toprak suspenziýasyny taýýarlamak we ony emeli iýmit gurşawynda ekip görmek usulydyr.

Adatça bu maksat üçin 1 kg toprak alnyp 5 ýa-da 10 gezek arassa suw bilen gowşatmaly soňra arassa damdyrgyç bilen alyp gaty iýmit gurşawyna toprak suspenziýasyny ekmeli, 1-2 gije-gündizden soň agarda ösüp çykan mikroblaryň toplumlaryny sanamaly we alnan suspenziýadaky hem-de 1 g toprakdaky bakteriýalaryň sanyny kesgitlemeli. Her bir öýjükden 1 sany toplum emele gelýär diýlip hasaplanýar. Käbir mikroorganizmler iýmit gurşawynda gowy ösmeýär. Olara nitrifikatorlar, azotofiksatorlar we organizmdäki kletçatkany dargadýan bakteriýalar degişlidir. Bir öýjükden 1 sany toplum emele gelýär diýilýäni hem nädogry. Toprakda bakteriýalar bir deň ýaýraman, käbiri kiçijik toparlary emele getirýär. Şol toparlar bolsa birnäçe, hat-da onlarça bakteriýalardan düzülendir. Olar hemmesi bilelikde iýmit gurşawynda bir toplumy emele getirýärler. Bu usul bilen hasaplanda 1 gram toprakda bakteriýalar onlarça müňden birnäçe milliona çenlidir.

2. 1924-nji ýylda S.N.Winogradskiý toprakda bakteriýalaryň sanyny kesgitlemegiň täze usulyny hödürledi.

Ol göniden-göni sanamak usulyny döretdi. S.N.Winogradskiýniň **bakterioskopiki** usuly toprak bakteriýalaryny reňklemek we mikroskopda sanamaklyk düzgünine esaslanandyr. Munuň üçin toprak suspenziýasynyň belli bir görnüşinden mikroskopiki preparat taýýarlamaly we eritroziniň ergini bilen reňklemeli. Munda topragyň kolloid bölejikleri reňklenmän, diňe bakteriýalar reňklenýärler. Preparat ýuwulanda topragyň kolloid bölejikleri reňkini suwa geçirýär, bakteriýalar bolsa gyzyl reňkliligine galýarlar. Bu usulyň kemçilik tarapy, onda öli we janly bakteriýalary tapawutlandyryp bolmaýar. Ondan başga-da

N.N.Hudýakowyň görkezmegi boýunça bakteriýalaryň bir bölegi toprak bölejikleri tarapyndan sorulýar we hasaba alynmazlygy mümkin (sur. 47).



Sur. 47. Toprak bölejikleri tarapyndan bakteriýalaryň sor

a – Bact.prodigiosum; b – kwarsyň kiçi bölejikleri tarapyndan sorulan B

ç – toprak bölejikleri tarapyndan sorulan Bact.prodigiosu

sorulmaýarlar (tablisa 6).

Tablisa 6.

Bakteriýalaryň dürli görnüşleriniň topraga sorulyşy

Bakteriýalaryň atlary	Bakteriýalaryň sany (mln. hasabynda)	
	arassa kultura	5 gr. toprak goşulandan soň
Bac. mycoides	6,7	0,3
Bac. mesentericus	12,6	7,5
Bac. prodigiosum	90,0	4,2

Escherichia coli	67,8	60,0	
Bac. fluorescens	445,0	90,0	

Meselem: *Bac.mycoides*-ň arassa kulturasynda 6-7 mln bakteriỳa bar, suspenziỳa 5 gr toprak goşulandan soň 0,3 mln bakteriỳa bolupdyr, ýagny 95,5%-ni toprak özüne sorupdyr. Içege taỳajygy bakteriỳasynyň (*Escherichia coli*) - arassa kulturasynda 67,8 mln bakteriýa bolupdyr, oňa 5 gr toprak goşulandan soň 60 mln bakteriýa galypdyr, ỳagny 11,5% sorulypdyr.

Bakteriỳalaryň toprak tarapyndan sorulmagy biohimiki hadysalaryň çaltlygyna täsir edỳär, ỳagny olaryň işjeňligi örän peselỳär.

Winogradskiniň görkezişi ỳaly mikroorganizmlere garyp toprakda 1 gramda 200-500 mln bakteriỳa, orta ỳagdaỳda bolanda 2 mlrd çenli, mikroorganizmlere baỳ bolan toprakda bolsa 2 mlrd we ondan ỳokary bakteriỳalar bolmalydyr.

F.N.Germanowyň bakterioskopiki usulyna görä 1 gr toprakda bakteriỳalaryň sany 10 mlrd çenli bolỳar. Dürli toprakda bakteriỳalaryň sany dürlüçedir. Meselem: Gara toprakly tarp ỳerde topragyň üstki gatlagynda bakteriỳalaryň umumy sany 1gr toprakda 3 mlrd-a ỳakyn. Ortaky gatlakda 1740 mln. Aşaky gatlagynda 2 mlrd 570 mln-a barabardyr.

Alymlaryň kesgitleỳşi ỳaly şar şekilli bakteriỳalar taỳajyk şekillilere seredende has köpdür. Mes: A_1 gorizontda (üstki gatlakda) kokklar 1 gr toprakda 2 mlrd, şekilindäkiler bolsa 410 mln-a deňdir. Sürlen gara toprakda A_1 gorizontda (ýokarky gatlakda) bakteriỳalaryň sany 6 mlrd 470 mln., B_1 gorizontda (ortaky gatlakda) 2 mlrd 890 mln bakteriỳa bardyr. Azotobakteriỳalar topragyň aşakky gorizontynda köp duş gelỳär. Topragy sürmeklik we medeni ösümlikleri ekmeklik bakteriỳalaryň sanynyň birden köpelmegine getirỳär. Meselem: sürülmedik gara topragyň A_1gorizontynda 1 gr toprak 3 mlrd-da ỳakyn bakteriỳa saklanỳan bolsa, ol sürülip bugdaỳ ekilende bakteriỳalaryň sany 6 mlrd-da çenli artỳar.

Toprak bakteriỳalarynyň biohimiki hadysalaryny geçirmekde örän uly roly bardyr. Topragy jansyz zat hökmünde göz öňüne getirmän, eỳsem onuň içinde dürli janly organizmleriň bakteriỳalar,

kömelekeler, infuzoriýalar, ösümlikleriň kökleri, suwotular we haýwan organizmlerinden ybarat bolan janly zat hökmünde göz öňüne getirmelidir.

Toprakdaky mikrobiologiki hadysalary kadalaşdyrmagyň ýollary

Toprakda mikrobiologiki hadysalary kadalaşdyrmak üçin birnäçe agrotehniki we meliorativ usullar, şonuň ýaly hem mineral we organiki dökünleri hem-de bakterial dökünleri dökmek gerekdir. Topragy sürmek arkaly onuň mikroflorasyna täsir etmek bolýar. Toprakda sürüm işlerini geçirmeklik ekerançylygyň esasy usullarydyr. N.A.Kaçinskiniň hasaplamagyna görä adamzat her ýyl 1 müň km kub (1000 km^3) ýeri agdarýar. Topragy sürmeklik netijesinde ondaky mikroorganizmleriň sanynyň artmagyna gara topraklaryň mysalynda ýokarda garap geçdik. Tomus wagtlary sürüm gatlagynda mikroorganizmleriň sany bahar aýlaryna seredende peselýär. Meselem: ýazda ýa-da bahar aýynda 6 mln 300 müň aerob bakteriýalar bar bolsa, tomus wagtlary olaryň sany 3800 çenli azalýar. Kömelekleriň sany küljümek we gara toprakda ýokarky gatlagynda köpdür we bakteriýalaryň sanyna seredende birneme durnuklydyr.

VIII. WIRUSOLOGIÝANYŇ ESASLARY

“Wirus” – latyn sözünden türkmençä geçirilende heläkleýji diýmegi aňladýar. Wiruslar tebigatda örän giň ýaýrandyr. Olar ösümlik, haýwan we adam organizmlerinde dürli hili wirus kesellerini döredýärler, olar öýjük içiniň mugthorlary hasaplanýarlar.

Eduard Dženner 1796-njy ỳylda tebigy mama keselini öwrenip, bu keseli mama wirusynyň döredỳändigini açdy. Sagymçylar näme üçindir sygyr mamasy bilen az keselleỳändigini öwrenỳär.

Wirus rus alymy botanik (ösümlikler fiziology) D.J.Iwanowskiỳ tarapyndan 1892-nji ỳylda ilkinji gezek açylỳar. Ol temmäki ösümliginiň mozaika keselini öwrenỳär.

1903-nji ỳylda D.J.Iwanowskiỳ "Temmäkiniň mozaika keseli" diỳen temadan doktorlyk dissertasiỳa ỳazỳar.

D.J.Iwanowskiỳ kesel ösümlikden alnan şiräni kesellemedik ösümlige täsir etdirende, ol kesellemedik ösümliginiň hem keselleỳändigini açỳar.

Şeỳle hem amerikan alymy Uendell-Stenli temmäkiniň mozaika keselini öwrenỳär. 1935-nji ỳylda Uendell-Stenli temmäkiniň mozaika keseliniň wiruslarynyň kristallaryny alỳar. Ol iňňe şekilli wirusyň kristallaryny kesellemedik temmäkiniň ỳapragyna täsir etdirende ỳene-de şol keseli alỳar.

1963-nji ỳylda Uendell-Stenli wirusa şeỳle kesgitleme berỳär: "Wirus-bu örän kiçijik möçberli, organizme geçmeklige we diňe janly öỳjükde ýaşamaga, köpelmäge hem-de kesel döretmäge ukyply bolan mikrobdyr". Onuň wirusa beren kesgitlemesi häzirki wagtda giň ỳaỳrandyr.

Bakterial süzgüçden geçỳänligi sebäpli wiruslara 1930-njy ỳyllara çenli kiçijik bakteriỳalar hem diỳipdirler. Soňra bakteriỳal süzgüçden geçỳän bakteriỳalaryň köp açylmagy sebäpli ỳene-de olara süzüliji wiruslar hem diỳilipdir. Wirus ady häzir saklanyp galdy.

Wiruslaryň sany barada, tebigatdaky görnüşleri barada belli bir san aỳtmak kyn, sebäbi wirusy öwrenỳän alymlar, başga ỳüzlerçe täze görnüşleri açỳarlar. Wiruslary öwrenỳän ylyma – wirusologiỳa diỳilỳär.

Wirusologiỳa wiruslaryň açylmagy bilen ösüp başlaỳar. Wirusologiỳa elektron mikroskopyň açylmagy, rentgenografiỳanyň, molekulỳar biologiỳanyň ösmegi bilen has ösdi.

Wirusologiỳa ylmynyň adamlaryň, haỳwanlaryň we ösümlikleriň kesellerini bejermekde örän uly ähmiỳeti bardyr. Wirusologiỳa ylmy – molekulỳar biologiỳa, biotehnologiỳa, gen inženeriỳasy, lukmançylyk biologiỳasy ỳaly biologiỳanyň pudaklaryna daỳanyp wiruslary adamzada hyzmat etdirmek tarapa ulanmagy maksat edip goỳỳar. Meselem: nesle geçỳän keselleri bejermekde (gen, hromosom, DNK) ösümlikleriň dürli kesellerini bejermekde az ykdysady çykdajy edip köp hasyl almak we ş.m.

Amerikan alymlary gowaça sowkasyna garşy wirus açdylar. Hindi alymy S.K.Ghoş 1982-nji ỳylda tüwi mozaikasy wirus keseliniň üstünde işläp, süỳüm berỳän ösümliklere ỳokuşdyrylanda köp hasyl alyp bolỳandygyny açỳar. Ỳöne bu hadysany häzir dogry düşündirip bilmeỳärler. Bu XXI asyr biologiỳasynyň wezipesidir.

Janly öỳjük bilen wirusyň arasyndaky çylşyrymly gatnaşyklar ỳakyn geljekde adamlaryň saglygyny goramakda ösümlikleriň we haỳwanlaryň önümliligini artdyrmakda ykdysady maksatlar üçin wiruslary ulanyp bolar diỳen umyda getirỳär.

Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedow adamlaryň saglygyny goramaga hem-de türkmen ylmyny ösdürmäge Garaşsyzlyk ỳyllarynda esasy ünsi berỳär. Ol özüniň Türkmenistanda saglygy goraýşy ösdürmegiň ylmy esaslary atly kitabynda ilatyň saglygy üçin edilýän işler barada şeýle belläp geçýär: “Saglyk” Döwlet maksatnamasynyň çäklerinde Türkmenistanyň Saglygy goraýyş we derman senagaty minstrliginiň tabşyrygy boýunça ilatyň jan saglygy üçin bähbitli binalaryň ýüzlerçesi gurlup, ulanylmaga berildi, şu günki gün ol binalaryň ilatyň jan saglygyny goramakda, adamlaryň ortaça ýaş dowamlylygyny uzaltmakda ähmiýeti diýseň uly. Şol desgalaryň gurluşygy üçin goýberilen serişdeler bu günki gün ilatyň jan saglygynyň goragynda. Il saglygy bolsa ýurduň iň uly baýlygydyr.

Wiruslaryň ululyklary barada aỳdanymyzda olar dürli-dürlidir.

10-15 nm-den tä 200-400 nm çenli hasaplanylỳar. Häzirki döwürde olary 3 topara bölüp öwrenỳärler.

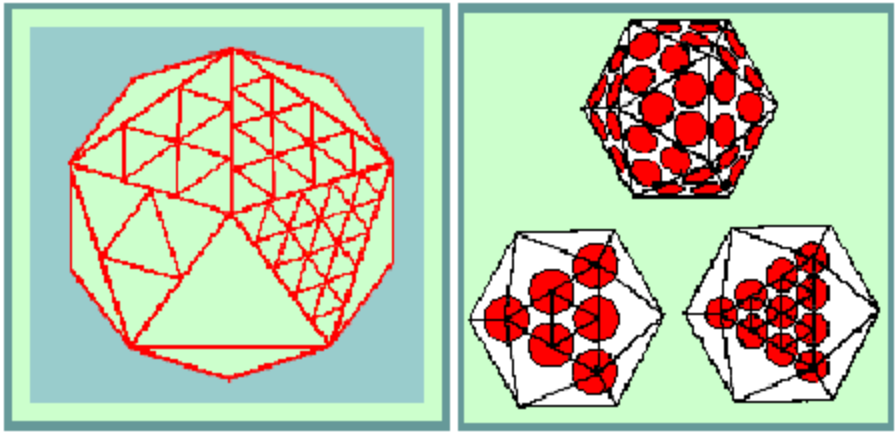
1. Uly wiruslara 230-300 nm ululykdaky, adamlaryň mama keseliniň wiruslary we mama waksinasy (230-300 nm), guduzlama wirusy 100-150 nm we ş.m.
2. Orta ululykdaky- (80-120 nm) dümew keseliniň wirusy 80-120 nm, bakteriofaglar 75-90 nm, towugyň sarkoma keseliniň – howply çiş keseliniň wiruslary 70 nm.
3. Kiçi ululykdaky 10-20 nm wiruslara sary gyzdyrma 22 nm, piliomiỳelit wirusy 10-20 nm, ỳaşur ỳa-da asgyl wirusy 10-20 nm siňňil wirusy 1-12 nm we ş.m. degişlidir.

Wiruslaryň ululygyny kesgitlemegiň birnäçe usullary bar.

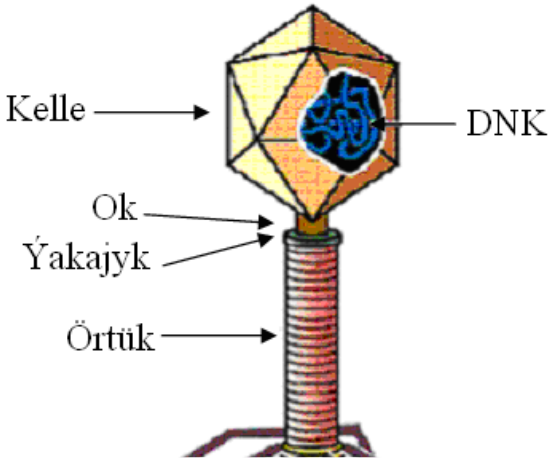
1. Sentrofuga usuly.
2. Kolloid membrana usuly.
3. Elektron mikroskopynda kesgitlemek.

Wiruslar daşky görnüşi boýunça şu aşakdaky toparlara bölünỳär:

1. Şar şekilli – adam, haỳwan, ösümlik wiruslary, dümew, guduzlama; kesselleriniň wiruslary.
2. Kub görnüşli – gyzamyk, tebigy mama wiruslary (sur. 48).
3. Sapak şekilli wirus – kartoşkanyň we gant şugundyrynyň saralmak keseliniň wiruslary.
4. Basilla şekili wirus – arpanyň çyzykly wirusy.
5. Taỳajyk şekilli wirus – temmäkiniň we kartoşkanyň mozaika keseliniň wiruslary.
6. Spermatozoid şekilli wirus – bakteriofaglar degişlidir (sur. 49).



Sur. 48. Kub görnüşli simmetriýaly wirusyň gurluşy

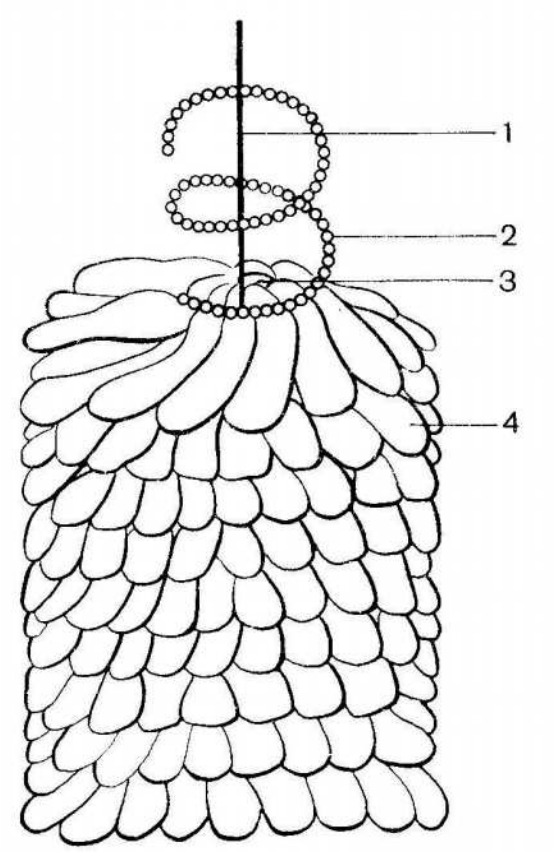


Sur. 49. Bakteriofagyň gurluşy

Wiruslaryň düzümi we gurluşy

Wiruslaryň düzümi nuklein kislotalary (DNK we RNK) we beloklardan durandyr.

Köplenç ösümlikleriň wiruslary RNK, haýwan we adamda kesel döredýän wiruslar DNK köp saklaýarlar.



Sur. 50. Temmäkiniň mozaika wirusynyň gurluşynyň çyzgysy:
1 – spirallaýyn oky; 2 – RNK molekulasy; 3 – içi boş kanal; 4 – kapsomerler

Käbir wiruslar hem DNK-ny hem RNK-ny saklaýar. Wiruslar adaty öýjükden tapawutlanyp, olarda belogyň sintezi üçin ribosoma organoidi, şeýle hem fermentatiw ulgamy ýokdyr. Eger janly öýjük bolmasa öz madda çalyşygyny geçirip bilmeýär. Şoňa görä wiruslary emeli iýmit gurşawynda ösdürip, hiç hili öwrenip bolmaýar.

Wiruslar diňe janly öýjükde köpelip we ösüp bilýärler. Şoňa görä olara öýjük içi mugthorlary diýilýär.

Her bir wirus nuklein kislotasyndan (DNK, RNK) we onuň daşyny örtüp duran 2 gatlakly belokdan düzülendir. Ol gabyga – **kapsid** diýilýär. Kapsid

grek sözi bolup “ỳaşik”, “guty” diỳmekdir. Kapsid ỳa-da guty birnäçe monomerlerden durỳar. Olara **kapsomerler** hem diỳilỳär (sur. 50). Kapsiddäki kapsomerleriň sany her bir görnüş üçin hemişelik sandyr. (Edil hromosomlaryň sany ỳaly).

Poliomiỳelit wirusy 32 sany, Poliomada 42 sany, Adenowirus 352 sany, Temmäkiniň mozaika keseliniň wirusy 2000 sany kapsomerlerden durỳar we ş.m.

Kapsidiň içindäki nuklein kislotasyna **nukleokapsid** diỳilỳär. Käbir kapsidleriň daşy ỳene-de ikilenji gabyk bilen örtülen bolỳar. Oňa **“Peplos”**-grekçe plaş diỳmegi aňladỳar. Ol belok we lipidlerden durỳar. Wirus öỳjügi kesellendirende öỳjügiň içine diňe nuklein kislotasy girỳär, wirusyň gabygy, öỳjük we beỳlekiler daşda galỳar.

Wirusyň döredỳän çaga paraliçi keseline 1874-nji ỳylda **poliomiỳelit** diỳen at berildi. Poliomiỳelit bilen kesellände arka beỳniniň çal maddasy zaỳalanỳar, oňa çaga paraliçi diỳilỳär. Bu keseli wirusyň döredỳänligini 1909-njy ỳylda Awstraliỳaly alym lukmanlar K.Landşteỳner we Ỳe.Popper subut etdiler.

Wiruslara dürli faktorlaryň täsiri

Wiruslara dürli fiziki we himiki faktorlar hem täsir edip bilỳärler.

Temperaturanyň täsiri: ỳokary temperatura wiruslary öldürip bilỳär. Köp wiruslar 50-60°C temperaturada gyrylỳarlar. Meselem: dümew wirusy-56°C-de 20-30 minutda, mama wirusy 55°C-de 20 minut, 50°C-de 15 minut gyzdyrylanda guduzlama wirusy işjeňligini ỳitirỳär. Rak we AIDS wiruslary bolsa 60-70°C-da işjeňligini ỳitirỳärler. Ỳöne adamyň ganyny gyzdyryp we biologiki süzgüçde süzüp wiruslary tutup alyp bolmaỳar.

Köp wiruslar ỳokary temperaturada hem işjeňligini ỳitirmeỳärler. Meselem: sarylatma ỳa-da Gepotid B wirusy. Şoňa görä ol iňňeden hem ỳokuşỳar.

Wiruslara PH-ň ỳa-da wodorod ionlarynyň konsentrasiỳasynyň täsiri hem bardyr. Wiruslar ultramelewşe şöhlesine durnuksyz, rentgen şöhlesine durnukly bolỳar. Wiruslar dürli erginlerde tiz ölỳärler. Meselem 5 %-li fenol, 1%-li formalin, 40% garynja kislotasy, 0,25 % $KMnO_4$ ergininde, 5%-li lỳugolda wiruslar çalt ölỳärler.

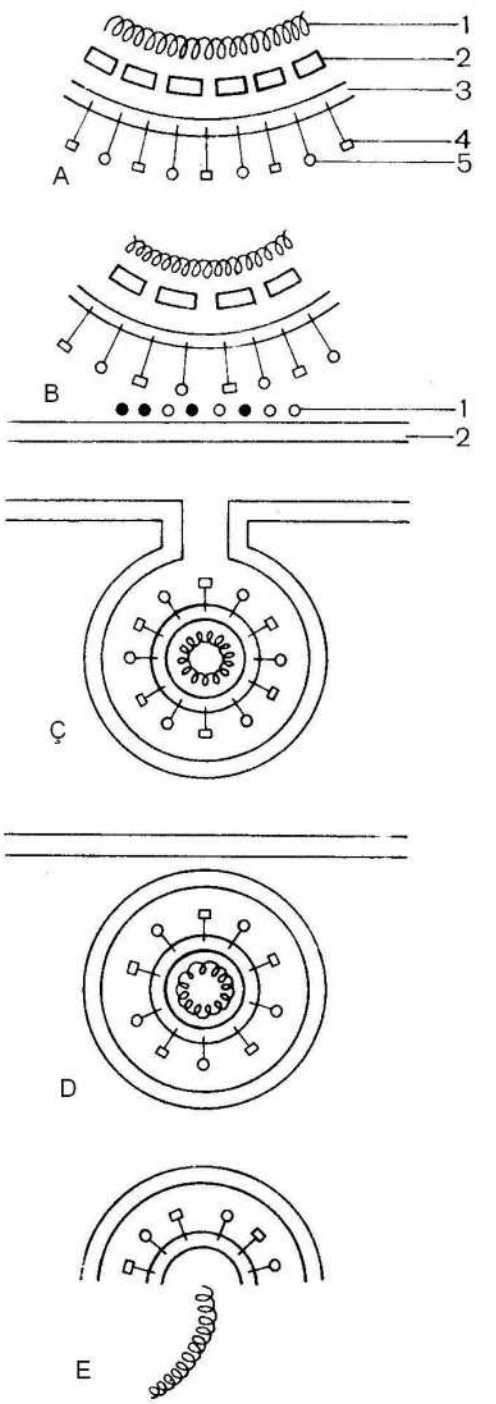
Wiruslaryň öỳjük bilen özara täsiri

Erkin ỳagdaỳda wiruslar işjeňligini ỳüze çykarmaỳarlar, iỳmitlenmeỳärler, köpelmeỳärler, ỳagny dynçlykda bolỳarlar.

Eger-de wiruslar özlerine degişli öỳjüge duş gelseler, onda öỳjük bilen özara täsir edip, işjeňleşỳärler. Şoňa görä-de olara **öỳjük içiniň mugthory** diỳilỳär.

Öỳjük bilen wirusyň özara täsiri örän çylşyrymlydyr we köpdürlidir. Käbir ỳagdaỳda wirus öỳjügiň içine girip ony kesellendirỳär we öldürỳär, başga bir ỳagdaỳda wirus öỳjügiň içine girip, uzak wagtyň dowamynda duỳular ỳaly täsir etmeỳär, ỳa-da öỳjügiň genetiki enjamynda üỳtgeşme geçirmeỳär. Wagtyň geçmegi bilen köp dürli faktorlaryň, käwagt temperaturanyň, himiki maddalaryň täsirinde

wirus öýjügiň genetiki enjamyny öz hasabyna işledýär. (Mes: çilim çeken adamlaryň öýkeniniň, gyzylödeginiň rak keseli we ş.m.)



Rus alymy W.M.Ždanow öýjük bilen wiruslaryň täsirini shematiki birnäçe yzygider döwürlere bölýär.

1. Wirusyň, öýjügiň içine girmegi we onuň belok gabygyndan nuklein kislotasynyň boşamagy (sur. 51).

2. Wirus tarapyndan öýjügiň madda çalyşyk hadysasynyň üýtgedilip gurulmagy we wiruslar üçin möhüm bolan ýörite fermentleriň sintezlenmegi.

3. Wirusyň nuklein we belok düzümleriniň sintezi.

4. Kesel döretmäge ukyply wiruslaryň emele gelmegi we olaryň öýjükden daşaryk çykmagy.

Öýjük bilen wirusyň özara täsiriniň birinji stadiýasy – bu wiruslaryň öýjügiň üst ýüzüne sorulmagydyr. Bu hadysa öýjügiň üsti bilen wirusyň

üstüniň zarỳadlarynyň tapawudynyň hasabyna bolup geçỳär. Wiruslaryň öỳjüge sorulmagyna dürli faktorlar: temperatura, PH, gurşawyň düzümi we beỳlekiler täsir edỳär. Meselem: Faglar distillirlenen suwda ỳa-da fiziologiki erginde güỳçli turşy we aşgar gurşawlarynda hem sorulmaýar.

Faglar bakteriỳa öỳjüginiň diwaryna özüniň ỳörite gurlan çykyndylary arkaly ỳapyşỳarlar.

Galan wiruslar bakteriỳalaryň öỳjük diwarynyň islendik tarapy bilen ỳapyşyp bilỳärler. Olar öỳjüge onuň gabygynyň mehaniki taỳdan zaỳalanan ỳerinden geçip bilỳärler.

Wiruslary kultiwirlemek

Mümkin bolan waksini öndürmek we öwrenmek maksady bilen wiruslary kultiwirlemegiň üç usulyndan peýdalanylýar.

1) tejribe geçirilýän haýwanyň bedeninde wiruslary kultiwirlemek (in wiwo). Bu usul wirusologiýanyň ösüşiniň ilkinji döwürlerinde giňden ulanyldy. Emma wiruslaryň organizmlere şikes ýetirmeginiň azlygy, şeýle hem tejribe geçirilýän haýwanlary köp mukdarda saklamaklygyň tehniki kynçylyklary öwrenmekligiň ösüşini saklaýar.

2) Towuklaryň düwünçeginde wiruslary kultiwirlemek. Bu usuly 1931-nji ýylda Wudraff we Gudpasçer işläp tapdylar. Dürli wiruslaryň towuk düwünçeginiň berk kesgitlenen bölümlerinde ösýändigi soňrak kesgitlenildi. Wiruslaryň köpelýändigini towuk ýumurtgasynyň düwünçeginiň ölýändigi ýa-da gemagglýutinasiýa reaksiýasynyň esasynda kesgitlemek mümkin.

3) Iýmit gurşawynyň üstünde öýjük kulturasynda wiruslary ösdürip ýetişdirmek (in witro). Bu usul 1949-njy ýylda P.Ender tarapyndan poliomiýelit wirusynyň mysalynda işlenip tapyldy. Öýjük kulturasy usuly häzirkizaman wirusologiýasynyň tejribeliginde giňden ulanylýar. 3 – 5-den 50-ä çenli nesil bermeklige çydap bilýän ikinji öýjük kulturasy haýwanlaryň we adamyň düwünçeginiň dokumasyndan taýýarlanýar. Uly organizmiň dokumasyna seredende olaryň ösmeklige ukyplylygy ýokary bolýar. Tükeniksiz sanly nesil

emele getirmeklige ukyply bolan öýjük kulturasyny çiş öýjüklerinden alynýar.

Çüýşe gabynyň içindäki ýokumly iýmit gurşawyna öýjük suspenziýasy ekilýär. Aýnanyň üstüne adsorbirlenen öýjükleriň çalt bölünmegi öýjükleriň bir gatlagynyň emele gelmegine getirýär. Emele gelen öýjükleriň bir gatlagyna wiruslaryň suspenziýasy ekilýär. Öýjük kulturasynda wiruslaryň köpelýändigini morfologiki alamatlar we öýjükleriň dargamak derejesi boýunça kesgitlemek mümkin.

Öýjük kulturasy usulynyň giňden ulanylmagy gysga wagtda wiruslaryň täze ýüzlerçesini açmaklyk bilen çäklenmän, eýsem wiruslara garşy senagat esasynda waksin öndürmeklige hem mümkinçilik döretdi.

Wiruslaryň ýokuşmagynyň öňüni almak we bejermek

Wiruslaryň ýokuşmagynyň öňüni almak we olaryň döredýän kesellerini bejermek wajyp, emma kyn wezipeler hasaplanýar. Häzirki wagtda wirus tebigatly köp kesellere garşy derman serişdeleri entek ýok. Öýjükleriň ýaşaýyş iňjeňligi hadysasyna täsir etmezden, wiruslaryň nesil öwrülişiginiň hiç bolmanda haýsy hem bolsa bir döwrüne täsir edýän derman serişdelerini döretmek esasy wezipe bolup durýar. 1967-nji ýylda A.Aýzeks we I.Lindeman tarapyndan alnan interferon wiruslara garşy ulanylýan netijeli serişde hasaplanýar. Interferon molekulýar massasy $1,2 \cdot 10^4 – 1,6 \cdot 10^5$-e deň bolan kislotalaryň, aşgarlaryň, ultramelewşe şöhleleriň täsirlerine durnukly bolan belokdyr.

Sagdyn organizmde interferon ujypsyzja mukdarda saklanýar, emma wirus ýokuşsa onuň mukdary birden artýar. Interferon öýjükleriň ribosomalarynda wiruslaryň i-RNK-n translýasiýasynyň bozulmagyna getirýär. Bu bolsa wiruslaryň beloklarynyň sinteziniň gutarmagyna getirýär. Ekzogen interferon leýkositlerden we adamyň süňk ýiliginiň öýjüklerinden alynýar.

Interferon dümewi, nemli gabygyň we deriniň wirus kesellerini bejermekde ulanylýar. Mama keseline garşy ulanylýan ilkinji

serişdeleriň biri hem metizazondyr. Ol wiruslaryň gurluş beloklarynyň sintezini duruzmaklyga gönükdirilendir. Metizazonyň täsiri netijesinde öýjükde ýokuşmak häsiýeti bolmadyk wirion emele gelýär.

Amantadiniň we remantadiniň açylmaklygy wirusologiýa ylmynyň gazanan üstünlikleri hasaplanýar. Amantadin we remantadin dümewiň A tipli wirusynyň, şeýle hem azrak derejede gyzamyk wirusynyň köpelmekligini basyp ýatyrýar. Bu derman serişdeleri wiruslaryň köpelişiniň irki döwürlerinden täsir edip başlaýar we öýjügiň ýaşaýyş işjeňligine täsir etmeýär.

Häzirki günde wirus kesellerine garşy göreşmekde waksinalary sançmak usuly adamlaryň saglygy barada edilýän aladalaryň içinde esasy orunda durýar.

Peýdalanylan edebiýatlar

1. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistanda saglygy goraỳşy ösdürmegiň ylmy esaslary. Aşgabat. Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2007.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, halky söỳmek bagtdyr. Aşgabat. Türkmen döwlet neşirỳat gullugy, 2007.
3. G.A. Mezilow. Bioenergetikanyň esaslary. Aşgabat, 2001.
4. Альберт С. Б. Молекулярная биология клетки: в 3 т. / С. Б. Альберт, [и др. М.: Мир, 1994. Т. 1–3.
5. Глик, Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак. М.: Мир, 2002.
6. Готтшалк, Г. Метаболизм бактерий / Г. Готтшалк. М.: Мир, 1982.
7. Громов, Б. В. Строение бактерий / Б. В. Громов. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1985.
8. Гусев, М. В. Микробиология / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. М.: Лысак В. В. Микробиология : учеб. пособие / В. В. Лысак. – Минск : БГУ, 2007.
9. Емцев, В. Т. Микробиология / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. М.: Дрофа, 2005.
10. Жизнь растений. Том 1. М., «Просвещение», 1974.
11. Кондратьева, Е. Н. Фототрофные микроорганизмы / Е. Н. Кондратьева, И. В. Максимова, В. Д. Самуйлов. М.: Изд-во МГУ, 1989.
12. Коничев, А. С. Молекулярная биология / А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова. М.: Издательский центр «Академия», 2003.
13. Коротяев, А.И. Медицинская микробиология, иммунология и вирусология / А. И. Коротяев, С. А. Бабичев. СПб.: СпецЛит, 2002..
14. Лукомская К.А. Микробиология с основами вирусологии.

М., «Просвещение», 1987.
15. Нетрусов, А. И. Экология микроорганизмов / А. И. Нетрусов [и др.]. М.: Издательский центр «Академия», 2004.
16. Определитель бактерий Берджи: в 2 т. / под ред. Дж. Хоулта [и др.]. М.: Мир, 1997. Т. 1–2.
17. Современная микробиология: в 2 т. / под ред. Й. Ленгелера, Г. Древса, Г. Шлегеля. М.: Мир, 2005. Т. 1–2.
18. Шлегель, Г. Общая микробиология / Г. Шлегель. М.: Мир, 1987.

M A Z M U N Y

Giriş. .....
Mikrobiologiýa dersi we ony öwrenmegiň usullary. .....
Umumy janly dünýäde mikroorganizmleriň tutýan orny. .....
Mikroorganizmleriň tebigatda we halk hojalygynda ähmiýeti. .....
Biotehnologiýanyň esasy ugurlary. .....
Mikrobiologiýanyň ösüşiniň gysgaça taryhy. .....
Mikrobiologiýanyň häzirki zaman ugurlary. .....
I. PROKARIOTLARYŇ GURLUŞY, OLARYŇ TOPARLARA BÖLÜNIŞI
Prokariotlaryň daşky görnüşi we ululyklary. .....
Bakteriýalaryň öýjük diwarynyň gurluşy. .....
Bakterial öýjügiň içki gurluşy. .....
Bakteriýalaryň žgutikleri we fimbriýalary. .....
Bakteriýalaryň ätiýaçlyk iýmit maddalary.....
Bakteriýalary toparlara bölünişi. .....
II. PROKARIOTLARYŇ KÖPELIŞI WE ÖSÜŞI
Prokariot öýjügiň ösüşi. .....
Prokariotlaryň köpelişi. .....
Spora emele getirmek. .....
Sporanyň ösüşi. .....
Prokariotlaryň dynçlyk ýagdaýdaky şekilleri. .....
Iýmit gurşawyna goşmaça iýmit maddalary goşulmaýan we ondan madda çalşyk önümleri bölünip aýrylmaýan gurşaw şertlerinde bakterial populýasiýanyň ösüş döwürleri. .....
Mikroorganizmleriň üznüksiz ekilişi. .....
III. PROKARIOTLARYŇ GENETIKASY
Prokariotlaryň fenotipiki we genotipiki üýtgeýjiligi. Mutasiýa. .....
Prokariotlaryň genetiki materialynyň rekombinasiýasy: transformasiýa, transduksiýa, konýugasiýa. .....
Mutasiýanyň ähmiýeti. Gen inženeriýasynyň gelejegi. .....
IV. MIKROORGANIZMLERE DAŞKY GURŞAWYŇ FAKTORLARYNY
Fiziki faktorlar. .....
Himiki faktorlar. .....

Biologiki faktorlar. .....
V. MIKROORGANIZMLERIŇ FIZIOLOGIÝASY
Iýmitlenişiň fiziologiýasy. .....
Mikroorganimzleri kultiwirlemegiň (ösdürmegiň) usullary. .....
Sterilizasiýa (arassalamak) usullary. .....
Fiziki usul. .....
Himiki arassalamak usuly. .....
Mehaniki usul. .....

PROKARIOTLARYŇ IÝMITLENIŞI
Prokariot öýjükleriniň himiki düzümi. .....
Prokariotlaryň iýmite bolan talaplary. .....
Biogen elementleriniň çeşmesi. .....
Ösüş faktorlary. .....
Prokariotlaryň öýjügine iýmit maddalarynyň baryş usullary. .....
Mikroorganizmleriň öýjüklerine iýmit maddalarynyň geçirilişi. .....
Prokariotlaryň iýmitlenişiniň tipleri. .....
Fotolitoawtotroflar. Bakterial fotosintez. .....
Fotoorganoawtotoflar. .....
Hemolitoawtotroflar. .....
Hemoorganogeterotroflar. .....
PROKARIOTLARYŇ METABOLIZMI. AJAMAK
Katabolizm we anabolizm hadysalary. .....
Prokariot öýjügiň fermentleri. .....
Prokariotlaryň katabolizmi. .....
Ajamak. .....
Süýtturşyly ajamak. .....
Spirtli ajamak. .....
Ýagturşyly ajama. .....
Organiki we organiki däl maddalaryň aerob okislenmesi. .....
Anaerob okislenme. .....
Prokariotlaryň anabolizmi. .....
VI. MIKROORGANIZMLERIŇ ESASY BIOGEN ELEMENTLERIŇ ÖWR
GATNAŞYGY
Tebigatda maddalaryň öwrülişiginde mikroorganizmleriň ähmiýeti. ....
Mikroorganizmleriň uglerodly birleşmeleriň öwrülişigindäki orny. .....