

7-2967  
\* DOPULAARTEADUSLIK SARI \*

F. J. GELTSER

MIKROORGANISMID  
PÕLLUMAJANDUSES



ÕK TEADUSLIK KIRJANDUS

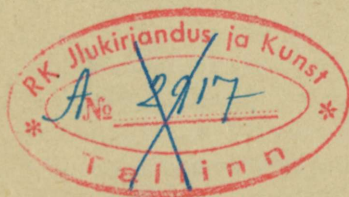
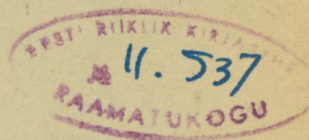
11.537

A-16 558

F. J. GELTSE  
PÕLLUMAJANDUSTEADUSTE KANDIDAAT

57  
620m

# MIKROORGANISMID PÕLLUMAJANDUSES



RK „TEADUSLIK KIRJANDUS“  
TARTU, 1947

151  
Tõlgitud teose järgi: Ф. Ю. Гельцер, Микроорганизмы в сельском  
хозяйстве. ОГИЗ „Сельхозгиз“, Москва, 1946.

Tõlkija H. Kerma.

77  
0992

TARTU ÜLIKOOLI  
RAAMATUKOGU

## Ainete ringkäik looduses.

Põllumajandus annab inimesele kõik toiduained, samuti materjalid rõivaste, jalatsite ja ehitiste valmistamiseks ja kütte jaoks. Kõiki neid asendamatuid väärtusi loovad elusorganismid — rohelised taimed. Veest, lämmastikust, fosforist, kaalist ja mitmetest teistest mineraalainetest ja õhu süsihappegaasist loovad rohelised taimed uusi orgaanilisi aineid: suhkrut, tärklisi, rakuksid, valke, rasvu ja muid ühendeid, milledest toituvad inimesed ja loomad. Neid aineid nimetatakse orgaanilisteks sellepärast, et nendest koosnevad kõik organismid. Orgaaniliste ainete iseloomustavaks erinevuseks on nende võime söestuda ja põleda kuumendamisel, sest et nad kõik sisaldavad oma koostises süsinikku.

Taimed tarvitavad ära määratu hulga vett, süsinikku ja toitesooli. Maailma taimestik vajab aastas üksnes lämmastikku ligikaudu 400 miljonit tonni, süsinikku aga 20—40 korda rohkem. Kui need orgaanilised ained, mida loovad taimed, pidevalt koguneksid aasta-aastalt, oleksid juba ammu lõppenud maa pealt ja õhust lämmastiku, fosfori ja süsihappegaasi varud.

Me näeme aga, et elu maa peal ei tunne puudust nendest lihtainetest. Vastupidi — elanike arv maa peal kasvab ja inimesed saavad põllumajanduses kultiveeritavalt taimedelt enneolematult kõrgeid saake.

Mispärast siis ei vähene maa peal mineraaloolade ja süsiniku üldised varud? Ainult sellepärast, et orgaanilise aine kogunemise kõrval toimub samal ajal juba oma aja äraelanud orgaaniliste jäänuste (inimeste laipade, loomade korjuste, väljaheidete, taimejuurte jne.) lagunemine. Lagunedes aga vabastavad orgaanilised jäänused mineraalsooli ja süsihappegaasi.

Iga elusorganism, olgu see inimene, loom või taim, võtab nagu vastastikuse kokkuleppe alusel looduselt neid elemente, millest ta koosneb. Aga kui elu on lõppenud, pöörduvad kõik tema koostusosad jälle tagasi loodusesse uue elu ehitamiseks.

Nii toimub kõikide elusolendeid moodustavate elementide pidev ringkäik. Organism sünnib, toitub, kasvab, paljuneb ja sureb, kuid mineraalsed ja orgaanilised osised, milledest ta koosneb, ei kao, vaid lähevad üle teistesse vormidesse.

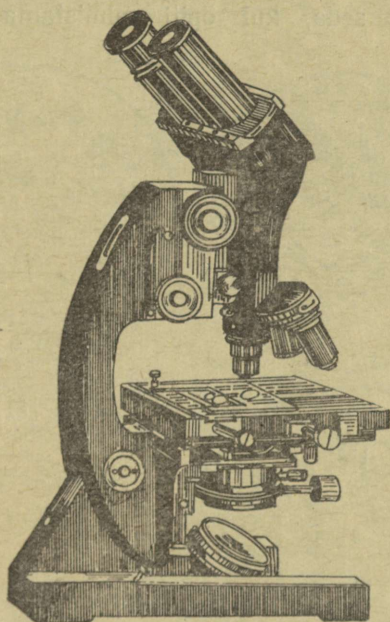
Kes siis teostab selle tohutu suure lagundustöö, milleta ei ole mõeldav pidev elu maa peal?

Teadlased on kindlaks määranud, et orgaanilise aine lagundavad väga väikesed, silmale nähtamatud elusad mikroorganismid, keda me nimetame mikroobideks (kreeka-keelsetest sõnadest: *mikro* — väike, *bios* — elu). Maa-kera harilikus temperatuuris ei saa orgaanilised ained laguneda lihtühendeiks mikroobide kaasabita. Kõrgel temperatuuril võime ära põletada näit. puu või laiba ja saada ka ilma mikroobide kaasabita nende koostusosised, nende tuha. Põletamisel lendub kogu süsinik süsihappegaasi näol õhku.

Kust tekivad mikroobid?

Kaua aega arvati, et nad tekivad toidust, milles ka paljunevad. Ja õpetlastel tuli näha rohkesti vaeva katsete abil tõestamiseks, et mikroobid, samuti kui kõik elusolen-

did maa peal, võivad tekkida ainult endasarnastest organismidest. Toidusse satuvad mikroobid õhust, õhku aga koos tolmuga maapinnalt. Mida rohkem on õhus tolmu, seda rohkem on selles mikroobe. Kõige mikroobide-vabam



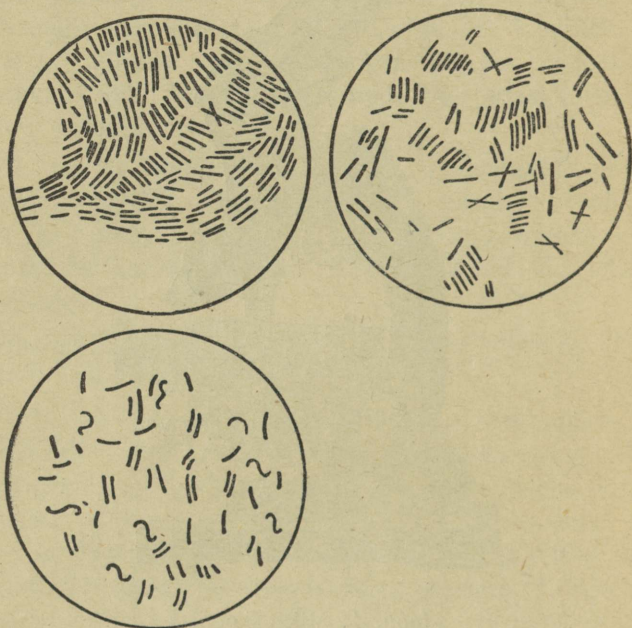
Joon. 1. Mikroskoop.

on õhk merede ja ookeanide kohal kaugel kuivmaast, samuti igilumega kaetud mägedes.

Just selle tõttu, et mikroobid ei teki toidus iseenesest, vaid satuvad sinna õhust, on võimalik säilitada, s. o. konserveerida kergesti riknevaid aineid.

## Mikroobide kuju ja suurus.

Mikroobid on äärmiselt väikesed organismid. Nende suurus ulatub kümnendiku osani mikronist (üks mikron =  $\frac{1}{10\,000}$  cm). Mikroobide tundmaõppimine sai võimalikuks pärast seda, kui õpiti valmistama mikroskoope,

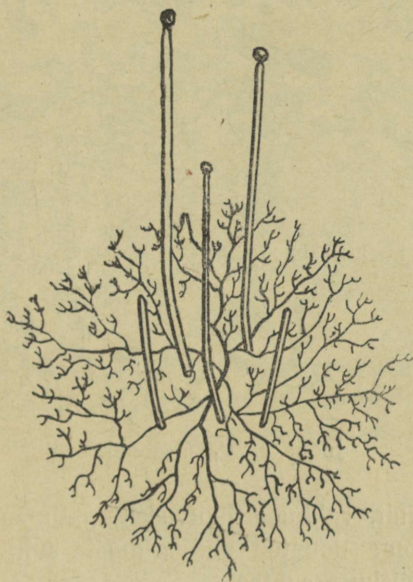


Joon. 2. Mitesugused roiskbakterid (suurendatud 1000 korda).

s. o. aparate, mis suurendavad tuhat ja rohkem korda (joon. 1). Et saada mõnesugust kujutlust mikroobide suurusest, on tarvis teada, et ühes veetilgas võib olla mitu miljonit bakterit, ühes grammis mullas loendatakse neid aga mitu miljardit (mõningates viljakates muldades kuni

50 miljardit). Järelikult võib ühes grammis mullas leida 5, 10 ja isegi 25 korda rohkem mikroobe, kui on inimesi kogu maakeral.

Hoolimata mikroorganismide säärasest tähtsusest väikesest suurusest on neil mitmesugune kuju. Peamised mikroorganismid on bakterid. Need on ainuraksed orga-

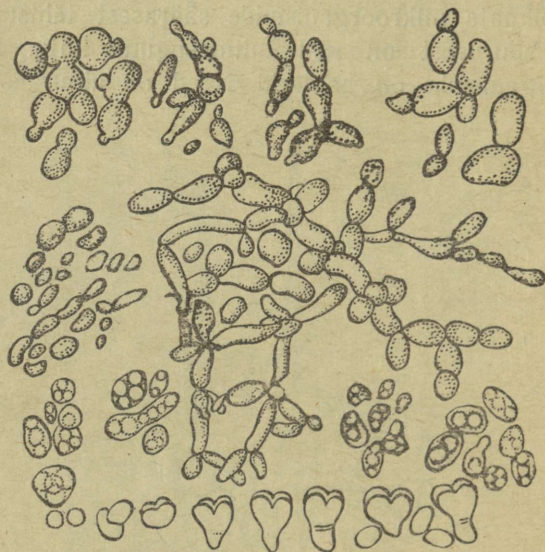


Joon. 3. Sõnnikul arenev hallitus.

nismid ja omavad õhukest kesta, mis on täidetud poolvedela ainega — plasmaga (joon. 2). Järgnevalt võiks nimetada hallitusseenekesi, mis koosnevad põimuvatest niidikestest. Need on jaotatud enamasti vaheseintega pikergus- on pärmseenekesed, mis koosnevad ümaraist rakkudeks rakkudeks (joon. 3). Hallitusseenekestest erinevad

dest, kui need on bakteritel (joon. 4). Täheledatakse palju teisigi mikroorganismide liike.

Iga nimetatud grupi piirides on suur hulk liike, mis



Joon. 4. Pärmseenekesed.

erinevad kujult, rakkude liikuvuselt, paljunemisviisilt, peamiselt aga oma nõuetelt elutingimuste suhtes: toidu, õhu, soojuse ja niiskuse suhtes.

### **Kuidas mikroobid lagundavad orgaanilisi jäänuseid.**

Kuidas võivad siis säärased mikroskoopilised olendid teostada hiiglaslikku lagundamistööd ja puhastada maapinda ning veekogusid kõigist neid risustavaist jäänustest ja korjustest?

Nende jõud seisneb just nende tohutus arvus ja võimes soodsates tingimustes väga kiirelt paljuneda. Tilk vett ei või kahju teha, kolossaalne hulk tilku aga, mis moodustavad kiire vooluse või valingu, on võimelised hävitama kõik oma teel. Nii on lugu ka mikroobidega. Need pisikesed nähtamatud olendid muutuvad suureks jõuks, kui nende arv soodsates toitumis-, soojuse- ja niiskusetingimustes iga 20—30 minuti jooksul kahekordistub. Esitame ühe õpetlase arvutuse, mis ületab isegi kõige kaugemale ulatava kujutluse. Ühest eriti kiiresti paljunevast bakterist, kui on varuks küllaldaselt toitu, võib ühe päeva jooksul sigineda 4772 biljonit järglast. Säärase takistamatu paljunemise puhul tekiks kolme päevaga 7500 tonni raskune bakterite mass.

Kui suurde suhkrusiirupi törde juhuslikult koos mullaga satub ainult mõni limabakteri rakk, siis ei saada sellest tõrrest enam suhkrut. Need bakterid, paljudes kiiresti, muudavad 10—12 tunni vältel kogu suhkru limaaineks.

Kolm tundi pärast lüpsi on 1 kuupsentimeetris piimas ainult 195 600 bakterit. 24 tundi hiljem ulatub bakterite hulk juba 59 miljonini, 48 tunni pärast loendatakse neid aga juba 1023 miljonit.

Kui kõik bakterid võiksid paljuneda takistamata, siis täidaksid nad mõne päevaga kõik mered ja ookeanid. Kuid seda ei saa juhtuda sellepärast, et mikroobe hävitatakse väga rohkel arvul teiste ainuraksete poolt ja et mikroobidele ei jätku tavalistes looduslikes tingimustes küllaldaselt toitu pidevaks paljunemiseks. Peale selle eritavad mikroobid oma elutegevuse tulemusena aineid, mis mõjuvad samale mikroobide liigile otsekui mürk. Nii näiteks tekitavad paljud bakterid orgaaniliste ainete lagundamisel mitmesuguseid happeid, nagu piimhapet, võihapet, äädikhapet, ja hakkavad ise nende hapete

mõjul hävima. Pärmseenekesed, kes muudavad suhkrul alkoholi, hakkavad hävima, niipea kui lahusesse koguneb üle 15 protsendi alkoholi.

Kuidas lagundavad silmale nähtamatud bakterid sääraseid tahkeid aineid, nagu on puit, taimede juured, loomade korjused jne? Ainuraksed organismid ei oma juuava ega hambaid. Nad imevad endasse ainult vedelat toitu kogu oma kehapinnaga. Kuidas siis muutub tahke toit, vedelaks?

Selle töö sooritavad samuti mikroobid ise. Nad eritavad oma rakkudest väliskeskkonda erilisi aineid, nn. fermente, mis lagundavad tahke aine ja teevad selle imatavaks.

Orgaanilised ained lagundatakse algühendeiks harilikult mitte ühe, vaid mitut liiki mikroobide poolt. Need vahetuvad järjestikku ja iga liik viib oma lagundamistöötava astmeni. Näiteks hakkavad heinte, õlgede, vilja või sõnniku niisutamisel küllaldase soojuse puhul arenema hallituseenekesed. Nad on silmale nähtavad ja neid võib hästi jälgida kõikidel mädanema hakkaval taimsetel jäänustel. Mõne päeva pärast kaob hallitus ja seda asendavad mitmesugused bakterid, kes jaostavad edasi rakukude, valku ja teisi orgaanilise aine koostusosi. Osa valgus leiduvast lämmastikust muudavad roiskbakterid ammoniaagiks. Niipea kui seda koguneb mullas, hakkavad tööle bakterite teised rühmad, kes muudavad ammoniaagi lämmastikalahappeks ja lämmastikhappeks. Lämmastikhape aga, ühinedes lubi- või kaaliumsooladega või ammoniaagiga, muutub salpeetriks.

Võib tuua teise näite mitmesuguste mikroobide rühmade järjestikusest vaheldumisest taimsete saaduste lagundamisel. Kui jätta viinamarja või teiste marjade magus värske mahl lahtiselt seisma, siis hakkavad selles palju

nema ainult veinipärmid ja need muudavad kogu suhkru alkoholiks. Pärast seda kui suhkur on ära tarvitatud, lõpetavad pärmid paljunemise ja veini pinnale tekib äädikhappebakterite voldiline hall kelme ja bakterid hapendavad alkoholi äädikhappeks. Säärastel juhtudel räägitakse tavaliselt, et vein läks hapuks. Kui vein muutub äädikaks, siis hakkavad hapus keskkonnas arenema hallitusseenekested. Need eritavad ammoniaaki ja teevad vedeliku neutraalseks (keskseks). Pärast seda asuvad sellesse roiskbakterid, kes viivad lagundamise kuni lihtaineteni. Sääraselt valmistab üks mikroobide rühm toitu teise rühma jaoks ja nende koostöö tulemusena lagunevad orgaanilised aihendid.

### **Põllumajandussaaduste säilitamine ja töötlemine.**

Inimesel tarvitseb ainult lõdvendada valvsust ja lasta niiskuda teradel, köögiviljal või heintel, kui otsekohe alustavad mikroorganismid oma lagundavat tööd ja rikuvad need hinnalised saadused ära. Tihti märkame seda alles siis, kui heinad või vili juba «põlevad». See aga tähendab, et mikroobid rikkusid neid juba tunduval määral, sest soojus eraldub bakterite elutegevuse tagajärjel, kui nad juba tugevasti on paljunenud.

Et säilitada põldviljade saaki järgmise aastani, tuleb inimesel palju vaeva näha. Kuna mikroorganismid ei saa lagundada kuiva saadust, on tarvis terad hästi ära kuivatada. Niiviisi säilivad hästi heinad, puuviljad, seemned, tubakalehed, köögiviljad, melonid, isegi piim ja muna-pulber.

Magusaid marju ja puuvilja keedetakse suhkruga, sest kõrge suhkrusisaldavusega lahustes hävivad bakterite ja seenekeste rakud. Taimsete ja loomsete saaduste paremaks säilitamiseks rakendatakse praegusel ajal laialda-

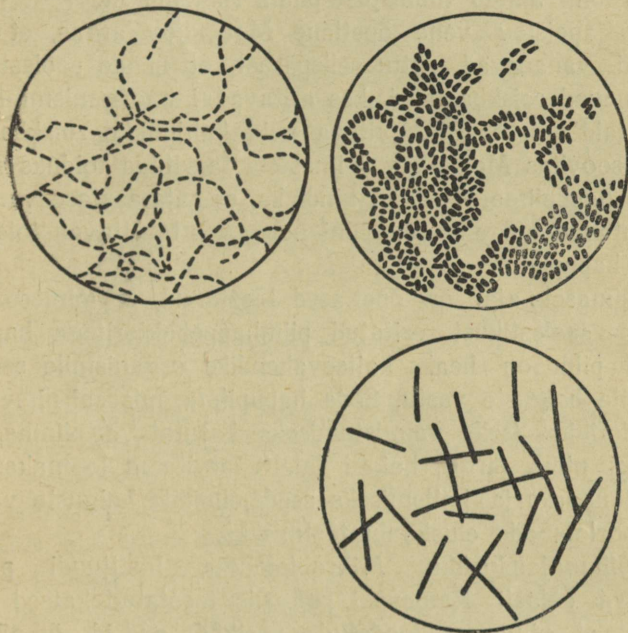
selt nende külmutamist. Roiskbakterid arenevad väga nõrgalt madalal temperatuuril.

On olemas teine väga levinud viis mõnede köögi- ja puuviljade säilitamiseks. Kõne on hapendamisest. See võte on huvitav selle poolest, et saaduste säilitamiseks kasutatakse ära ühed bakterid tõrjeks teiste — roiskbakterite vastu.

Kui panna köögiviljad tihedasti tünni, et ei oleks õhu vaba juurdepääsu, hakkab nende mahl käärima, sest selles paljunevad piimhappebakterid. Need töötlevad mahlas leiduva suhkru piimhappeks ja seega ei lase paljuneda roiskbakteritel, kes ei kannata hapet. Piimhappebakterid on kõige vastupidavamad piimhappele, aga kui selle hulki lahuses suureneb kolme protsendini, hakkavad nemadki hävima. Nüüd ei paljune selles hapus keskkonnas enam mingisugused bakterid. Ohustavad veel hallitusseened, kes ei karda hapet. Seenekestele on aga tarvilik õhk, kuid hapendatud aedviljad asetsevad tihedalt vajutise all, tihti veekihiga pealispinnal. Seepärast saavad hallitusseened arenda ainult hapendatud köögiviljade kõige pealmisel pinnal. Hea perenaine teab, et need rikuvad saadust, ja kõrvaldab seenekesed, pestes aeg-ajalt kaant ja vajutist puhta veega.

Nii nagu hapendatakse köögivilja, säilitatakse ka värsket sööta loomadele. Hea silo saadakse taimedest, mis sisaldavad oma mahlas palju suhkrut, näit. päevalilledest, maisist ja suhkrupeedi pealsetest. Silo valmistatakse silotornides või erilistes aukudes. Siin on samuti tarvilik, et silo oleks tambitud tihedaks, vastasel korral see rikneb, sest õhu juurdepääsu korral paljunevad roiskbakterid. Kuid ka tihedaks tambitud silos ei pääse alati võidule piimhappebakterid. On juhtumeid, millal silos arenevad kiiresti võihappebatsillid, kes ei vaja õhu vaba juurdepääsu. Nad muudavad mahla suhkru võihappeks, see hape aga annab

silole mörkja maitse ja rikub seda. Või-happebatsillid saavad ülekaalu piimhappebakteritest kõige sagedamini juhul, kui silo saastatakse mullaga või kui temperatuur tõuseb siloaugus üle 50 kraadi, mis esineb silo halva kinnitampimise puhul.



Joon. 5. Mitmesugused piimhappebakterid, mis kutsuvad esile piima hapnemise (suurend. 1000 korda).

Iga saaduse hapendamine nõuab rangelt nende tingimuste täitmist, mis kindlustavad ainult ühe bakterite grupi — piimhappebakterite — arenemist.

Nende bakterite paremaks paljunemiseks soovitatakse tarvitada silo valmistamisel nende puhast juuretist.

Piimhappebakterite tööga tutvume ka piima hapendamisel (joon. 5). Ka sel juhul ei lase piimhape piimal rois-

kuda. Aga kui hapu piim jätta kindlalt kaanetatamata ja asetada mõneks päevaks sooja, siis hakkavad piima pinnal arenema seenekesed, mida hape ei kahjusta. Seenekesed hävitavad vähehaaval piimhappe ja annavad sellega võimaluse areneda roiskbakteritel. Vastik, terav roiskuva piima lõhn annab tunnistust piima riknemisest.

Väljapaistev vene õpetlane Metšnikov arvas, et inimesed vananevad ruttu sellepärast, et nende soolestikus paljunevad roiskbakterid, kes eritavad inimorganismi kahjustavaid mürke. Et hävitada neid kahjulikke roiskbaktereid, soovitas Metšnikov inimestele tarvitada toiduks rohkesti hapupiima. Ta tegi kindlaks, et saja-aastase vanuse saavutavad kõige sagedamini need, kes tarvitavad toiduks palju hapupiima.

Viimasel ajal on õpetlased tõestanud, et inimese või looma soolestikust eritatud piimhappebakteritega hapendatud piim on heaks kaitsevahendiks organismile seedeelundite haiguste vastu. Seda hapupiima, mis sai nimetuse «atsidofiliin» (selle valmistamiseks kasutatava piimhappebakteri nime järgi), hakati laialt tarvitama loomakasvatuses noorkarja kaitsmiseks seedeelundite haiguste vastu ja noorloomade eluskaalu tõstmiseks.

Põllumajandusliku Mikrobioloogia Instituudi poolt Moskva oblasti Ramenski rajoonis teostatud katsed näitasid, et piimaga joodetud vasikad andsid öö-päeva jooksul lisakaalu keskmiselt 580 grammi, vasikad aga, kes said hapupiima — atsidofiliini, andsid lisakaalu 766 grammi. Häid tagajärgi saadi atsidofiliini tarvitamisel ka kanapogede üleskasvatamisel.

Atsidofiliin-hapupiima tarvitamist soovitatakse inimestele, kes kannatavad seedeelundite haiguste all.

Mitte üksnes piimhape ei takista roiskbakterite arenemist, vaid seda ülesannet täidab ka terve rida teisi happeid. Mõned taimed, näit. oblikas, sisaldavad oblikhapet

ja neid võib seepärast kergesti tagavaraks soetada. Selleks tuleb oblika lehed puhtaks pesta, peeneks raiuda ja laiasuulistes pudelitesse asetada. Pärast seda on tarvis pudel õhukindlalt korkida. Bakterid ei riku oblikat sellepärast, et see on hapu, seenekesi aga ei saa tekkida õhu puuduse tõttu.

Põllumajandussaaduste säilitamise ja töötlemise mitmesugused viisid olid praktikas tarvitusel juba sel ajal, kui inimesed ei teadnud midagi mikroobidest. Meie teadmiste kasvuga mikroskoopiliste olendite elu suhtes sai võimalikuks suunata nende tegevus inimese kasuks. Nii näit. Lõuna-Prantsusmaa talupojad, kellel oli veini töötlemine peamiseks tuluallikaks, said süstemaatiliselt suurt kahju selle tõttu, et vein muutus äädikaks, omandas mõru maitse ja muutus püdelaks. Alles pärast prantsuse suure õpetlase Pasteur'i teaduslikke avastusi oli võimalik see pahe kõrvaldada.

Pasteur tõestas, et head veini saab ainult siis, kui veinitõrtes paljunevad ainult veinipärmid. Need muudavad viinamarjasuhkru alkoholiks. Kui aga tõrtes hakkavad paljunema teised mikroobid, muutub vein püdelaks või kibedaks. Kui hea vein hakkab hapuks minema, siis tähendab see seda, et veinis paljunevad äädikhapebakterid, kes muudavad alkoholi äädikaks. Et vältida hea veini riknemist, ei tohi Pasteur'i arvates veini hoida lahtistes anumates, vaid see tuleb kallata pudelitesse, korkida need kindlalt ja kuumutada 60 kraadini. Äädikhapebakterid hävivad kuumutamisest ja vein säilib aastasadu. Seda naturaaliveinide säilitamise viisi nimetatakse Pasteur'i auks pastöörimiseks.

Prantsuse veinimeistrid olid kord äärmiselt üllatatud, kui Pasteur soovitas tuua temale pudeleid riknenud veiniga. Uurinud igast pudelist võetud veinitilku mikroskoobiga, jutustas õpetlane veinimeistreile, ilma et ise oleks

maitnudki veini, millist maitset omab igas pudelis olev vein. Soovides kontrollida Pasteuri võimeid, tõid veinimeistrid talle mõned pudelid head veini. Pasteur aga tegi otsekohe mikroskoobilise vaatluse teel kindlaks, et see vein ei olnud riknenud. See sarnanes nagu mõne kunsttükiga, kuid Pasteur tegelikult tõestas, et igale käärimise liigile vastab eri liik mikroobe ja et selle mikroobi järgi võib otsustada, milline saadus koguneb.

Üks ja seesama mikroob võib olla ühel juhul kasulik, teisel juhul aga kahjulik. Nii näiteks äädikhappebakterid takistavad hea veini saamist, kuid on paratamatult tarvilikud veiniäädika tootmiseks.

Veini maitse oleneb teatavate mikroobide arenemisest, kes eritavad aroomaalseid aineid. Nii hinnati Prantsusmaal väga neid vaate, milles valmistati šampanjaveine. Kui pärast Prantsuse-Preisi sõda (1871. aastal) nõudsid sakslased kontributsiooni arvel viis tuhat säärast vaati, ei nõustunud prantslased neid andma, vaid maksid nende asemel raha.

Tol ajal veel ei teatud, et tarvilikke baktereid võib kasvatada ja nende puhaskultuuriga rikastada ükskõik millist saadust. Praegu kasutatakse seda võtet laialt kõigis põllumajandussaaduste töötlemise valdkondades. Paremate või-, juustu-, veini- ja ädikasortide saamiseks ja linaleotamiseks tarvitatakse vastavate mikroobide puh-  
taid juuretisi.

Alkohol saadakse viinamarjamahlast, viljast või kartulist pärmi abil 14—24-kraadises soojuses. Odraõlle valmistamine nõuab aga teist sorti pärm — põhjapärm, mis mõjub paremini 4—10-kraadises soojuses. Toitvaks keskkonnaks pärmile on suhkur. Et saada alkoholi viljast või kartulist, tuleb nende saaduste tärkliis linnaste abil kõigepealt muuta suhkruks.

Pärm on tarvilik ka saiaküpsetamisel, et saada poorset, kerkinud saia. Paljunedes saiaaignas tekitab pärm süsihappegaasi, mis paisub küpsetamise ajal ja teeb saia urbseks. Pärmile tarvilikku suhkrut saadakse taignast tärglisse suhkrustumise teel. Pärm, mida tarvitatakse saiaküpsetamisel, koosneb kokkupressitud pärmirakkudest. Neid kasvatatakse vastavates tehastes suurtes anumates, mis on täidetud virde ja mõningate mineraaloolade lahusega. Pärast seda kui pärm pannakse lahusesse, pressitakse sellest perioodiliselt õhku läbi. Pärmseenekesed hakkavad kiiresti paljunema. Seejärel eraldatakse see pärm vedelikust ja pressitakse tükkideks. Kui on tarvis, et pärmseenekesed ei paljuneks üleliia, vaid töötleksid suhkrust rohkem alkoholi, siis teostatakse käärimist õhu vaba juurdepääsuta.

Esitatud näiteist selgub, et teatavate mikroobide tegevust on võimalik soovitatavalt suunata. Kui nakatada ühte ja sama toitelahust erinevate mikroobidega, võime saada mitmesuguseid saadusi. Nii muudavad piimhappebakterid suhkru piimhappeks, pärm võib muuta suhkru alkoholiks ja glütseriiniks või lõppeks pärmseenekete varuaineks. Üks seenek (Aspergillus) muudab suhkru sidrunhappeks, limabakter aga limaaineks.

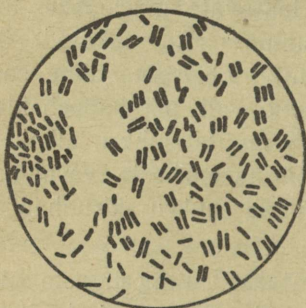
Kõik piimasaadused valmistatakse mitmesuguste piimhappebakterite kaasabil. Koorevõi valmistamisel aitavad need bakterid kaudselt kaasa võirasva eraldamisele ja selle kleepumisele. Ravikumõss saadakse mārapiimast erilise pärmi ja piimhappebakterite kaastegevusel. Kumõss sisaldab ligi kaks protsenti alkoholi ja ühe protsendi piimhapet. Juustutööstuses tarvitatakse samuti mitmesuguseid baktereid.

Kuid bakterid ei võta osa üksnes toiduainete tootmisest. Näiteks selleks, et saada kiudu säärastest kiudtaimedest, nagu on lina, kanep, kenaff, kasutatakse leotamist

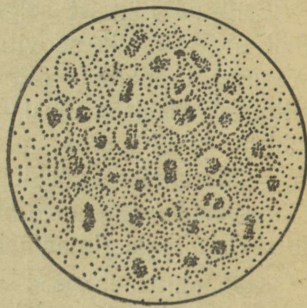
vees või kastega, millal bakterid lagundavad rakkude-vahelise aine, mis seob kiudu. Leotamine tuleb aga õigel ajal lõpetada, et bakterid ei lagundaks kiudu. Veet leotamisel, kui taimed on paigutatud vette, toimub kiudude vabane-mine rutemini ja kiud jääb tugevamaks kui kastega leotades.

### **Kuidas mikroobid rikastavad mulda lämmastikuga.**

Palju huvitavaid ja tähtsaid fakte mikroobide elust ja tegevusest avas teadus mikroobidest (mikrobioloogia) ja tõi seega inimkonnale suurt kasu. Kuid me ei või ütelda, et mikroobide kohta on juba kõik teada. On tarvis veel töötada palju ja pingeliselt, et nägematult elult uusi saladusi teada saada.



Joon. 6. Ristiküü mügarbakterid (suurend. 1000 korda).

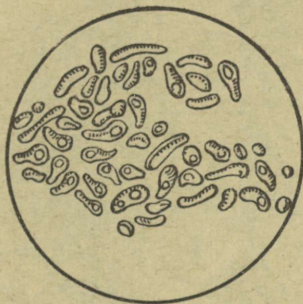


Joon. 7. Azotobakter.

Mikrobioloogia üheks tähtsamaks alaks on nende mikroobide uurimine, kes rikastavad mulda lämmastikuga — ühe taimede toidu peamise elemendiga. Peamiseks lämmastiku allikaks on gaasitaoline õhulämmastik. Seda lämmastikku ei ole aga taimed võimelised otsekohe kasutama. Nendele on tarvilik, et lämmastik oleks mullas ammoniaagi või salpetri näol, mille lahuseid saavad tai-

mede juured imada. Kivimid aga, mille purunemise tagajärjel tekib mullastik, ei sisalda lämmastikku. Kuidas siis lämmastik saab taimi toita? Kuidas ta satub mulda?

On kaks moodust lämmastiku ülekandmiseks õhust mulda: 1) inimesed õppisid elektri abil muutma gaasisar-nast lämmastikku lämmastikväetisteks, kuid selleks on tarvis ehitada võimsad elektrijaamad; 2) lämmastik satub mulda mõningate bakterite abil, kes on võimelised omastama õhulämmastikku ja säilitama seda oma rakus.



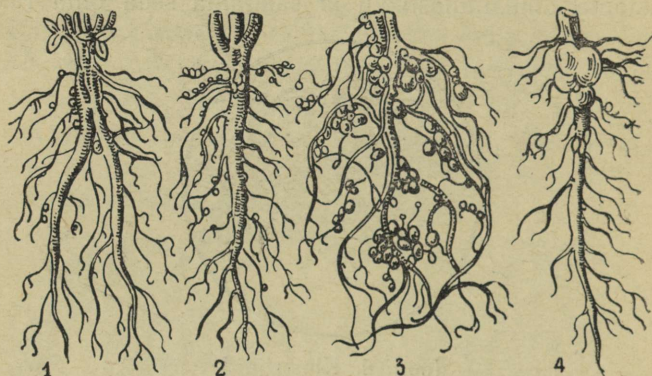
Joon. 8. Klostriidid.

Seni kui elektri abil ei osatud veel toota salpeetrit, toimus mulla rikastamine lämmastikuga ainult bakterite kaasabil. Pärast nende bakterite kehade lagunemist muutub nende poolt õhust omastatud lämmastik mullas salpeetris.

Kõige rohkem tuntud on kolm liiki baktereid, kes on võimelised seda tööd tegema: mügarbakter, azotobakter ja klostriidium. Viimased kaks elavad vabalt mullas. Mügarbakterid aga asuvad peamiselt liblikõieliste, näit. ristiku, lutserni ja herne juuremügarates (siit ka nende nimetus).

Juba ammu oli teada, et liblikõielised arenevad hästi niisugustel lämmastikuaestel muldadel, millel ei või kasvada teised taimede liigid. Harilikult kaasub liblikõie-

liste kultuuride hea kasvuga kehvadel muldadel mügarate arenemine juurtel. Mõõdunud sajandi lõpul tegid õpetlased kindlaks, et liblikõieliste kultuuride juurtemügarad on täidetud bakteritega, kes ei kutsu taimes esile haigusnähte, vaid, vastupidi, toovad temale suurt kasu. Mügarbakterid võtavad liblikõieliste mahlast oma olemasoluks tarviliku suhkrut, vastutasuks aga annavad taimale nende poolt õhust omastatud lämmastikut. Säärast mõlemale



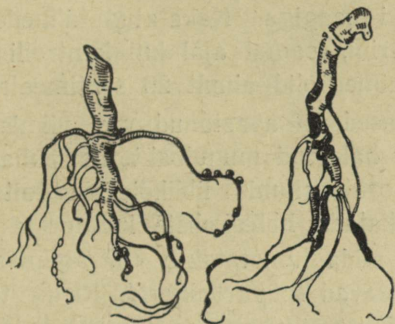
Joon. 9. Liblikõieliste juurestik. Jämenemised juurtel on mügarad: 1) ristikul, 2) türgioal, 3) soijaoal, 4) lupiinil.

organismile kasulikkude ühiselu moodust nimetatakse sümbioosiks.

Mügarakeste suurus ja kuju on erinevate liblikõieliste juurtel erinevad (joon. 9). Lupiinil on mügarakesed kaetud paksu koorega, kusjuures kollase lupiini mügarakeste kuju erineb sinise lupiini kujust. Ristikule on iseloomulikud väikesed üksikud, tillukeste kotikeste sarnased mügarakesed. Lutserni juurtel moodustuvad mõnikord väikeste mügarakeste kobarad, kehvadel muldadel aga esinevad harilikult üksikud väikesed kolmnurksete labidakeste kujulised mügarakesed. Seega ei olene mügarakeste kuju mitte üksnes liblikõielise taimeliigist, vaid ka

asukohast ja mullaviljakusest. Tihti võib liblikõieliste taimede välimuse järgi otsustada, kas nendel on juurtel mügarbaktereid. Taimed, millel on palju mügarakesi, erinevad hea kasvu ja, mis peaasi, tumerohelise lehestiku poolest.

Mõnikord võib tähele panna, et esimese aasta ristik või lutsern omab kollast, mittetervet välimust ja on nõrgalt arenenud. Samadel taimedel teise aasta kultuurina



Joon. 10. Sinise (1) ja kollase (2) lupiini mügarakesed.

on lehestik palju tumedam ja nad kasvavad paremini. Kui neid taimi maast üles kaevata, võib märgata, et esimese aasta taimede juurtel ei ole mügarakesi, teise aasta taimedel aga on need juba olemas. On arusaadav, et säärane aeglane tekkimine ei kindlusta kõrget saaki.

Et tõhustada mügarbakterite tööd, hakati mõnel maal väetama liblikõieliste kultuuride külvi alla tulevat põldu mullaga nendelt põldudelt, kus need kultuurid kasvasid hästi. See võte andis liblikõieliste puhul saagi tõusu, kuid raskus seisnes suure koguse mulla ümbervedamises. Selleks, et nakatada näit. ühte hektaari külve, on tarvis kohale vedada 4—5 tonni mulda. Isegi reaviisi muldväetist andes on tarvis üks tonn mulda hektaarile.

Mõned õpetlased nakatasid hea mullaga niihästi liblikõieliste külviks ettenähtud maatükki kui ka taimede seemneid. Selleks niisutati mõni kilogramm head mulda veega ja segati liblikõieliste kultuuride seemnetega enne külvi. Säärane töötlemine on osutunud täiesti küllaldaseks selleks, et mügarbakterid nakataksid taimede seemneid ja tõstaksid tunduvalt saaki. Ameerikas suurenes saak vikiseemnete nakatamisel mullaga, millel varem kasvas hästi vikk, 995 protsendi võrra, võrreldes mitte-nakatatud viki saagiga. Nakatatud taimede kõrgus ulatus ühe meetrini, samal ajal kui kontrolli alla kuuluvad nakatamata taimed olid ainult 20 sentimeetrit kõrged.

Kuid õpetlased on avastanud veel viimistletuma mooduse. Nad on hakanud mugulbakterite puhaskultuure paljundama laboratooriumis liblikõieliste toitelahustel. On soovitatud nakatada liblikõieliste kultuuride seemneid uue preparaadiga, mida nimetatakse «nitragiiniks». Igal liblikõielisel on erinevad mügarbakterid. Ristik tuleb nakatada ristiku bakteritega, lutsern — lutserni bakteritega, türgi uba — bakteritega, mis on võetud türgi oa mügaratelt. Seepärast on nitragiini puhul alati märgitud, millise liblikõielise kultuuri jaoks ta on valmistatud. Mitmesuguselt valmistatud nitragiinipreparaatide katsetamine on aga näidanud, et liblikõieliste saakide suurus kõigub. Kõrgete saakide kõrval on mõnikord märgata ka nitragiini väikest efektsust. Üldiselt arvatakse, et nitragiini tarvitamine suurendab liblikõieliste kultuuride saaki 20—30 protsendi võrra.

Viimasel ajal on Üleliidulise Väetiste ja Agrotehnika Instituudi mikrobioloogia-laboratooriumi poolt väljatöötamisel uus moodus liblikõieliste kultuuride nakatamiseks aktiivsete mügarbakteritega. On teada, et aktiivsed mügarbakterid tekivad nendel liblikõielistel, mis kasvavad viljakatel, mittehapudel, huumuserikastel muldadel. Igas

kolhoosis või sovhoosis on kerge leida väheses ulatuses säärast maad bakterilavade organiseerimiseks. Tuleb eraldada 10—20 meetrit maad looduslikult rikka mullaga luhtadel, nõgudes või köögiviljaaias. Kõige tähtsam tingimus aktiivsete mügarbakterite tekitamiseks on happesuse puudumine mullas. Seepärast tuleb hapudele muldadele anda lupja või tuhka. Peale selle on väga kasulik väetada lava mulda kõdunenud sõnnikuga ja fosforväetistega. Lämmastikmineraalväetisi ei saa tarvitada, sest need segavad mügarakeste tekkimist. Lavadesse külvatakse neid liblikõieliste kultuure, mida kasvatatakse samas majapidamises. Liblikõieliste juurte süsteem kattub lavas rikkalikult mügarakestega, mis osutuvad parimaks materjaliks liblikõieliste seemnete nakatamiseks. Et nakatada ristiku või lutserni seemnete annust ühele hektaarile, piisab sellest, kui hõõruda peotäis mügarakesi või kümmekond juurt koos mügaratega puruks klaasitäies vees ja saadud vedelikuga niisutada seemneid.

Ristik, lutsern ja teised liblikõielised külvatakse harilikult maha varakevadel, millal lavas pole veel tekkinud värsked mügarakesi. Seepärast on tarvis varajaste külvide jaoks mügarakesi varuda juba sügisel. See ei ole keeruline toiming. Augusti lõpul kaevatakse taime juured lavast välja ja seotakse puhtaks raputamatult kimpudesse ning kuivatatakse varjus. Talveks riputatakse need üles kuiva kohta. Kevadel, mõni tund enne külvi, pannakse mügaratega varustatud juured ühes nende külge jäänud mullaga vette ja hõõrutakse pärast ligunemist hästi peeneks. Saadud seguga niisutatakse heintaimede seemneid.

Aktiivsete mügarbakterite valik toimugu bakterilava väikeselt, kõrge viljakusega maalapilt. Tekib küsimus: kuidas kohanevad need bakterid: kas nad hakkavad hästi lämmastikku omastama, kui nad satuvad vähem viljakatele, tihtipeale ka hapude muldadega külvikorra välja-

dele? Et aktiivsete mügarbakterite üleviimisel põllule hakkab nende aktiivsus järk-järgult alanema, siis ei tule viia nakatust ühelt põllult teisele. Uueks külviks tuleb iga kord võtta mügarakesi lavast.

On täiesti arusaadav, et külviste nakatamine aktiivsete mügarbakteritega annab paremaid tagajärgi sel



Joon. 11. Mügarad lutserni juurtel.

juhul, kui maapind on hästi haritud, kaali-fosforväetisega väetatud, kuid hapud leetmullad vähemalt pinna pealt 5—10 sentimeetrit lubjatud lubja või tuhaga. Bakterid reageerivad palju tundlikumalt kui taimed elu-

tingimuste igasugustele muutustele. Kui tahame neid tööle panna inimkonna kasuks, siis ei pea nendega mitte üksnes seemneid nakatama, vaid looma nendele ka tingimused arenemiseks.

Mõningatel juhtudel võib leida aktiivseid mügarbaktereid looduslikes tingimustes ja kasutada need ära põllukülviste nakatamiseks. Kuidas neid ära tunda? Võib tuua kolm välistunnust, mille järgi võib otsustada mügarbakterite aktiivsuse üle:

1) taimed, mille juurtel on aktiivsed mügarbakterid, peavad olema hästi arenenud ja omama tumerohelise värvusega lehti;

2) nende taimede juurestik peab olema rikkalikult kaetud mügaratega;

3) mügarakesed peavad olema roosa värvusega.

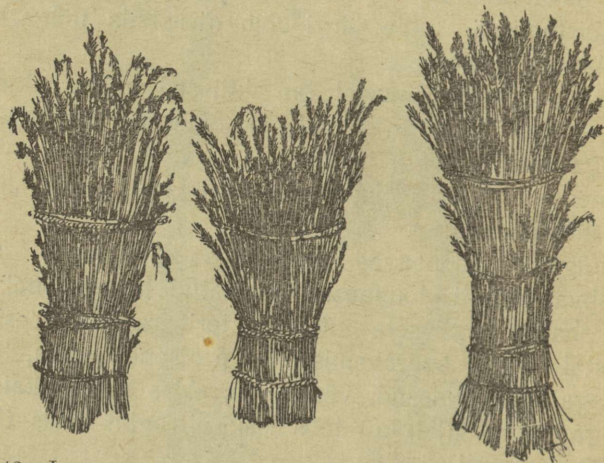
Moskva oblasti lõunaosas teostatud lutserni nakatamisel kohalike aktiivsete mügarbakteritega saime esimesel aastal saagi suurenemise 50 protsendi võrra, teisel aastal aga 110 protsendi võrra, võrreldes mittenakatatud lutserniga, samal ajal kui tööstuslik nitragiin andis tõusu ainult 22 protsenti.

Peale selle kogunes kohalike aktiivsete mügarbakteritega nakatatud lutserni teise aasta põllu ha-le, arvestades künni sügavuse piire, 407 kg mügaraid, samal ajal kui mittenakatatud maatükil oli 10 kilogrammi ja tööstusliku nitragiiniga nakatatud maatükil 90 kilogrammi mügaraid.

Mitmeaastaste liblikõieliste heintaimede seemnete nakatamine aktiivsete mügarbakteritega omast bakterilavast võib heinasaagi kahekordistada ja mulda tunduvalt rikastada lämmastiku ja huumusega.

Juba mainisime, et peale liblikõieliste juurtel elavate bakterite on olemas veel vabalt mullas elavad bakterid, kes on võimelised enesesse õhust lämmastikku siduma.

Kultiveeritud pinnastes nimetatakse kõige tähtsamat nendest azotobakteriks. See kaunis suur (4—6 mikronit) ümarakujuline bakter omastab hästi lämmastikku õhust, kuid ta on väga nõudlik ümbritsevate tingimuste suhtes. Hapudel, huumusevaestel, samuti ka halvasti õhustatud muldadel azotobakter ei kohastu. Kohevatel huumuserikas-



Joon. 12. Lutserni saak ühelt m<sup>2</sup>-lt, nakatatud kohalike aktiivsete ja mitteaktiivsete mügarbakteritega.

Nakatatud mitteaktiivsete mügarbakteritega  
122 %

Mittentakatatud  
100 %

Nakatatud aktiivsete mügarbakteritega  
210 %

tel ja mittehapestel muldadel võib aga azotobakter tunduvalt saaki kõrgendada.

Paremaid tagajärgi azotobakteriga nakatamisel annavad köögiviljakultuurid, mis harilikult kasvavad kõige viljakamail muldadel.

Nii näiteks tehti Kaug-Idas katseid bakterväetisega «azotobakteriin» ja saadi 238,4 tsentnerit kurke hektaarilt. Nakatamata saadi 125 tsentnerit. Seega «azotobakteriin» peaaegu kahekordistas kurkide saagi.

Azotobakteriga nakatamine kõrgendab tugevasti kapsaste saaki. Selleks kastetakse istikud enne istutamist azotobakteri-lahusesse.

Viimasel ajal on kindlaks tehtud, et azotobakter paljuneb hästi mitmeaastaste heintaimede juurte lähedal. Esimesed mitmeaastaste heintaimede seemnete segu (lutsern + aruhein) nakatamise katsed azotobakteriga andsid lubjatud leetmuldadel häid tulemusi. Samuti tõstis azotobakteriga nakatamine paljudel juhtudel kartulimugulate ja teiste kultuuride saake, mille külvidele antakse sõnnikut.

Seega hakatakse meil ühel ajal mineraalväetistega laiaulatuslikult tarvitama ka bakterväetisi.

### **Lämmastiku kadu mullas.**

Rööbiti bakteritega, kes rikastavad mulda lämmastikuga, on ka baktereid (denitrifitseerivad bakterid), kes vähendavad lämmastikuisaldust mullas. Nad taandavad salpeetri, muudavad tema lämmastiku gaasitaoliseks ja annavad seega talle võimaluse haihtuda.

Varem arvati, et denitrifitseerivate bakterite tegevus on väga laialdane. Täpsemad uurimised aga on näidanud, et salpeetri kadu mullas ei ole kaugeltki mitte alati seotud lämmastiku muutumisega gaasitaoliseks. Palju sagedamini muutub lahustuv mulla mineraallämmastik mikroobide toimel mittelahustuvaks ja taimedele kättesaadamatuks.

Niisama nagu taimed vajavad ka kõik mikroobid (peale nende, kes omastavad lämmastikku õhust) oma toitumiseks lahustunud mullalämmastikku, fosforit ja kaalit. Võitluses toidu eest on mikroobid väga tugevad konkurendid taimedele, ja juhul, kui mullas on vähe toitesooli,

omastavad mikroobid need kiiremini kui taimed. Peale mineraalsoolade on mikroobidel kasvamiseks ja arenemiseks tarvis surnud orgaanilist ainet. Mõned orgaanilised jätted, nagu poolkõdunenud sõnnik, roheline väetis ja fekaalid, on rikkad lämmastikust. Lagundades neid mul-  
las, vabastavad mikroobid nii palju lämmastikku, et seda jätkub mikroobide paljunemiseks ja ka taimedele. Kui aga mikroobid lagundavad niisuguseid lämmastikuvaeseid aineid, nagu on kõdunemata õlgsõnnik, lämmastikuvaene turvas, vanad juured ja tüüd, ei jätku nendele läm-  
mastikku. Mikroobid neelavad kogu mullas leiduva lahustuva lämmastiku, jättes taimed lämmastikunälga. Mikroobide iga on aga lühike. Niipea kui nad lõpetavad mulda sattunud orgaaniliste ainete lagundamise, algab nende endi elavate rakkude kiire vähenemine. 30—40 päeva pärast ilmub nende poolt omastatud lämmastik jälle mulda mineraal-  
lämmastiku salpeetri näol. Järelikult võtavad mikroobid mullast lämmastikku, et seda jälle kiiresti tagasi anda. Põllumajanduslikud kultuurid on teataval ajavahemikul siiski raskes olukorras ja lämmastikupuuduse tagajärjel annavad vähem saaki. Lehtede kahvaturoheline värvus näitab ilmselt, et taimed on kannatanud lämmastikupuudust. Seepärast ei tohi pinnasesse enne külvi panna niisuguseid aineid nagu kõdunemata õlgsõnnik või läm-  
mastikuvaene turvas, sest mikroobid omastavad mullast kogu lahustuva lämmastiku. On teine asi, kui lämmastikuvaeseid orgaanilisi aineid viiakse kesapõllule. Õlgsõnnik ja turvas jõuavad taliviljade kultuuride külvi ajaks laguneda. Mikroobide poolt mullast omastatud lämmastik mineraliseerub jälle, pöördub mulda ja kasutatakse ära taimede poolt.

Mõnikord luuakse mullas soodsad tingimused denitri-  
fitseerivate bakterite tööks, kes ei võta mullast läm-  
mastikku mitte vastastikku, vaid muudavad selle gaasitaoli-

seks. Vabanenud lämmastik haihtub ja seega muld vaesub taimedele kõige väärtuslikuma toiduaine poolest.

Denitrifitseerivad bakterid lagundavad orgaanilist ainet, kui mullas on palju niiskust ja vähe õhku. Neis tingimustes ei jätku bakteritele hapnikku ja nad on sunnitud seda võtma mitmesugustest sooladest. Salpeeter sisaldab palju hapnikku. Kui denitrifitseerivad bakterid võtavad endasse selle hapniku, siis vabaneb salpeetri lämmastik ja haihtub gaasi näol. Sellest võib järeldada, et denitrifitseerivad bakterid toovad põllumajandusele kahju ainult siis, kui mullas on vähe õhku. Hästi ning õigeaegselt haritud ja õhustatud muldadel on need bakterid kahjutud.

### **Mikroobid ja mulla struktuur.**

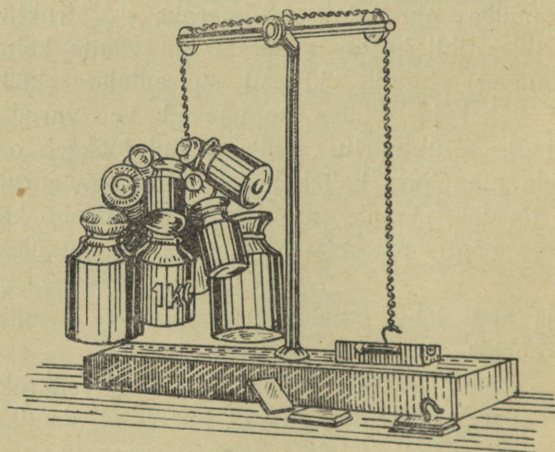
Iga põllul või köögiviljaaias töötaja teab hästi, kuivõrd kerge on harida maad ja kuivõrd see on viljakam, kui ta koosneb vihma tagajärjel mittelagunevaist sõmeraist. Säärast mulda nimetatakse sõmeraks — struktuurseks. Seda ei tule tihti kasta ja pärast iga vihma kohendada, sest vihmavesi tungib kiiresti suuremaisse käikudesse sõmerate vahel ja mullas kogunevad vee varud taimedele. Plingi, struktuuritu mulla puhul jookseb osa vett ära mööda maapinna kallakut, teine osa aga aurub väga kiiresti, tõustes pinnale mööda mulla kitsaid käike — kapillaare, nagu petrooleum lambis tõuseb üles tahti mööda.

Kuidas aga teha mulda struktuurseks ja milleks on siin mikroobid?

Meil on juba teada, et nähtamatud elavad rakukesed töötavad agaralt, muutes suured hunnikud sõnnikut väikesteks huumusehunnikuteks. Paks rohukamar ja metsaalune varisenud kiht kaovad nagu jäljetult. Kuid nad ei

kao siiski. Lagunenud orgaanilise aine asemele jääb miljardeid mikroorganismide elavaid ja surnud rakke. Pärast suure juurtemassi lagunemist jääb selle asemele vaid kerge tume kihike, sõnnikuhunniku lagunemise järel aga loik tumedat vedelikku ja hunnikuke huumust. Järelejäänud ained erinevad omadustega, mida ei olnud ei taimede juurtel ega sõnnikul. Selle uue, mikroobide poolt tekitatud aine kohta võib ütelda: «Väike kaalult, kuid kallis.»

Niihästi elavad kui ka surnud bakterid eritavad mulda limaseid orgaanilisi aineid, millega on täidetud nende rakud. Need ained omavad väga suurt kleepimisvõimet. Joonisel 13 on näidatud, kuidas üks tilgake mügarbakterite lima, asetatuna kahe terasplaadikese vahele, on need nii tugevasti kokku kleepinud, et 11-kilogrammiline raskus ei suuda plaadikesi lahutada. Niisama kleebib bakterite lima ka mulla üksikuid osakesi. Tarvitseb vaid lisada 100 grammile struktuuritule mullale üks kümnendik grammi mikroobide poolt tekitatud huumust ja lasta mullal ära



Joon. 13. 11-kilogrammisisest raskusest ei piisa, et lahti kiskuda mügarbakterite limaga kokkukleebitud terasplaadikesi.

kuivada, ja see muld muutub struktuurseks, s. o. selle sõmerad ei valgu vees laiali.

Kas kõik mikroobid on võimelised kleepivaid aineid tekitama? Mispärast on mõned mullad struktuursed ja sisaldavad palju huumust, teised aga on huumusevaesed, muutuvad pärast vihma plingiks, järelikult struktuurituks?

Vastuse nendele põllutöö seisukohalt tähtsatele küsimustele on andnud akadeemik V. R. Viljams. Tema asub seisukohal, et orgaanilised ained lagundatakse mitmesuguste bakterite poolt ja ühed neist tekitavad kleepivat ainet, teised aga ei tekita. Kõigile on teada, et põhjavöötme metsades koguneb igal aastal varisemise tagajärjel tohutul hulgal orgaanilisi jätteid. Ometi on põhjavöötme mullad leetmullad, huumusevaesed ja struktuuritud. Akadeemik Viljams on tõestanud, et metsas lagundatakse happesed metsa jätted peamiselt hallitusseenekeste poolt. Need eritavad orgaanilisi happeid, mis, sattunud veega mulda, uhuvad sellest välja lubja, fosfori, raua ja teised soolad, tehes seega mulla vaeseks ja viljatuks. Suurem osa meie põhjavöötme pinnasest oli varem kaetud metsaga. Pärast selle maharaiumist jäid järele huumusevaesed, struktuuritud, happesed leetmullad. Tuleb palju töötada, et neil muldadel kõrget saaki saada. Selleks on tarvis neid peamiselt lubjata, anda sõnnikut ja mineraalväetisi, mis aga kõige tähtsam — täis külvata mitmeaastaste hein-  
taimedega.

Rohttaimede ja loomade jätete lagunemine toimub hoopis teisiti. Kui jälgime märja heina või sõnniku lagunemist, siis näeme, et lagunev aine kattub algul hallitusega, kuid mitte kauaks. Mõne päeva pärast kaob hallitus ja edasi toimub lagunemine bakterite abil. Mõne aja pärast tekib must vedelik. Seda võime näha harilikult sõnnikuhooldlates. Seda ainet ei olnud ei heinas ega ka värskes sõnnikus. See tekkis bakterite poolt taimede ja

loomade jätete lammutamise tagajärjel. Ainet, mis tekib mullas rohtsete orgaaniliste jätete ja sõnniku lagunemisel, nimetas Viljams aktiivseks huumuseks.

Aktiivne huumus kinnitub mullas, kleebib selle osakesed kokku ja moodustab mulla vastupidava struktuursuse. Kui räägime «vastupidavast struktuurist», siis ei taha me sellega ütelda, et see alatiselt jääb sääraseks. Aegamööda laguneb ka aktiivne huumus teiste bakterite toimel ja struktuuri sõmerad pudenevad uuesti koost. Seepärast ei saa me struktuuri moodustada alatiseks, vaid peame seda aeg-ajalt taastama.

Peale bakterite, kes lagundavad orgaanilisi jätteid, kogub mulda huumust veel teine suur bakterite grupp. Need on juure- või risosfeersed bakterid (kreeka keele sõnast *rhizom* — juurikas). Nende bakterite toiduks on elusate taimede mahlad, mis imuvad mulda juurte kaudu. Juured varustavad taime veega ja mineraalsooladega ning saavad lehestikult vastu oma kasvuks tarvilikke orgaanilisi valmisaineid. Teatav osa neist orgaanilistest ainetest imbub juurte kaudu mulda ja lagundatakse seal bakterite poolt, kes paljunevad hiigla-arvul kõigi taimede juurte lähedal. Õpetlased on tõestanud, et kui 1 grammis mullas, kus ei ole juuri, on 5—6 miljonit bakterit, siis nisujuurte lähedase mulla grammis on 30—50 miljonit bakterit, ris-tiku ja lutserni juurte lähedal leetmuldades aga 100 kuni 500 miljonit. Üks gramm lõunavöötme rikast mulda sisaldab heintaimede juurte lähedal 20—50 miljardit bakterit. Järelikult oleneb juurebakterite hulk taimede liigist ja selle mulla omadustest, kus teatavad taimed kasvavad.

Juurebakterid vahelduvad mitu korda suve jooksul. Ühed surevad, teised arenevad. Nende rakkude sisaldis kleebib mullaosakesed kokku ja taimede juurte lähedal leiame harilikult vastupidavaid sõmeraid. Selleks, et küllastada suuremat osa mullast huumusega, on tarvilik, et

mitmeaastased heintaimed kasvaksid palju aastaid ühel kohal. Meie Liidu stepirajoonides, kus mitmeaastased heintaimed on kasvanud sadu aastaid, on kogu pinnas küllastatud huumusega ja niisugust mulda nimetatakse tema musta värvuse tõttu mustmullaks. Viljelemata mustmullamaas on 85—90 protsenti väga vastupidava struktuuriga sõmeraid. Tumepruuni värvust ja head vastupidavat struktuuri omavad põhjavöötmes ka jõgede lammide mullad.

Ka üheaastaste taimede juurtel on juurebaktereid, kuid nende hulk on tähtsusetu. Nende poolt loodud struktuur laguneb kiiresti põldude iga-aastase harimise tagajärel. Seepärast tolmustub muld üheaastaste taimede pidevalt külvamise tagajärjel ikka enam ja enam. Et seda tolmustumise käiku peatada ja põllumulda parandada, soovitab akadeemik Viljams võtta külvikordadesse mitmeaastased heintaimed 2—3 aastaks. Selle aja vältel võivad heintaimed rikastada mulda huumusega ja teha selle struktuursemaks, aga ainult sel juhul, kui taimed annavad kõrge heinasaagi. See on seletatav sellega, et maapealse osa hea arenemise korral suureneb ka juurestik ja viimasega koos juurebakterite hulk. Heintaimede halva arenemise puhul ei või me oodata mulla omaduste märgatavat paranemist.

Seega tekitavad mulla vastupidava struktuuri moodustumiseks kleepuvaid aineid niihästi mitmeaastaste heintaimede juurtel paljunevad bakterid kui ka bakterid, kes lagundavad mullas rohtseid ja loomseid jätteid. Paremaid tagajärgi, s. o. suuremat kleepuvate ainete kogunemist on märgata sel juhul, kui orgaanilised jätted lagunevad mittehapus mullas. Haput keskkonda bakterid ei armasta. Hapus mullas saavad ülekaalu hallitusseenekeused, mis ei tekita kleepuvaid aineid. Selles võib veenduda, kui anda ühesuurune hulk mingisugust orgaanilist väetist mitmesuguse

happesusega muldadele. Säärase mulla valmistame järgmiselt. Ühele osale hapule leetmullale lisame pisut lupja, teisele osale niisama palju tuhka, kolmandale osale aga ei anna midagi. Kõik mullad saavad ühesugusel määral sõnnikut. Lubja panemine vähendab mulla happesust, tuha panemine aga hävitab täielikult happesuse ja muld muutub, nagu öeldakse, neutraalseks, s. o. mittehappeseks ja ka mitteleeliseseks. Kolmekuulise sõnniku lagunemise vältel uuritakse vastupidavate, vees laialivalgumatute struktuurisõmerate kogunemist ja neid mikroobe, kes on osa võtnud sõnniku lagundamisest mullas.

Ja mis ilmneb? Kuni katseni sisaldas muld 36 protsenti vastupidavaid sõmeraid. Hapus mullas suureneb nende hulk sõnniku toimel kolme kuu vältel ainult 38—40 protsendini. Lupja ja sõnnikut sisaldavas mullas tõuseb vastupidavate sõmerate sisaldavus juba 40—44 protsendini. Tuhka sisaldavas mullas kasvab nende hulk tunduvalt ja ulatub 49—57 protsendini. Järelikult üks ja seesama sõnnikuannus võib avaldada mullale mitmesugust mõju vastupidava struktuuri tekitamisel. Mulla happesuse vähenemisel suureneb tunduvalt sõnniku toime, sest sõnnik lagundatakse niisuguses mullas bakterite poolt, need aga tekitavad aktiivset, kleepuvat huumust. Hapus mullas lagundatakse sõnnik aegamööda seenekeste poolt, mis ei tekitata kleepuvat huumust.

Nagu näeme, on mikroorganismide tähtsus mullas väga suur ja nende osatähtsust ei tule alahinnata. Mikroorganismid lagundavad mullas kõik loomsed ja taimsed jätted, vabastavad nendes leiduvad toitesoolad ja süsiniku ning kindlustavad seega taimede toitumist ja ainete ringkäiku looduses. Mõned bakterid rikastavad mulda lämmastikuga õhulämmastiku arvel. Lagundades orgaanilisi jätteid, tekitavad bakterid niisuguse huumuse, mis kinnitub

mullas, rikastab seda ja soodustab vastupidava struktuuri tekkimist.

Bakterite aktiivsus kasvab hapude muldade lupjamilisel (või tuha andmisel) mulla samaaegse rikastumisega orgaanilise aine poolest sõnniku andmise või haljasväetise külvi läbi. Võimsaks vahendiks, kuidas rikastada muldi kleepuva bakterilise huumusega, on mitmeaastaste heintaimede külvid põldudele nende kõrge agrotehnika puhul ja liblikõieliste nakatamine aktiivsete mügarbakteritega kohalikest bakterilavadest.

Agronoomi ja kolhoosniku ülesanded mullaviljakuse tõstmisel seisnevad selles, et igati soodustada mullas kasulike bakterite arenemist.

### **Mikroobid — nakkushaiguste põhjustajad.**

Rääkides mikroobidest, ei saa jätta mainimata — kuigi lühidalt — baktereid, kes külvavad surma ja toovad kahju põllumajandusele.

Inimene peab pidevalt kõige vihasemat võitlust tõvestavate bakteritega, kes nakatavad inimesi ja loomi katku, koolerasse, tiisikusse, põrnatõppe (siberi katku), sarlakitesse, difteeriasse ja teistesse tõbedesse.

Taimed põevad haigusi, millede põhjustajaiks on peamiselt seenekesed: lina põeb fusarioosi, puuvill närbumistõbe (*wilt*) ja gommooosi, teraviljakultuurid kannatavad nõgipea-, rooste-, tungaltera-, jahukaste-, lumiseene- (taliviljad) haiguste all, kapsas põeb tõusmepõletikku ja nuutrit, kartul vähki, kärntõbe, märgmädanikku jne.

Louis Pasteur tõestas esimesena möödunud sajandi lõpul võimalust võidelda tõvestavate bakteritega nõrgestatud nakkusetekitajate süstimise teel. Ta avastas kaitse süstimise ühe hirmsaima tõve — marutõve vastu, mida raviti kuni tema avastamiseni hammustatud koha põleta-

mise teel hõõguva rauaga, kusjuures see julm ravimisviis ei andnud harilikult positiivseid tulemusi. Kord sõitsid Pariisi kuusteist vene talupoega Smolenski kubermangust. Kõiki neid oli hammustanud marutõbine hunt ja neid ähvardas surm. Nad teadsid ainult ühe prantsusekeelse sõna — suure õpetlase nime «Pasteur». Kuigi lootusi nende tervistumiseks oli vähe, sest hammustamise ajast oli möödunud juba kakskümmend päeva, hakkas Pasteur neid intensiivselt ravima ja tegi nendele kaks süstimest päevas. Kuueteistkümnest inimesest päästeti kolmteist. Praegu on meil kõigis suuremais keskustes Pasteur'i jaamad, kus tehakse loomade hammustuse tagajärjel kannatavaile inimestele süstimisi. Meil ei esine enam marutõve puhul surmajuhtumeid, mida varemail aegadel juhtus väga sageli.

Praegu on saanud tavaliseks süstida loomi põrnatõve (siberi katku) vastu. Kunagi aga pani Louis Pasteur hämmastama kogu maailma, tõestades, et loomi on võimalik kaitsta põrnatõve vastu süstimise teel. Avaliku katse tegemiseks andsid talunikud temale 48 lammast ja mõned sarvloomad. Pasteur tegi 24 lambale põrnatõvevastase süstimise ja mõne aja pärast pookis kõigile 48 lambale surmatoovaid põrnatõve baktereid. Teataval päeval kogunes suur hulk rahvast katsekohale ja seal ilmnnes, et loomad, kellele oli tehtud tõvevastane süstimine, olid terved, kõik süstimata loomad olid aga surnud.

On olemas kaitsesüstimid ka teetanuse, difteriidi, tüüfuse, düsenteeria, koolera ja teiste haiguste vastu. Samuti on välja töötatud mulla parandamise ja taimede ravimise viisid.

Võitluseks taimehaiguste vastu teostavad õpetlased kõige vastupidavamate, kohal levinud haigustesse mitte-nakatuvate sortide valikut ja risttolmutamist. On uuemaid nisusorte, mis on haigusekindlamad rooste ja nõgipea-see-

nekese vastu, samuti kapsasorte, mis on haigusekindlad nuutrite vastu, ja kartulisorte, mis ei nakatu lehemädanikku.

Väga suurt tähtsust võitluses taimehaigustega omavad külvikorrad, sest ühele taimegrupile omased haigused ei tekita kahju teisele. Juba ammu oli teada, et lina ei õnnestu lina järel, kasvab aga kõige paremini ristiku järel. Puuvilla vahetuseta külvi tagajärjel on mõnikord mõned väljad 30—40 protsendi ulatuses nakatatud seenekestega, mis, arenedes puuvillataime sisekanalites, ummistavad viimased. Selle tagajärjeks on taime surm närbumise teel. Selle järgi nimetatakse ka haigust närbumistõveks (inglise keeles *wilt* — närbuma). Kui puuvill külvata lutserni järel, ei kannata see harilikult närbumistõve all. Kahjulike seenekeste hulk mullas väheneb tunduvalt mitmeaastaste heintaimede külvi tõttu. See on seletatav sellega, et esiteks ei armasta seenekesed kinnivajunud kündmata mulda, teiseks selle tõttu, et ei ole peataime, millel nad saaksid paljuneda, ja kolmandaks — mitmeaastaste heintaimede kasvades arenevad mullas säärased bakterid, kes purustavad seenekeste niitkoe.

Seega rikastavad mitmeaastased heintaimed niihästi mulda lämmastikuga ja loovad mullale vastupidava struktuuri kui ka tervendavad mulda, mispärast nad on kõige paremaks eelkultuuriks suuremale osale kultuurtaimedest.

Mitte ainult põldudel, vaid ka paremais köögiviljaaedades peavad kultuurid vahelduma. Aednikud teavad, et kui kapsas haigestub nuutrisse, siis ei või teda järgmisel aastal enam istutada samale kohale. Mitmeaastased heintaimed on paremaiks eelviljadeks ka köögiviljakultuuridele.

Mulla õige harimine ja head toitumistingimused soodustavad taimede vastupidavust kahjulike seenekeste ja bakterite vastu.

Inimesed aretavad mõningaid haigusttekitavaid mikroorganismide eriti kahjulike loomade ja putukate nakatamiseks nendega. 1893. aastal tarvitas prantsuse õpetlane Lefleur esmakordselt edukalt hiiretüüfuse baktereid võitluseks põldhiirtega. Praegu valmistatakse meil hiiretüüfuse baktereid suurel hulgal. Viimastel aastatel avastasid õpetlased bakterid, kes kutsuvad esile säärase kahjurite nagu maisikoi, suure kapsaliblika, paaritu siidikedriku ja paljude teiste kahjulikkude putukate surma.

Nii hakkavad teaduse jõul isegi haigusttekitavad mikroobid töötama inimese kasuks.

## Sisukord.

	Lk
Ainete ringkäik looduses . . . . .	3
Mikroobide kuju ja suurus . . . . .	6
Kuidas mikroobid lagundavad orgaanilisi jäänuseid . . . . .	8
Põllumajandussaaduste säilitamine ja töötlemine . . . . .	11
Kuidas mikroobid rikastavad mulda lämmastikuga . . . . .	18
Lämmastiku kadu mullas . . . . .	27
Mikroobid ja mulla struktuur . . . . .	29
Mikroobid — nakkushaiguste põhjustajad . . . . .	35

*Vastutav toimetaja*  
*J. Klaar.*

*Tehniline toimetaja*  
*H. Seletus.*

На эстонском языке.  
Эгосиздат „Научная Литера-  
тура“, Тарту.



*Vastutav toimetaja*  
*J. Klaar.*

*Tehniline toimetaja*  
*H. Seletus.*

Ladumisele antud 31. X 47. Trük-  
kimisele antud 24. XI 47. Paberi  
kaust 56 X 79.  $\frac{1}{16}$ . Trükipoog-  
naid 2 $\frac{1}{2}$ . Autoripoonaid 1,4.  
Arvestuspoognaid 1,71. MB 05948.  
Laotihedus trpg. 31 300. Tiraaž  
5200. Trükikoja tellimus nr. 1026.  
Trükikoda „Noor-Eesti“, Tartu,  
Kastani 38.

*Hind rbl. 2.—*

Ф. Ю. Гельцер, Микроорга-  
низмы в сельском хозяйстве.

На эстонском языке.  
Эгосиздат „Научная Литера-  
тура“, Тарту.

**Trükivigade õiendus.**

Leheküljel 7 on 1. ja 2. rida alt ära vahetatud.

Rbl. 2.—

A

16558

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00962240 0