

¹
Eesti NSV

POLIITILISTE JA TEADUSALASTE TEADMISTE LEVITAMISE ÜHING

A-17346
161 III

ÜHINGU TEGEVLIIGE

P. RAHNO

**MIKROOBID MULLAS
JA NENDE TEGEVUSE
TEADLIK SUUNAMINE**

Nr. 17 (61)

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS • TALLINN 1950



A-11396
61 III

EESTI NSV
POLIITILISTE JA TEADUSALASTE TEADMISTE LEVITAMISE ÜHING

ÜHINGU TEGEVLIIGE
P. RAHNO

MIKROOBID MULLAS
JA NENDE TEGEVUSE
TEADLIK SUUNAMINE



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS • TALLINN 1950

2

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu

8472



Stalinlike viie aasta plaanide tähtsamaks ülesandeks põllumajanduses on põllukultuuride saakide pidev tõstmine. See loob kindla aluse kogu põllumajanduse ja loomakasvatuse edasiarendamiseks. Selle ülesande lahendamiseks on vajalik ulatuslikult rakendada nõukogude eesrindliku agrobioloogiategaduse põhimõtteid ja saavutusi, julgemini ja kiiremalt tootmisse viia uusi teaduslikult põhjendatud võtteid ja meetodeid maa viljakuse tõstmiseks. Ainult kindlalt nõukogude eesrindliku teaduse saavutustele tuginedes suudame lahendada põllumajanduse põhiülesande: saavutada põllumajandussaaduste küllus ja anda seega oma panus kommunismi lõplikuks võiduks meie maal.

Bolševike partei ja Nõukogude valitsus osutavad pidevalt suurt hoolt ja tähelepanu nõukogude teaduse arendamisele. Terve rida valitsuse ja partei määrusi ning otsuseid käsivad teaduse saavutuste rakendamist praktikasse. Meenutame vaid meie looduse ümberkujundamise ja ühisloomakasvatuse arendamise kolme aasta plaani.

Tuginedes stalinlikule õpetusele lükkab nõukogude eesrindlik agrobioloogiategadus julgelt ümber ning purustab iganenud tõekspidamisi ja norme, kui need hakkavad edasiarenemist pidurdama. Sellal kui kodanlik teadus on takerdunud vanade, reaktsiooniliste vaadete köidikuisse, areneb nõukogude teadus uutes, loovates suundades, tihedas koostöös praktikaga, võttes aktiivselt osa kommunismi ülesehitamisest. Nõukogude agrobioloogiategaduse üldine suund — nõukogude loov darvinism —, seistes dialektilise materialismi alusel, on välja arendatud paljude silmapaistvate vene ja nõukogude teadlaste, esmajoones K. A. Timirjasevi, V. R. Viljamsi, I. V. Mišurini ja T. D. Lössenko tööde tulemusena. Nende tööde põhjal on välja töötatud täiuslik süsteem, milles leiavad käsitlemist nii taimede omaduste järjekindel parandamine ühelt poolt kui ka mulla omaduste aktiivne mõjutamine teiselt poolt. Viimase küsimuse ühte olulisemat osa käsitlebki käesolev brošüür.

Tähtsamad mulla mikroorganismid, nende tähtsus mulla viljakuse kujunemisel ning nende arenemise alused

Mulla bioloogiliste protsesside uurimise ja nende teadliku suunamise ning mõjutamisega tegeleb mikrobioloogia vastav eri haru. Mikrobioloogia on teadus, mis tegeleb elusolendite erilise grupi, mikroorganismide ehk mikroobide elutegevuse uurimisega. Võrreldes teiste teadustega on mikrobioloogia alles väga noor teaduseharu. See sai areneda alles pärast seda, kui tehnika oli jõudnud nii kaugele, et suudeti valmistada seadmeid, mis võimaldasid inimese nägemisvõimet suurendada tuhat kuni poolteist tuhat korda. Alles siis muutusid mikroorganismid nähtavaiks. Mikroorganismide poolt esilekutsutavaid nähtusi tunti ja inimesed isegi kasutasid neid juba väga ammu, kuid nende nähtuste põhjusi seletati tavaliselt hoopis vääriti.

Mikroorganisme mädanevais lahustes, äädikas, piimas jne. avastas esimene rooma astroloogiaprofessor Kircher eriti tugeva luubi abil juba 1646. aastal. Kuid tol ajal pöörati neile „väga väikestele ussikestele“, nagu Kircher neid nimetas, vähe tähelepanu. Tegelikku tähtsust Kircheri avastus ei omanud ja see unustati peagi. Tolleaegne tehnika oli alles võimetu tugevamate suurendusseadmete valmistamiseks, mis oleksid võimaldanud uurimiste jätkamist ja süvendamist.

Veidi aega hiljem valmistas hollandi teadlane-iseõppija Antony van Leeuwenhoek luubi, mis suurendas juba 160 korda. Selle luubi abil avastas ja jälgis Leeuwenhoek väga väikesi „elavaid loomakesi“, kes esinesid tohutul arvul peaaegu kõikjal looduses.

Mikrobioloogia arenemisel tõeliseks teaduseks on erakordseid teeneid kõigepealt Louis Pasteuril (1822—1895). Pasteur tõestas esmakordselt, et käärimine ja roiskumine toimuvad mikroorganismide toimel, andis alused mikroorganismide süstematiseerimiseks nende välise kuju ja erinevate omaduste põhjal ning võttis tarvitusele kaitsepooked paljude mikroorganismide poolt tekitatud nakkushaiguste vastu. Pasteuri marutõvevastane seerum on päästnud loendamatu inimeste elu.

Pasteur tõestas oma väga täpsete uurimuste ja katsetega, et mikroorganismid etendavad hoolimata oma väiksusest looduses erakordselt tähtsat osa, viies siin lõpule ainete ringkäigu. Paljud ammutuntud ja väga olulised protsessid (mädanemine, käärimine, hapnemine jne.) põhinevad ainult mikroorganismide tegevusel ja oleksid ilma nendeta võimatud. Kuna kõrgemat liiki taimed võivad oma juurte abil toiteainetena omastada ainult mullas leiduvaid mineraalühendeid, siis võib ette kujutada, mis sünniks, kui looduses ei esineks sellist protsessi

nagu mädanemine. Taimed ammutaksid mullast viimasedki mineraaltoained. Need aga enam mulda tagasi ei saaks pöörduda. Surnud taimede jäänused, samuti loomade korjused koguneksid maa peale iga aastaga pakseneva kihina, mis juba mehaaniliselt teeks taimekasvu peagi võimatuks. Taimekasvust oleneb aga loomade, samuti ka inimeste elu. Kui ei esineks mädanemise protsessi, lõpeks elu maa peal üsna kiiresti ainete ringkäigu katkemise tõttu looduses.

Pasteurile järgnenud mikrobioloogidest tuleb esile tõsta kõigepealt Robert Koch'i, kes peale oma tegevuse arstiteadusliku mikrobioloogia alal andis ka rea uusi aluseid mikrobioloogia edasiarendamiseks ükskõik millises eri suunas. Koch leiutas põhilised võtted mikroorganismide eraldamiseks puhaskultuurideks kunstlikel toitelahustel ja tarretistel kasvatamisega, mis võimaldas nende eriomaduste edasist uurimist, samuti ka nn. desinfitseerimisvõtteid mikroorganismide hävitamiseks.

Järgnevalt hargnes mikrobioloogia ikka enam üksikuisse eri harudesse, sest iga aasta avastati üha uusi mikroorganismide liike (praegu arvestatakse neid juba kümnete tuhandetega) ning selgitati uute protsesside sõltuvust mikrobioloogilistest protsessidest. Selle tõttu tekkis mikrobioloogias juba möödunud sajandi lõpul kolm tähtsamat eri haru: arstiteaduslik, tehniline ja põllumajanduslik mikrobioloogia. Viimase mikrobioloogia haru väljakujundamisel on eriti suuri teeneid vene teadlastel S. N. Vinogradskil, V. L. Omeljanskil, V. S. Butkevitšil, S. P. Kostõtševil, N. N. Hudjakovil ja teistel.

Põllumajanduslik mikrobioloogia jaguneb omakorda veel eriharudesse, milledest üks uurib mullastikus esinevate mikroorganismide tegevust ja osatähtsust mulla viljakuse kujunemisel, kuna teised tegelevad mikroorganismide tegevuse uurimisega põllundus- ja karjasaaduste töötlemisel ning võitluses põllumajanduslike kahjurite vastu.

Käesolevas brošüüris peatume lähemalt mullastiku mikrobioloogia küsimuste juures.

Muld ja selle viljakus moodustavad aluse, millele rajaneb kogu põllumajandus. Muljaviljakuse probleemide uurimise ja teadusliku põhjendamisega on tegelnud eriti vene ja nõukogude väljapaistvad teadlased, nagu V. V. Dokutšajev, P. A. Kostõtšev ja V. R. Viljams. Eriti silmapaistev osa kuulub siin uue muljaviljakuse õpetuse loojale, akadeemik V. R. Viljamsile. Viljams heitis otsustavalt kõrvale lääne agrookeemikute tardunud vaated mulla viljakusele ja selle põhjustele ning esitas nende asemele hoopis uued seisukohad, mis ühes I. V. Mitšurini õpetusega taimede ümberkujundamisest moodustavadki ühe olulisema osa nõukogude agrobioloogiateadusest.

Akadeemik Viljamsi mullaviljakuse õpetuses kuulub väga oluline osa just mulla mikrobioloogia valdkonda. Selle kohaselt tuleb mulda vaadelda mitte kui surnud keskkonda, milles esinevad ka mitmesuguste pisiolendite grupid, vaid kui elavat ja orgaaniliselt seotud tervikut, kui süsteemi, kuhu kuuluvad ühelt poolt kõrgemat liiki taimed, teiselt poolt mulla mineraalained ja mikroorganismid. Igasugused muudatused süsteemi ühes osas kutsuvad otseselt esile muudatusi ka teistes osades. Seega on mulla viljakus väga suurel määral mullastikus esinevate mikroorganismide tegevusest.

Kõik tohutul hulgal mullastikus leiduvad mikroorganismid võtavad suuremal või vähemal määral osa mullastikus toimuvast protsessidest, milledest on kõrgemat liiki taimede arenemine vastaval muljal või teiste sõnadega mulla viljakus. Kõigepealt teostavad mikroorganismid looma- ja taimeriigi jätete lagundamist roiskumisprotsessi kaudu. Iga taimekasvu perioodi lõppedes jääb põllule suur hulk mitmesuguseid taimede jäätmekõrte, lehtede ja juurte näol. Nendes leiduvad taimejäätmekõrte on taimedele ilma vahendajateta kättesaamatud, sest kõrgemat liiki taimed ei oma võimet mineraliseerumata orgaanilisi aineid toiteainetena kasutada. Ka inimese poolt põllule antavad orgaanilised väetused, muuseas ka laudasõnnik, ei ole taimedele otseselt kättesaadavad. Kõik need orgaanilised jätted peavad kõigepealt läbi tegema mikroorganismide mõjul toimuva lagundamisprotsessi. Siis nad mineraliseeruvad ja muutuvad taimedele toiteainetena kättesaadavaks. Sama on täiel määral maksev ka nende jätete kohta, mis on pärit loomariigist.

Kõik taimed saavad mullast oma keharakkude ülesehitamiseks otseselt võtta ainult mineraalaineid, mitte mingil juhul aga lagundamata orgaanilisi aineid. Siinjuures peame aga märkima, et taimed ei saa otseselt kasutada ka paljusid mullas leiduvaid mineraalaineid, nimelt sel juhul, kui need mineraalühendid ei ole vees või taimemahlades lahustuvad. Selliseid mineraalühendeid leidub aga küllaltki palju ja pealegi on need taimedele toiteainetena sageli hädavajalikud. Näiteks võib mullas leiduda väga palju fosforit, kuid samas mullas kasvavad taimed kannatavad terava fosforipuuduse all, sest mullas leiduv fosfor ei ole vees ega taime juuremahlades lahustuv. Ka sel juhul võivad ainult vastavad mikroorganismid taimi abistada, muutes mullas leiduva raskelt lahustuva fosfori kergelt lahustuva ja seega taimedele kättesaadavaks.

Samuti on mullas leiduvate mikroorganismide tegevusest tingitud huumusainete tekkimine mullas ning nende lagunemine mineraalühendeiks, mulla struktuuri tekkimine, taimekasvuks meie kliimajoonis eriti oluliste lämmastikühendite kogumine ning ümbermuutmine ja veel terve rida taimekasvuks väga olulisi protsesse.

Mitsuurinliku bioloogia põhimõtetest lähtudes tuleb meil neid protsesside mitte ainult teada, vaid ka osata neid teadlikult juhtida ja suunata. Selleks tuleb meil kõigepealt veidi lähemalt tutvuda nende protsesside tekitajatega, nende mitmesuguste liikidega, erinevustega ja elutingimustega.

Mullastik on keskkond, kus mikroorganisme leidub rohkem kui kusagil mujal looduses, kuigi täiesti mikroobidevaba ei ole ükski looduslik keskkond. Selletõttu esinevad mullas kõik tähtsamad mikroorganismide põhiligid. Need on: bakterid, seened, kiirikseened, vetikad ja ainuraksed ehk algloomakesed. Et läheneda mullas toimuvatele bioloogilistele protsessidele, peame tutvuma nimetatud mikroorganismide põhilikidega.

Tähtsamad nendest on bakterid, sest nad on kõige laialdaselt levinud nii looduses üldse kui ka eriti mullas ja nende tegevus mullas toimuvate protsesside suhtes on kõige olulisem. Bakterite „suurust“ mõõdetakse mikronitega. Üks mikron on üks tuhandik millimeetrit. Kui 1-mikronilise läbimõõduga bakterit vaadelda mikroskoobi all, mis suurendab tuhat korda, siis näeme seda bakterit ühe millimeetri suurusena. Osa baktereid aga muutub isegi 1500-kordse suurenduse juures alles vaevalt nähtavaks. Paljud bakterite vormid on aga veelgi väiksemad ja neid ei suuda meile nähtavaks teha ka kõige tugevamad optilised mikroskoobid, sest optilisel suurendamisel on kindel piir, nimelt 0,2 mikronit. Optiliste mikroskoopide abil mitte-nähtavaid mikroorganisme nimetatakse ultramikroobideks ehk filtreeruvateks viirusteks, sest harilike bakterite eraldamiseks tarvitatavaist filtritest lähevad nad vabalt läbi. Nende „suurus“ on keskmiselt 20 tuhandikku mikronit. Mõned ultramikroobide liigid tekitavad kardetavaid nakkushaigusi nii inimestele kui ka loomadele (marutõbi, rõuged, veisekatk, ka kõigile tuttav nohu), samuti taimahaigusi (mosaiikhaigus kartulil, tubakal, tomatil ja viljapuudel). Mõned liigid jälle hävitavad harilikke baktereid, mistõttu neid nimetatakse bakteriofaagideks („bakterite õgijaiks“). Kuigi optilised mikroskoobid ei suuda neid meile nähtavaks teha, on uue ajal leiutatud vahendeid ka nende nähtavaks muutmiseks, õigemini küll nende fotografeerimiseks, mida tehakse nn. ultra- ja elektroonmikroskoopide abil. Et aga mullaprotsessid kulgevad esmajärjekorras harilike bakterite toimel, siis piirdume siin vaid ultramikroobide nimetamisega.

Bakterid kui mikroorganismide põhiliik jagunevad omakorda paljudesse alaliikidesse. Alaliikidesse jaotamist on teostatud väga mitmesuguste põhimõtete seisukohalt väljuses. Näiteks võtab üks alaliikidesse jaotamise viis aluseks bakterite morfoloogilised tunnused, esmajoones nende väliskuju. Selle järgi jagunevad kõik bakterid kolme

põhigrupi: kerakujulised, pulgakased ja kruvikujulised, paljude, sageli raskesti eraldatavate üleminekuvormidega nende põhivormide vahel. Kuid ainult välise kuju järgi on sageli täiesti võimatu bakteri omadusi kindlaks määrata. Pealegi esinevad paljud bakterid oma eluaja kestel kord ühes, kord teises põhigrupis, sest et nende keharakukesse väline kuju perioodiliselt muutub. Selle tõttu on praktiliselt olulisem baktereid liigitada nende omaduste ja nõuete järgi keskkonna suhtes. Sellele vastavalt esinebki teine tähtsam jaotusprintsip, mis võtab aluseks bakterite suhtumise välisõhusesse. Selle järgi jagunevad kõik bakterid kahte põhigruppi. Ühed vajavad oma elutegevuseks kokkupuutumist välisõhuga, nn. a e r o o b s e d bakteriliigid. Teistele on kokkupuutumine välisõhuga kahjulik, sageli surmav, selliseid bakteriliike nimetatakse a n a e r o o b s e t e k s. Esineb ka vahepealne või ülemineku grupp. Sellesse gruppi kuuluvad bakterid arenevad peaaegu ühesuguselt hästi nii välisõhuga kokku puutudes kui ka välisõhust isoleeritult. Peale nimetatud jaotusprintsipi on veel teisi, kusjuures võetakse aluseks bakterite suhtumine toiteainetesse või jälle mõni muu eriomadus.

Ühte osa pulgakujulisi baktereid nimetatakse b a t s i l l i d e k s. Batsillidel on eriline võime ebasoodsatesse elutingimustesse sattudes moodustada oma keharakukesest (bakterid koosnevad reeglipäraselt ühestainsast rakukesest) nn. s p o o r e. Batsillide spoorid on varustatud eriti tiheda kestaga ja sisaldavad väga vähe vedelikke. See tõttu on nad igasugustele välistingimustele väga vastupidavad, taludes kõvu külmi, kangeid mürkaineid, täielikku kuivamist ja väga kõrgeid temperatuure. Mõningate batsillide spoorid on isegi keetmise teel peaaegu täiesti võimatu hävitada, sest nad taluvad mitmetunnilist keetmist. Ühe sellise, harilikult mullas esineva mikroorganismi *Bacillus tostuse* spoorid taluvad kahekümne-tunnilist keetmist ja säilitavad veelgi eluvõime. Sattunud uuesti soodsatesse tingimustesse, võtavad spoorid jälle hariliku batsilli kuju ja jätkavad elutegevust. Spooride moodustamine on batsillide juures eriti võimas enesesäilitamise vahend. Sellel ei ole aga midagi tegemist paljunemisega, sest tavaliselt tekib ühest batsillist vaid üks spoor.

Bakterid paljunevad väga lihtsalt: nad jagunevad paljunemisel lihtsalt pooleks, s. o. poolduvad, kusjuures mõlemad pooled arenevad kiiresti iseseisvateks bakteriteks. Selline pooldumine toimub soodsates tingimustes poole tunni jooksul. Nagu kõige lihtsam arvestus näitab, võib niisugusel korral ühest bakterist juba 15 tunni vältel saada üle ühe miljardi bakteri, 35 tunni pärast aga moodustaks ühest bakterirakukesest arenenud bakterite mass juba tuhat kantmeetrit ning selle äravedamiseks läheks vaja sada raudteevagunit. Kui see arenemine kulgeks takistamatult, siis täi-

daksid üheainsa bakteri järeltulijad viie ööpäeva möödumisel kõik maakeri merede ja ookeanide basseinid. Tegelikult ei saa asi muidugi niikaugele minna, sest bakterite arenemist takistavad mitmesugused asjaolud. Kõigepealt toidupuudus, siis nende endi tegevuse tagajärjel tekkivad mürkained, päikesevalgus, mis kõigile bakteritele — välja arvatud üsna vähesed erandid — surmavalt mõjub, ebasoodsad temperatuuri ja niiskuse tingimused ning teiste mikroorganismide võistlus.

Iseseisvat liiklemisvõimet omab vaid osa baktereid, kes on varustatud eriliste liiklemisorganite, nn. viburitega. Viburite abil võivad bakterid (peamiselt vedelikes) nende väiksust arvestades võrdlemisi suure kiirusega edasi liikuda. Mõned liigid katavad ühe sekundi kestel oma kehast kümme korda pikema vahemaa, enamik siiski ainult oma mõõtmeiga võrdse maa-ala. Praktiliselt omab see aga vähe-tähtsust, sest bakterid kasutavad oma levikuks hoopis kiiremaid liiklemisvahendeid nagu tuult, mis neid ühes tolmuaga edasi kannab, vett, putukaid, loomi ja ka inimesi, kes neid kaasas kannavad ja sellega neile ümberasumist võimaldavad.

Bakterirakukene on üleni kaetud kestaga, mis ainult vedelikke läbi laseb. Seetõttu võivad bakterid toituda ainult vedelikkudega, imedes neid läbi oma kattekesta endasse. Eespool märkisime aga, et bakterid ei piirdu toiteainete valikul kaugeltki ainult vedelikkudega, vaid kasutavad selleks isegi kõige raskemini lahustuvaid orgaanilisi ja mineraalühendeid. Selleks eristavad nad oma rakukesest väljapoole fermente, millede toimel lahustuvad ka muidu väga vastupidavad ühendid. Võib öelda, et bakterirakukene seedib oma toidu väljaspool enda keha, eristades selleks oma seedemahla väljapoole teda katvat kesta. Niisiis lagundataksegi loomade korjused, taimede jäänused, puulehed, okkad, sõnnik ning ka raskesti lahustuvad mineraalühendid. Seejuures imeb bakterirakukene osa lahustatud ühendeid enesesse ja kasutab need ära toiteainetena, üsna suur osa lahustatud ainest jääb aga üle ja mineraliseerub. Bakterite poolt mineraliseeritud ühend, mida nad koheselt toiteainena ära ei kasutanud, muutub nüüd kõrgemat liiki taimedele kättesaadavaks. Bakterite poolt ärakasutatud — nende kesta imetud — mineraalained saavad hiljem, harilikult pärast bakteri surma või hävimist, samuti taimedele kättesaadavaiks.

Hingamisel on bakterite juures samasugune tähtsus kui teistegi elusolendite puhul. Hingamise teel saavad bakterid elutegevuseks vajalikku energiat. Neil bakteritel, kes vajavad hingamiseks väga õhuhapnikku (nn. aeroobsed või õhkuarmastavad liigid), toimub hingamine lihtsalt õhu hapniku sisseimemise teel läbi kesta. Paljud bakterite liigid (nn. anaeroobsed) ei vaja aga hingamiseks õhu hapnikku

ega talu üldse kokkupuutumist välisõhuga. Sellised bakterid saavad oma elutegevuseks vajaliku energia keerulise koostisega orgaaniliste ühendite (sageli süsivesikute) lihtsamateks ühenditeks lahustamise teel. Tegelikult elus tuntakse sellist anaeroobsete bakterite hingamis-tegevust käärimise nime all. Hingamise ja käärimise puhul vabanevat energiat ei tarvita bakterid alati jäägita ära, osa sellest võib muu-tuda soojuseks. Sellise nähtusega puutume sageli kokku sõnnikuhunni-kute, niiskete heinakuhjade jne. kuumenemisel. Üldse seal, kus kül-laldane niiskus ja toiteainete olemasolu pakuvad eriti häid võimalusi mikrobioloogilisteks protsessideks.

Mullas toimuvate bioloogiliste protsesside juures omavad peamist tähtsust järgmised bakteriliigid: kõigepealt orgaaniliste ainete lagun-dajad ja valke ammooniumühenditeks muutvad mädanemisbakterid, siis nitrititseeerijad, kes ammooniumühendeid lämmastikhappeks ja salpeetriks muudavad, teiselt poolt aga ka denitrititseeerijad, kes läm-mastikhappe soolasid taandavad ammoniaagini või isegi vaba läm-mastikuni, ja lõpuks õhu lämmastikku koguvad bakterid, kelledest ühed on taimedega tihedas kooselus (liblikõieliste mügarbakterid), teised aga elavad vabalt mullas, nagu azotobakter ja anaeroobne *Clostridium Pasterianum*. Muidugi ei piirdu bakterite mõju mulla viljakusele ainult loeteldud liikidega, sest näiteks mulla struktuuri moodustamisel on kaasteguvad väga paljud bakteriliigid.

Teisi mikroorganismide põhiliike käsitleme üsna lühidalt, lähtudes nende tegevuse osatähtsusest mullas.

Seened on oma ehituselt bakteritest tunduvalt erinevad, olles reeglipäraselt paljurakulised ja paljunevad eoste ning pungumise teel. Mullas toimuvaid bioloogilisi protsesse mõjustavaist seeneliikidest tuleb kõigepealt meenutada hallitusseeni. Nad on looduses väga laial-daselt levinud ja võtavad väga tõhusalt osa orgaaniliste jätete lagun-damisest mullas (eriti metsade all ja happelise reaktsiooniga mulda-des). Paljudel seeneliikidel on ka võime õhu lämmastikku siduda, tehes selle kõrgemat liiki taimedele kättesaadavaks. Sellised seened võivad olla kooselus kõrgemat liiki taimedega, moodustades nende juurtel nn. mükoriisi, või esineda üksikult mullas. Seente tegevuse järelmõjust orgaaniliste ainete lagundamisel räägime edaspidi veel mulla struktuuri tekkimist käsitledes.

Kiirikseened on üherakulised, haralise kasvuga mikroorganis-mid ning seisavad oma arenemisastmelt bakterite ja seente vahepeal. Mullas on nad väga levinud ja võtavad üsna ulatuslikult osa puitaine ja orgaaniliste jäänuste lagundamisest ning huumuse moodustamisest.

Järgmine mikroorganismide põhiliik — vetikad — kuuluvad ala-mate taimede hulka. Oieti on vaid osa vetikaid mikroorganismid, kuna nad oma suuruselt on väga varieeruvad. Kõige suuremad vetikaliigid

võistlevad suuruselt esikoha pärast kõige suuremate kõrgemat liiki taimedega, ulatudes pikkuselt mitmesaja meetrini, kuna paljude teiste liikide suurst mõõdetakse samuti kui bakteritelgi mikronitega. Suured ehk makrovetikad esinevad vees, peamiselt meredes. Mõnda pruunvetika liiki tuntakse ka meie randades „adru“ nime all ja kasutatakse merelähistel põldudel orgaanilise väetisena. Kuid ka harilikes põllumuldades leidub väga sageli vetikaid, nimelt mitmesuguseid mikrovetika liike. Siin võtavad nad — tavaliselt koostöös mullabakteritega, nagu azotobakter — sageli tõhusalt osa õhu lämmastiku kogumisest. Juba väga ammu märkisid tegelikud põlluharijad, et neil aastatel, kui kevadel värskeltküntud põllud kiiresti roheka vinega kattuvad, võib loota häid viljasaake. See tähelepanek põhineb mikrovetikate massilisel arenemisel, mida soodsad ilmastiku- või kliimatingimused on esile kutsunud. Sellise arengu soodustamiseks ei ole seni kahjuks veel efektiivseid võtteid leiutatud, kuigi selle kallal juba töötatakse.

Lõpuks veel mõni sõna viimasest mikroorganismide põhiliigist, ainuraksetest ehk algloomadest. Vastandina kõigile seni vaadeldud mikroorganismidele kuuluvad need juba loomariiki. Sarnledes kõige enam bakteritega, on need viimastest tunduvalt suuremad, kuigi enamasti palja silmaga nähtamatud. Nad on nagu bakteridki üherakulised, kuid nende rakukene on juba keerukama ehitusega kui bakterirakukene. Ainuraksed sigivad pooldumise, jagunemise või punzumise teel ning omavad võimet iseseisvaks liikumiseks, milleks nad kasutavad vibureid, ripsmeid või pseudopode. Mullas esinedes on nende osa peaaegu alati põllumajanduslikult kahjulik, sest väga sageli toituvad nad peamiselt neist bakteritest, kelle tegevus mullas on (nagu eespool juba nägime) taimekasvule enamikul juhtudel kasulik, tihti isegi hädavajalik. Ainurakseid esineb rohkesti tavaliselt märgades muldades, kuid nad võivad pikemat aega taluda ka kuivi muldi, kusjuures nad niiskemate perioodide saabumisel kiiresti paljunevad.

Seega tutvusime lühidalt kõigi mullas leiduvate mikroorganismide põhiliikidega. Nägime, et muld pole kaugeltki niisugune surnud keskkond, nagu seda tavaliselt arvatakse. Vastupidi, mullas toimuvad eluprotsessid sageli palju energilisemalt kui mulla peal, ainult nende protsesside jälgimine on tavaliste vahenditega raskendatud. Kuid kaasaegne teadus on juba leiutanud küllalt tõhusaid võtteid, mis võimaldavad mitte ainult mullas toimuvate protsesside jälgimist, vaid ka nende reguleerimist ja suunamist.

Järgnevalt huvitab meid kõigepealt küsimus: kui ulatuslikud on siis õieti mikroorganismide elutegevusel põhinevad protsessid mullas? Kui palju on mullas mikroorganisme?

Sellele küsimusele suudab kaasaegne mikrobioloogia anda küllalt täpse vastuse. Paljude uurimisandmete kohaselt leidub ühes grammis põllumullas — vastavalt selle omadustele ja viljakusele — 800 miljonit kuni 5 miljardit mikroorganismi. Kui ühes grammis mullas on näiteks keskmiselt 1 miljard mikroorganismi, siis tuleb 30 sentimeetri paksuse pealmise kihi (see on kiht, kuhu on koondunud enamik taimejuuri) 1 ha kohta kogukaalus umbes 5 tonni mikroorganisme. Seega rohkem, kui selliselt mullalt saadava teraviljasaagi kogukaal, kuigi arvestaksime peale terade ka põhu- ja isegi juurtemassi ning peale kultuurtaimede ka sellel põllul kasvava umbrohu kogumassi. Viljakamail muldadel on aga vastavalt suurem mitte ainult taimekasv, vaid ka mikroorganismide hulk, nagu seda eespooltoodud andmete põhjal võime kergesti välja arvutada.

On selge, et sellised hulgad väga aktiivseid olendeid võivad paljugi korda saata. Sellepärast hakkab meid huvitama järgmine küsimus: kuidas mõjutavad mikroorganismid ja kõrgemat liiki taimed üksteise arenemist?

Lühidalt võib sellele vastata, et selline mõju on vastastikune: ühelt poolt soodustavad kõrgemat liiki taimed mikroorganismide arenemist, teiselt poolt on taimekasv mikroorganismide arenemisest ja tegevusest mullas.

Mikroorganismide peamine hulk mullas on tihedalt koondunud taimejuurte lähedusse, kus neid leidub sageli sadu ja isegi tuhandeid kordi rohkem kui taimejuurtest kaugemal mullas. Tavaliselt katavad mikroorganismid taimejuuri tiheda kihina, mille paksus — olenevalt taimeeliigist ja mullastikus valitsevaist tingimustest — ulatub 1 kuni 3 millimeetrini juure pinnalt, kusjuures kõige rohkem mikroorganisme on otse juure pinnal. See näitab, et taimejuured võimaldavad oma vahetus ümbruses mikroorganismidele eriti soodsaid elutingimusi, teiste sõnadega, taimed soodustavad mikroorganismide arenemist. Sellist nähtust põhjustavad paljud kõrgemat liiki taime omadused. Kõigepealt taimed omastavad oma juurte kaudu mullast mitte ainult oma elutegevuseks vajalikke toitaineid, vaid eritavad sama teed kaudu mulda ka mitmesuguseid aineid, mida nad ise enam ei vaja. Taimejuurte eritiste koostises on kindlaks tehtud rida orgaanilisi ühendeid, nagu suhkur, orgaanilised happed, alkoholid ja palju teisi, kuid ka mineraalühendeid: kaltsiumi, kaaliumi, fosfori ja teiste elementide sooli. Peale selle heidavad taimejuured veel vahetpidamatult ära nii oma üksikuid rakukehi kui ka terveid juusjuuri. Kõik sellised taimejuurte eritised ja heited on mikroorganismidele pidevalt toiteainete allikaks.

Lisaks sellele tasakaalustavad taimejuured oma ümbruses mulla reaktsiooni, muutes seda liiga happestes muldades vähem happeseks

ja vastupidi — liiga leelistes muldades vähem leelisteks, aitavad oma ümbruses säilitada niiskust ja võimaldavad paremat õhuvahetust, mis soodustab eriti õhkuarmastavate mikroorganismide arenemist.

Kuna mitmesuguste taimede juured eritavad vägagi erinevaid aineid, siis on arusaadav, et ka nende vahetus ümbruses tekkiv mikroorganismidest koosnev elanikkond on samuti väga erinev. Teatavate taimede juurte eritised mõjuvad ühele mikroorganismide liigile soodustavalt, teisele aga isegi pidurdavalt. Seepärast eelistab iga mikroorganismi liik teatava taimeliigi juurte keskkonda ning ei esine peaaegu kunagi mõne teise taime juurte läheduses. Näiteks soodustavad liblikõielised taimed oma juurte ümbruses õhu lämmastikku koguvate bakterite arenemist. Liblikõielised on tihedas kooselus kõigepealt teatavate mügarbakterite liikidega. Neid esineb mitte ainult nende juurte ümbruses, vaid on tunginud ka juurte kudedesse, moodustades seal mügaraid ning kasutades liblikõielise taime juurte mahlu endale toiduks. Vastutasuks aga koguvad nad samaaegselt õhu lämmastikku ja teevad seda oma peremees-taimele kättesaadavaks. Peale mügarbakterite soodustavad liblikõielised taimed oma juurte ümbruses ka teiste õhulämmastikku kogujate bakterite (nagu azotobakter) arenemist. Liblikõieliste ja mügarbakterite kooseluga sarnlevaid nähtusi esineb ka paljude teiste taimede, eriti mitmesuguste puude (valge lepp, okaspuud jt.) ja vastavate bakteri- või seeneliikide vahel.

Pärast taime surma kasutavad mikroorganismid kogu nende massi toiduna ära.

Kuna mullas elutsevad väga mitmesuguste mikroorganismide esindajad, on arusaadav, et ka nende omavahelised suhted võivad olla väga erinevad. Eespool juba nägime, et ainuraksed tegutsevad mullas peamiselt bakterite hävitajatena. Seente ja bakterite vaherkord on samuti enamasti vaenulik. Sellele ongi rajatud teatavate hallitusseente liikidest valmistatavate ainete kasutamine arstiteadusliku mikrobioloogia poolt baktereid hävitava vahendina, nagu penitsilliin. Teistsuguseid suhteid leiame vetikate ja bakterite vahel. Siin esineb sageli väga sõbralik koostöö, mis mitmeti meenutab liblikõieliste taimede ja mügarbakterite vahelisi suhteid. Üksikute põhiliikide, nagu bakterite, esindajad võivad omavahel arendada kord vaenulikke suhteid, kord esineda tihedas koostöös. Näitena võiks siin tuua orgaaniliste jätete muundamisprotsessi taimedele kättesaadavaks lämmastikhappe sooladeks. Kõigepealt tekib valkainete lagundamisel mitmesuguste mädanemisbakterite tegevuse tulemusena ammoniaak. Teine bakterite grupp — nitritiseerivad bakterid — muudavad ammoniaagi lämmastikushappeks. Nitritiseerivate bakterite grupi tööd jätkavad juba järgmisesse gruppi

kuuluvad niinimetatud nitrobakterid, kes lämmastikushapet edasi hapendavad lämmastikhappeni. Reageerides mullas leiduvatele süsihappesooladele moodustab lämmastikhape aga vastavad nitraatühendid, s. o. salpeetri, mida kõrgemat liiki taimed võivad otseselt kasutada toiteainena. Väga huvitav on kahe õhulämmastikku koguva bakteriliigi, azotobakteri ja *Clostridium Pastertianum* koostöö mullas. Esimene on aeroobne, õhkuarmastav bakteriliik, teine aga ei talu kokkupuutumist välisõhuga, kuid on siiski võimeline koguma välisõhust lämmastikku. Nende üheaegselt mullas esinemisel kasutab azotobakter *Clostridium*ile halvasti mõjuva õhuhapniku oma hingamistegevuseks ning võimaldab sellega viimasele lämmastiku kogumist hapnikust vabastatud õhust.

Tegelikku põlluharijat huvitab loomulikult kõige enam järjekorras viimane küsimus: missugust mõju avaldavad mikroorganismid kõrgemat liiki taimede — eelkõige kultuurtaimede — arenemisele?

Eespool juba nägime, et ainete ringkäigu teostamisel looduses on mikroorganismid asendamatud ja et taimekasv ilma mikroorganismide tegevuseta oleks üldse võimatu, sest paljusid mullas leiduvaid ühendeid ei saa rohelised taimed oma toitmiseks vahetult kasutada. Samuti muutuvad mikroorganismide tegevuse läbi mullastiku omadused, mis mõjutab jällegi taimekasvu ja mulla viljakust.

Taimede juurekava ümbritsevad või nn. risosfääri bakterid, kes kasutavad toiduks taimejuurte eritisi, vabastavad seega taimejuured niisuguste eritiste kogunemisest juurte lähemas ümbruses, mis võiks taimekasvule ainult kahjulikult mõjuda. Samad bakterid abistavad taime ka mullas leiduvate orgaaniliste ja mineraalühendite kättesaadavaks muutmisega.

Sellel nähtusel ei puudu aga ka oma negatiivne külj. Igal taime-liigil on eriline, tema juurte ümbruses arenev mikroorganismide liikide kogum, kuhu võivad kuuluda mitte ainult taime kasvu soodustavad, vaid ka pidurdavad liigid. Viimaste tegevus võib pikapeale taimekasvule väga kahjulikuks kujuneda, eriti siis, kui ühte ja sama taimekultuuri kasvatatakse ühel põllul järjestikku mitu aastat. Sel juhul võib muld küllastuda selle kultuuri juurekava bakteritega ja nende eritistega ning seetõttu võib esineda nn. mulla „väsimus“ teatava kultuuri, nagu lina, ristiku või teatava teraviljakultuuri jne. suhtes. Kui samale mullale külvata aga mõni teine kultuur, areneb see väga hästi, sest näiteks ristiku puhul mulla „väsimust“ esile kutsunud bakterikultuur ei takista, vaid sageli isegi soodustab teiste kultuuride arenemist. Sellest oleneb väga suurel määral põllukultuuride vaheldumise tähtsus külvikordades.

Taimekasvuks väga oluline on õhu lämmastiku kogumine mulla mikroorganismide poolt. Selle protsessi juures peatume edaspidi pikemalt.

Taimkatte ja mulla mikroorganismide tiheda koostöö ning vastastikuse mõjutamise seisukohalt tuleb vaadelda ka teisi muldade viljakusega seotud probleeme, nagu huumuse tekkimist mullas ja mulla struktuuri kujunemist.

Iga põlluharija teab, kuivõrd kergem on harida maad ja kuivõrd see see on viljakam, kui ta koosneb sõmeraist, mis vihma tagajärjel kohe ei lagune. Sellist mulda nimetatakse sõmeraliseks või struktuurseks. Vihmavesi tungib siis suurematesse käikudesse sõmerate vahel, muldas kogunevad selle tulemusena veevarud taimedele, kuna struktuuritu mulla puhul jookseb osa vett kohe mööda maapinna kallakut ära, teine osa aga aurab kiiresti õhku. Samuti soodustab struktuurne muld ka taimejuurte õhustamist, tõstab taime toiteelementide neelamise võimet ja püsivust mullas, soodustab mulla ühtlast soojenemist ning kindlustab taimejuurtele kasvuks soodsa mullakobeduse. Seepärast peab akadeemik Viljams mulla struktuursust üheks mulla viljakuse tähtsamaks teguriks.

Akadeemik Viljams, mitte rahuldudes omal ajal üldiselt tunnustatud vaadetega mullale kui ainult füüsikalis-keemiliste protsesside läbi mõjutatavale surnud keskkonnale, töötas esmakordselt välja oma mullaviljakuse teooria, kus mulla mikroorganismide tegevus on asetatud silmapaistvale kohale. Tema õpetuse kohaselt tekib sõmeraline mulla struktuur taimejuurestiku ja mulla mikroorganismide elutegevuse koosmõjul, millele lisaneb veel mullas esineva lubja tsementeeriv toime. Esmajärjekorras on siin oluline anaeroobsete, õhuta tingimustes arenevate bakterite tegevus, kes orgaanilisi aineid osaliselt lagundavad, ühtlasi eritades ulmiinhapet. Ulmiinhape denatureerub madalate temperatuuride puhul, muutudes ulmiiniks, milline ühend omakorda lubiühendite joonidega ühinedes hüübib (koaguleerub) ja tsementeerib mulla osakesed kokku. Nii tekibki taimejuurte ja bakterite koostööl püsiv mulla struktuur. Ulmiin kujutab endast ühte mulla huumuse liiki, nimelt alust nn. aktiivse huumuse tekkimiseks.

Kuid looduses esineb ka teistsuguseid mulla huumuse liike, millede tekkimine on samuti erinev. Enamik orgaanilisi aineid lagundatakse aeroobsete bakterite toimele, kes eritavad mulda samuti orgaanilist hapet, nimelt nn. humiinhapet. Mulla ülemistes kihtides aga laguneb humiin kergesti ning ta ei etenda seepärast mulla struktuuri tekkimisel nii tähtsat osa kui anaeroobsete bakterite poolt tekitatav ulmiin.

Hoopis teisiti kulgeb see protsess aga siis, kui mulda sattunud orgaanilised ühendid lagundatakse mitte bakterite, vaid mikro-see n t e poolt. Eriti põhjapoolsetes metsades koguneb aga iga aasta varisemise tõttu tohutu hulk orgaanilisi jätteid, kuid seejuures on just need mullad leetunud, huumusevaesed ja struktuuritud. Akadeemik Viljams näitas, et siin on happesed metsajätted lagundatud peamiselt hallitusseenekete poolt. Ka seened eritavad mulda orgaanilisi happeid, kuid mitte struktuuritekitavat ulmiin- või humiinhapet, vaid nn. k r e e n h a p e t, mis mullaosakeste sidumise asemel muudab mullas esinevad vees lahustumatud mineraalsoolad vees lahustuvaiks. Selle tulemusena tekib nn. leetumisprotsess, nimelt uhub mulda sattuv vihmavesi sealt välja vees lahustunud lubja, fosfori, raua ja teised mineraalühendid, muutes seega mulla vaeseks ja viljatuks. Kuna suurem osa meie põhjavööndi pinnasest oli varem kaetud metsaga, jäi metsade maharaiumisel järele palju huumusevaeseid, struktuurituid ja happesi leetmuldi, mis vajavad väga palju tööd, et nendelt vähegi korralikke saake saada. Niisugustest muldadest on lubjaühendid välja uhutud, seepärast tuleb neid muldi kõigepealt l u b j a t a.

Nii struktuuritute muldade struktuurseteks muutmiseks kui ka struktuuri säilitamiseks põllukultuuride kestva kasvatamise ja harimise juures soovitab akadeemik Viljams maaviljeluse heinaväljasüsteemi rakendamist külvikorras.

Mulla viljakuse taastamine akadeemik Viljamsi maaviljeluse heinaväljasüsteemi rakendamisel jaguneb kolme tähtsamasse faasi.

Esimeses faasis taastatakse mulla struktuur otstarbeka mullaharimise abil. Sellejuures tuleb silmas pidada mitte ainult mulla peenendamist, vaid sellega peab tingimata kaasnema künnikihi ümberpööramine vähemalt 20 sentimeetri sügavuselt, mida saab korralikult läbi viia ainult eelkoorijaga varustatud atrade abil. Ühtlasi tuleb leetunud ja happelise reaktsiooniga muldadel läbi viia lupjamine. Ainuüksi nende võtetega mitmekordistub mulla mikroorganismide arv ning tähtsamad mikrobioloogilised protsessid elavnevad 1,5—2 korda. Vastavalt sellele suurenevad ka saagid.

Heinavälja-külvikorra teises faasis toimub üheaegselt kaks protsessi: mulla peente osade liitumine tugevasti hargneva juurestikuga kõrreliste heintaimede mõjul ja tekkinud sõmeratele vastupidavuse andmine, mis oleneb peamiselt liblikõieliste heintaimede kasvust ja nende koostööst mullabakteritega. Mitmeaastased kõrsheinad lõhestavad oma tiheda, hargneva juurestiku abil mulda: kasvades avaldavad juured mullale pidevalt suurenevat survet, mistõttu muld hakkab pragunema ja moodustab nurgelised sõmerad. Pärast lagunemist täiendavad aga juurte jäätmed mullas ka värske aktiivse

huumuse varusid. Peale orgaaniliste ainete lagundajate esineb mul-
las veel teine suur bakterite grupp: taimede juure- või risosfäärsed bak-
terid, kes tegutsevad samuti huumuse tekitajatena ja kogujatena, eriti
liblikõieliste taimede juurte ümbruses. Peale selle aitavad liblikõieli-
sed taimed oma sügavale ulatuva juurestikuga ammutada lupja mulla
alumistest kihtidest ja seda kõrgemale, künnikihti kanda.

Lõpuks on heinavälja-süsteemis väga oluline mulla rikasta-
mine lämmastikuga ja mineraalühenditega. Seda
ülesannet aitavad lahendada jällegi ühes kõrreliste heintaimedega
väljakülvatud mitmeaastased liblikõielised ja osalt vastavate väetusa-
inete tarvitamine. Väetamisel on väga oluline orgaaniliste ja mine-
raalväetiste üheaegne tarvitamine. Orgaaniliste väetiste osatähtsus
seisab mitte ainult taimedele vajalike toiteainete muldaviimises, vaid
vahest veel suuremalgi määral mulla bioloogiliste protsesside elus-
tamises, sest orgaaniliste väetistega viime mulda ka tohutul arvul
mikroorganisme ja nendele vajalikke toiteaineid.

Et heintaimede kasvatamine suudaks mõjutada mulla struktuuri
kujunemist, on muidugi väga oluline heintaimedest saadav suur heina-
saak. Ainult siis, kui heintaimede maapealne osa on hästi arenenud, esi-
neb nendel ühtlasi ka võimas juurestik ja ühes sellega suur mikro-
organismide arv juurteil. Heintaimede nõrga arenemise korral pole
loota mulla omaduste märgatavat paranemist. Heintaimede paremaks
arenemiseks on aga väga oluline nende kasvatamine kõrge agroteh-
nika juures ja liblikõieliste taimede nakatamine aktiivsete mügar-
bakteritega.

Õigesti rakendatult võimaldab maaviljeluse heinaväljasüsteem
orgaaniliste ainete kogumist mullas ja mulla viljakuse tõstmist. Kogu-
tud orgaaniliste ainete varude ärakasutamine peab edasiselt toimuma
nende lagunemise aeroobsete ja anaerobsete protsesside otstarbekat
reguleerimist silmas pidades. Tuleb võimalikult vältida aeroobsete,
õhkuarmastavate mikroorganismide tegevust orgaanilise aine lagun-
damisel, mistõttu tekivad mullast kergesti väljahuhutavad taimetoite-
ained. Sellepärast pooldas akadeemik Viljams võimalikult hilis-
sügisel teostatavat põldheinasaõõdi üleskünni, sest hilis-
sügisel ei suuda aeroobsed lagunemisprotsessid teha enam
eriti suurt kahju. Järgneval kevadel aga kasutab põldheinale külvi-
korras järgneva kultuuri lagunemisprotsessi saadused juba kasvamiseks
ja need kindlustavad selle kultuuri suure saagi.

Sellega näeme, et maaviljeluse heinaväljasüsteemi rakendamisel
külvikorras on ette nähtud keerukate mikrobioloogiliste protsesside
reguleerimine mullas, mis on suunatud suuremate saakide saamisele
meie põldudel. Üheski teises maaviljeluse süsteemis
pole sel määral rõhutatud mikrobioloogiliste prot-

sesside tähtsust mullas ja nende juhtimise vajadust. Seepärast ei suuda ka ükski teine maaviljeluse süsteem meile kindlustada niisugust saakide progressiivset tõusu, kui maaviljeluse heinaväljasüsteem. Selle süsteemi progressiivne jõud seisab kõigepealt selles, et ta üksikasjaliselt arvestab mullas toimuvaid bioloogilisi protsesse ja neid selliselt suunab, et nad aitavad täita tootmise lõppülesannet — tõsta kogu põllumajanduse tootmisvõimet.

Mitte vähem tähtsust omab ka teine mullas toimuv mikrobioloogiline protsess: taimede arenemiseks vajaliku lämmastiku kogumine õhust mulla mikroorganismide abil. Lämmastik on orgaanilisele elule erandlikult tähtsaks elemendiks. Umbes 16—17 protsenti lämmastikku kuulub kõigi valkude koostisse, millised on elusorganismide aluseks. Meid ümbritsevas õhus on kaalu järgi 78 protsenti puhast lämmastikku, seega peaaegu piiramatud lämmastikuarvud. Kõige täpsemate arvestuste järgi sisaldab iga maapinna ruutmeetri kohal olev õhus aastas umbes 8 tonni puhast lämmastikku. Seega on iga maapinna hektaari kohal õhus umbes 80 000 tonni puhast lämmastikku. See kogus võiks selle maa-ala lämmastikutarvet rahuldada vähemalt miljoniks aastaks. Sellest hoolimata tunnevad taimed kõige enam puudust just lämmastikust ja annavad kõige suurema saagitõusu (eriti meie mullastiku ja kliima tingimustes) peamiselt lämmastikväetiste puhul. Ümbritsetuna igast küljest lämmastikust, supeldes sõna otseses mõttes lämmastikumeres, tunnevad meie kultuurtaimed siiski lämmastikust puudust, sest nad ei saa nendest tohututest lämmastikuarvudest otseselt ning iseseisvalt grammi kasutada. Õhu lämmastik muutub kõrgemat liiki taimede kättesaadavaks ainult kahel viisil: elektrilaengute mõjul õhus (looduses toimub see äikese puhul) ja õhu lämmastikku koguvate mikroorganismide tegevuse tulemusena.

Esimene viis omab meie kliimaraajoonis loomulikult vähe tähtsust. Äikese mõjul tekkinud lämmastikhappe hulk ulatub siin parimal juhul 4—6 kilogrammini ha kohta. Lämmastiku tehnilist tootmist õhust elektrilaengute mõjul rakendatakse üsna ammu ja sel viisil saadav nn. sünteetiline lämmastik on väetisena kasutatav ka põllumajanduses. Kahjuks on sellel väetisainel üks oluline puudus: see on liiga kallis, sest selle tootmiseks vajatakse keerukat ning kõrgehinnalist sisseseadet ja võrdlemisi suurt elektrienergia kulutust. Seetõttu suudame mineraal-lämmastikväetistega vähegi rahuldavalt varustada ainult ühte osa oma põllukultuuridest.

Ülejäänud kultuuride osas jääb üle vaid õhu lämmastiku sidumine mullastikuga vastavate mikroorganismide toimele. Soodsais tingimus-

tes koguvad vabalt mullas elunevad mikroorganismid maapinda aastas kuni 50 kg seotud lämmastikku hektaari kohta. Veelgi suuremaid lämmastikuhulki koguvad peamiselt liblikõieliste taimede juurtel esinevad mügarbakterid.

Mügarbakterite tegevust õhu lämmastiku kogumisel puudutasime möödaminnes juba heinavälja-külvikorra küsimuse käsitamisel. Mügarbakterid koguvad õhu lämmastikku ainult koostöös oma peremees-taimega, vastava liblikõielisega, kuigi nad võivad ka vabalt aastaid mullas elutseda.

Liblikõielised taimed äratasid põlluharijate tähelepanu juba ammu enne mikroorganismide tegevuse avastamist selletõttu, et nad hästi arenesid ka lämmastikuvaestel muldadel ilma lämmastikväetiseta, andes oma saagiga iga aasta isegi rohkem lämmastikaineid kui näiteks teraviljad. Samuti paistis silma, et vaatamata võrdlemisi suurtele lämmastikaine saakidele ei kurna liblikõielised põldu lämmastiku suhtes, vaid isegi rikastavad seda. Seepärast küntaksegi liblikõielisi sisse haljasväetisena. Liblikõieliste taimede lähemal uurimisel leiti nendel veel üks erinevus teistest taimedest, nimelt mügarad nende juurtel. Katsetamisel selgus, et kehvadel muldadel arenevad hästi ainult need liblikõielised taimed, mille juurtel leidub palju mügaraid. See nähtus viis arvamisele, et liblikõielised võivad oma juurtel leiduvate mügarate abil omandada ja oma toiduks kasutada õhu lämmastikku. Seda arvamust suudeti tõestada aga alles möödunud sajandi lõpul. Ja varsti leiti ka selle nähtuse põhjustaja: väike, 1—4 mikroni pikkune bakter, kes on igal liblikõieliste kultuuril erinev. Nii esineb ristiku, mesiku, lupiini, herne ja rida teisi mügarbakteri alaliike, milledest igaüks on võimeline koostöökis ainult oma peremees-taimega. Peale selle on tõestatud, et mitte kõik mügarbakteri liigid ei tegele lämmastiku kogumisel võrdselt, vaid et need võivad teatavil põhjustel oma lämmastiku kogumise võime osaliselt või täielikult kaotada. Sel juhul tekib ka mügaraid taimejuurtel vähe. Peale õhu lämmastiku kogumise abistab mügarbakter oma peremeest veel erilise kasvuaine moodustamisega.

Vabalt mullas elunevaist õhu lämmastikku koguvaist mikroorganismidest omab kõige rohkem tähtsust azotobakter. Selle aeroobse bakteriliigi mullas esinemine on olnud teatavaist konkreetseist eeltingimustest. Paljudes muldades ei leidu neid üldse: kõigepealt happelise reaktsiooniga muldades, samuti ka niisugustes, kus leidub azotobakteri elutegevusele kahjulikult mõjuvaid keemilisi ühendeid, nagu mõned raua happelised ühendid, mõningad alumiiniumi soolad jne. Azotobakterit ei leidu ka väga kuivades, liiga niisketes ja orgaanilistest ainetest väga vaestes muldades. Mõnikord leidub küll teatavas mullas azotobakter, kuid ta on kohalike eba-

soodsa tegevuse tõttu oma õhulämmastiku kogumise võime kaotanud. Metsa alt ülesharitud uudismaadel azotobakter harilikult algul puudub, ilmudes sinna alles maa pikemaajalisel kasutamisel ja harimisel põlluna. Kõige rohkem leidub neid neutraalseis huumuse- ja lubjarikastes aia- ning põllumuldades, mis on hästi haritud ja sisaldavad küllaldaselt fosfori- ning kaaliühendeid.

48
Õhu lämmastikku koguvate bakterikultuuride tegevuse reguleerimine mullas ja selle teadlik suunamine suurte saakide saamiseks meie põllu- ja aiataimede kultuuridelt omab sotsialistlikus põllumajanduses väga suurt tähtsust. Osaliselt toimub see otstarbekohaste agrotehniliste võtete rakendamisega: happeliste maade lupjamisega, mulla niiskusolude korraldamisega ja agrotehnilistele nõuetele vastava mullaharimise ning väetamisega. Selle protsessi paremaks ära kasutamiseks on aga tarvilik veel ühe võtte tootmisse rakendamine: bakterväetiste kasutuselevõtmine.

II

Bakterväetised

Mullastiku mikroorganismide avastamisega kerkis kohe ka üles küsimus, kas teatavate muldade mikroorganismide koosseisu ei ole võimalik oma soovi kohaselt muuta, kandes niisugustesse muldadesse, kus teatav mikroorganismi liik puudub või kus ta küllaldaselt ei esine, kunstlikult üle vastavaid mikroorganisme. Katsetamisel saadigi selliste ülekandmiste mõjul üsna tunduval saagitõuse. Püüdes aga neid ülekandmisi tootmisse rakendada selgus, et katsetamisel paljutöötavaid tulemusi andnud bakteripreparaadid ei täitnud erinevates tingimustes nende pandud lootusi. Kuna kapitalistliku korra juures uue, paljutöötava väetusaine valmistamisest ei saadud eemale jätta ärimehi, kellele oli mitte niivõrd tähtis bakterväetiste mõju viljakasvule, kui selle valmistamisest saadavad kasumid, muutus bakterväetiste valmistamine ja levitamine peagi lihtsalt äriliseks tehinguks. Üksikud ettevõtjad reklaamisid küll oma preparaate laialdaselt, kuid panid väga vähe rõhku nende väärtuse kontrollimisele. Selletõttu lasti sageli müügile alaväärtuslikke, mõnikord täiesti kõlbmatuid preparaate. Ostjad said nende väärtust kontrollida ainult nende mõju kaudu viljakasvule. Et aga reklaamitud bakterväetised enamasti ei andnud praktilisi tulemusi, kaotasid tegelikud põlluharijad peagi nende vastu huvi ja bakterväetiste tarvitamine jäi soiku. Alles viimastel aastatel on ka mõnel enamarenenud kapitalistlikul maal uuesti hakatud tegelema bakterväetistega.

Ka Eestis katsetati bakterväetistega juba üsna ammu, nagu seda dr. A. Eisenschmidt 1910. a. „Väetuskatsete aruandest“ nähtub. Dr. Eisenschmidt kirjutab selles: „Majandusühisus jagas möödunud aastal väiksemal hulgal ka nitragiini põllumeestele katsete tegemiseks. Paljud on ka ise nitragiini ostnud, et sellega katseid teha. Tagajärjed on nitragiini tarvitamisel olnud väga mitmesugused. Üksikud katsetajad teatavad, et neil on jäänud nitragiini täiesti mõjuta, teised aga, et see taimed, iseäranis herved, nii tugevasti lokkama on ajanud, et kasvamisel lõppu ei olnud ja et valminud seemet ei ole saadud... Mõningate katsetajate juures on aga nitragiini tarvitamise tagajärjed olnud täiesti loomulikud. Nitragiin on taimekasvu tublisti edendanud, on suuresti tõstnud niihästi tera- kui ka õlesaaki ja andnud väga head puhaskasu.“ Kuigi dr. Eisenschmidt soovitas nitragiini hakata palju laialdasemalt kasutama, lakkas isegi nitragiiniga katsetamine Eestis pärast varsti järgnenud Eisenschmidt surma ja Esimese Maailmasõja puhkemist täielikult enam kui kolmekümneks aastaks. Kodanliku korra ajal ei tegeldud Eestis bakterväetiste küsimusega üldse, nagu ka mujalgi kapitalistlikes maades.

Kuid Nõukogude Liidu mikrobioloogid uurisid pidevalt bakterväetiste seni selgusetuid ja raskesti lahendatavaid küsimusi. Nende küsimuste lahendamisele asus terve rida väljapaistvaid teadlasi, nagu S. P. Kostõtšev, N. N. Hudjakov, A. M. Šeloumova, N. A. Krassilnikov, V. P. Israilski, J. F. Berjozova, I. A. Makrinov, A. A. Obrastsova ja paljud teised. Nende uurimuste tulemusena loobuti paljudest esialgsetest väärkujutlustest bakterväetiste kohta. Leiti, et kui teatavas mullas puudub mõni bakteriliik, siis ei piisa sellest, et seda bakterit sinna kunstlikult üle kanda, muutmata seejuures mullastikus valitsevaid tingimusi. Bakterväetiste tarvitamisel ei tohi unustada, et siin on tegemist elusolenditega, keda me küll palja silmaga ei näe, kuid kes vajavad oma arenemiseks toitu, õhku ja parajal määral niiskust. Mikroorganismide areng, nagu kõigi teistegi elusolendite areng, on olemas kõigepealt keskkonnast, milles see areng toimub.

Kuid sobivais keskkondades — hästi haritud, kuivendatud, neutraalse mullareaktsiooniga, orgaaniliste ainete ja mineraalühenditega küllaldaselt varustatud muldades — leidub juba looduslikult selline hulk mikroorganisme, kelle arenemiseks seal eeltingimused on olemas. Eespool juba märkisime, et ühes grammis põllumullas leidub 800 miljonit kuni 5 miljardit mikroorganismi ehk vastavalt 4—25 tonni mikroorganismide rakukesi ühe hektaari pealiskihis. Seega tekib üsna õigustatud küsimus: missuguseid olulisi muudatusi võime me mullastiku mikroorganismide koosseisus ja mulla viljakuses saavutada, kui külvata sellisesse mulda veel mõni kilogramm hektaari kohta meile eriti soovitavaid mikroorganisme?

Siinjuures tuleb arvestada, et kui teatav keskkond on meile soovitava mikroorganismi arenemiseks soodus, siis peab neid soovitud mikroorganisme seal juba enne leiduma just sellisel hulgal, nagu seda mullastikus valitsevad tingimused võimaldavad. Kui see keskkond ei ole aga vastuvõetav neile mikroorganismidele, siis võime neid sinna ka tonnide viisi külvata, saavutamata mingeid tulemusi. Sissekülvatud mikroorganismid hävivad seal valitsevate ebasoodsate tingimuste tõttu veel enne, kui nad suudavad mullastikus mingisuguseid muudatusi esile kutsuda.

S. P. Kostõtševi ja teiste uurimused näitasid, et bakterväetiste tarvitamine võib siiski anda küllalt tõhusaid tulemusi. Siin oleneb kõik sellest, mida, kuidas ja millal mullasse külvata.

Kõigepealt, mullas võib küll teatava mikroorganismi liik leiduda, kuid see võib mõnesugustel põhjustel olla kaotanud oma aktiivsuse. Näiteks mullas esineb küll vastava liblikõielise liigi mügarbakter või azotobakter, kuid need kas ei tegele üldse õhu lämmastiku kogumisega või ei tee seda küllalt energiliselt. Selliseid mandunud bakterikultuure leidub väga paljudes kohtades. Kui me bakterväetisega mulda viime uue, aktiivse bakterikultuuri, võib see seal hakata hoogsalt paljunema, vana mandunud kultuuri välja tõrjuda ja seega mulla viljakust tunduvalt mõjutada. Eriti tõenäoline on see siis, kui ühtlasi on leitud ja kõrvaldatud vana bakterikultuuri mandumise põhjus. Nimelt pärast mullastiku omaduste muutmist, mis on seoses vajalike maaparandustöödega, nagu lupjamine, kuivendamine, puuduvate toiteainete või mullastiku mikroelementide muldaviimine jne. Kui me niisugustel juhtudel jätame mullastiku mikrofloora saatuse hooleks, siis võib minna väga palju aega, enne kui mulda iseenesest satub uus, aktiivne bakterikultuur või kui vana, mandunud kultuur uute tingimustega kohanedes saavutab tagasi kaotatud aktiivsuse. Pealegi raskendab tunduvalt sellist pikaajalist aktiivsete omaduste taastamise protsessi teiste, võistlevate mikroorganismide arenemine, mis võib kulgeda palju kiiremini. Sellest järgneb, et niisuguste agrotehniliste võtete rakendamise korral, mis mullastiku omadusi põhiliselt muudavad, nagu lupjamine, kuivendamine ja uudismaade kasutuselevõtmine, on erilisi eeldusi bakterväetiste mõjulepääsemiseks ning neid tuleks eelkõige sellistel juhtudel ka kasutamisele võtta. Vahel on aga mullastiku omadused ka pikkamisi paranenud, vana, mandunud bakterikultuur aga püsib mullas. Seda võib oletada eriti liblikõieliste mügarbakterite puhul, kus uue, aktiivse bakterikultuuri külviiga saadakse tihti ka ilma mingi lisavõtte rakendamiseta silmapaistvaid tulemusi.

Kõige olulisem sellelt vaatekohalt on külvatava bakterikultuuri aktiivsus, mida bakterväetisi valmistavatel laboratooriumidel tuleb alaliselt silmas pidada. Kuna nõukogude korra juures bakterväetiste

valmistamine ei toimu üksikisikute rikastamiseks, vaid kogu sotsialistliku põllumajanduse arengust lähtudes, siis on õieti siin esmakordselt avanenud võimalused tõeliselt väärtuslike kultuuride tootmiseks.

Ka teist küsimust, kuidas bakterväetisi mulda viia, võib nüüd pidada juba põhiliselt lahendatuks. Bakterväetiste kasutuselevõtmisel külvati need lihtsalt mullapinnale laiali, nagu seda tehakse veel praegugi mineraalväetistega. Läheb muidugi palju aega, enne kui väljakülvatud kultuur paljunedes suudab täita kogu mulla pealmise kihi, tungida taime juurteni ja hakata mõjutama taime arenemist. Vabalt mullas elutsevad bakterid võivad põllul kasvavate umbrohtude juurte keskkonda sattudes hakata kultuurtaimede asemel soodustama nende umbrohtude arenemist. Hiljem hakati liblikõieliste mügarbakterite preparaate mulda viima ühes külviseemnega, kuid azotobakteri preparaate külvati endiselt mullapinnale laiali. Selle tulemusel esines azotogeeni tarvitamisel rahuldavaid tulemusi harva ning juhuslikult ja azotogeeni tarvitamisest loobuti. Alles 1925. aastast võeti azotobakteri preparaati uuesti tarvitusele nõukogude teadlaste Kostõtševi ja Šeloumova poolt soovitatud väikese, kuid väga olulise parandusega selle tarvitamise tehnikas. Nimelt ei hakatud nüüd ka azotogeeni enam mulda viima seda üle kogu maa laiali külvates nagu varem, vaid koos külviseemnega. Seega satuvad bakterirakukesed kohe areneva kultuurtaime arengu kesksesse, ja niipea kui seemnest tungivad mulda esimesed juurekesed, kattuvad need kohe aktiivsete, taime arengut soodustavate bakteritega.

Selle bakterväetise muldaviimise viisiga on seotud veel teine väga oluline põhimõte: viia bakterväetised mulda varakevadel, taimekasvu perioodi algul. Mikroorganismide areng mullas, eriti meie kliimas, toimub nimelt tsükliliselt. Kõige rohkem leidub mullas mikroorganismide kesksuvel, taime õitsemise ajal. Pärast seda hakkab nende arv langema ning sügisel, taimekasvu perioodi lõppedes lakkab nende areng hoopis. Talvised külmad ja külmumisest tingitud toidupuudus hävitavad külmunud mullas suurema osa mullastiku mikroorganismidest ning varakevadeks langeb mikroorganismide arv mullas tsükli kõige madalamasse seis. Kevadel maa sulades hakkavad külma-perioodi üleelanud üksikud mikroorganismid kiiresti paljunema ja saavutavad tsükli kõrgeima seisuga jällegi kesksuveks. Kui aga varakevadel bakterväetistega mulda viia isegi väikene hulk meile eriti olulisi, aktiivseid mikroorganismide, siis võivad need vähese võistluse tõttu saavutada kergesti ülekaalu ja palju hoogsamalt edasi areneda, alla surudes võistlevate antagonistlike mikroorganismide kahjuliku mõju. Ühtlasi hakkab varakult väljaarenenud põllumajanduslikult kasulike bakterite kultuur ka varakult mõjutama kultuurtaimede arengut, mis võimaldab saagi tunduvalt tõusu.

Sellistele põhimõtetele on praegusel ajal rajatud bakterväetiste kasutamine. Seoses sellega on bakterväetised NSV Liidus andnud tõhusaid tulemusi ja nende kasutamine on siin vastavalt levinud. Kui 1930. aastal kogu NSV Liidus kasutati bakterväetisi ainult umbes viiel tuhandel hektaril, siis juba 1940. aastaks tõusis see arv üle kahe ja poole miljoni hektari. Praegu kasutatakse bakterväetisi vennasvabariikides juba kümnetel miljonitel hektaridel.

Seni on NSV Liidus laialdasemalt kasutamisele võetud kaks bakterväetise liiki: nitragiin — mügarbakterite puhaskultuuride preparaati liblikõielistele ja azotogeen — azotobakteri puhaskultuuri preparaati teiste põlluviljade jaoks. Mõlemad sisaldavad õhu lämmastikku koguvate bakterite kultuure ja mõjutavad mullastiku rikastamist ning kultuurtaimede varustamist lämmastikuga. Kaugelt vähema levikuga on teised bakterväetise liigid, nagu AMB ja fosforbakteriin. Esimene koosneb paljude mikroorganismide kultuuride segust ja peab peale õhu lämmastiku kogumise mõjutama veel orgaaniliste ainete lagunemist mullas ning raskesti lahustuvate mineraalühendite taimedele kättesaadavamaks tegemist. Teine sisaldab bakterikultuuri, mis mõjutab fosfori keerukate orgaaniliste ühendite übermuutmist ja taimedele kättesaadavaks tegemist.

Eesti NSV-s valmistati laboratoorseid bakterväetisi esmakordselt katsetamiseks 1947. aastal Eesti NSV Teaduste Akadeemia Põllumajanduse Instituudi Kuusiku filiaalis. Bakterväetisi tellisid 29 majapidamist kokku 113 ha jaoks. 1947. aasta põuane suvi ei olnud kuigi soodus bakterväetiste mõjulepääsemiseks, pealegi asusid ligi pooled bakterväetistega katsetanud majapidamised Lõuna-Eesti happeliste muldade piirkonnas ning ei teostanud oma põldudel üheaegselt bakterväetiste rakendamisega lupjamist. Selletõttu olid bakterväetiste tarvitamise tulemused 1947. aastal võrdlemisi tagasihoidlikud: happelistel muldadel puudus tavaliselt igasugune efekt, mujal esinesid väikesed enamsaagid kahest kuni kaheteistkümne protsendini üldsaagist. 1948. aastal valmistati Kuusikul bakterväetisi ligi kuuesaja hektari jaoks. Seekord ei saadetud bakterväetisi enam neile tellijaile, kes asusid happeliste muldade piirkonnas, kus võis tulemustes juba ette kahelda. Et ka ilmastik oli palju soodsam kui eelneval aastal, kujunesid tulemused hoopis paremateks: nitragiin, eriti uute liblikõieliste kultuuride külvi puhul, mõjus kõikjal silmapaistvalt hästi, azotogeen andis 5 kuni 30 protsenti enamsaaki — kahel juhul ulatus enamsaak koguni saja protsendini. Täheandab azotogeeni mõjul saadi kahekordne saak. Kollektiviseerimise võidukäik Eesti NSV-s mõjutas ka bakterväetiste tarvitamise kasvu. 1949. aasta kevadel ei suutnud Kuusiku filiaali laboratoorium enam kõiki bakterväetiste tellimusi täita. Esmakordselt ületas bakterväetiste tarvitamine meil

tuhande hektaari piirid. Tulemused kujunesid ka seekord täiesti rahuldavaks — ühel juhul kartuliga saadi koguni 110-protsendiline enamsaak.

Praegu võib bakterväetistega katsetamise ajajärku Eesti NSV-s lugeda juba läbituks. Kõik andmed näitavad, et siin võib bakterväetistega vähemalt niisama häid tulemusi saada kui teisteski liiduvabariikides, kus neid juba palju aastaid suurtel maa-aladel plaanikohaselt rakendatakse. Veel enam: kuna osa Eesti NSV muldi omab neutraalse või nõrgalt leelise reaktsiooni, kus bakterväetiste otsene rakendamine on täiesti otstarbekas, teises osas aga on olemas küllalt soodsad võimalused lupjamistööde teostamiseks, tuleb just meil nende rakendamisele erilist rõhku panna. Tuleb otsustavalt likvideerida bakterväetiste tarvitamisel senine mahaäämus teistest vennasvabariikidest.

Siinjuures tuleb eriti silmas pidada Eesti NSV Ülemnõukogu V istungjärgu poolt vastuvõetud meie vabariigi looduse ümberkujundamise suurt stalinliku plaani, milles on ette nähtud suurejoonelised tööd sookuivenduse, maaparanduse ja maaviljeluse heinaväljasüsteemi juurutamise alal. Need tööd annavad täielikke tulemusi ainult siis, kui nendega koos ja terviklikult rakendatakse kõiki nõukogude eesrindliku agrobioloogiateaduse saavutusi. Viimaste hulgas ei tohi unustada ka bakterväetiste rakendamist, eriti seal, kus see on kõige olulisem ja efektiivsem: neil muldadel, mille põhilisi omadusi on parandatud, — kuivendatud ja lubjatud maadel.

Bakterväetiste levikut Eesti NSV-s takistas seni vastava tootmisasutise puudumine. Nüüd on ka see takistus kõrvaldatud. Põllumajanduslike Ühistute Keskliidu süsteemis on organiseeritud vastav tootmislaboratoorium, kust kõik majapidamised võivad tellida bakterväetisi. Katsete korraldamiseks võivad kolhoosid ja teised majapidamised bakterväetisi saada ka Kuusiku filiaalidest, kohustudes filiaalile katse tulemused teatavaks tegema.

Eesti NSV Ministrite Nõukogu kohustas uut tootmislaboratooriumi 1950. a. välja laskma bakterväetisi 6000 hektaari väetamiseks. Selle arvu ületas tootmislaboratoorium 1950. a. kevadel. Nähtavasti võib sellest laboratooriumist juba lähemal ajal välja kujuneda bakterväetiste tehas. Paari lähema aasta jooksul peaks bakterväetiste tarvitamine meil jõudma juba saja tuhande hektaari piiridesse. Kui sellelt maa-alalt saadakse kasvõi kümne-protsendiline lisasaak, siis annab see tunduva panuse meie kolhooside edasiseks õitsemiseks.

Baktervæetiste valmistamine

Laboratorsete baktervæetiste valmistamisel on väga oluline täielik puhtus igasuguste kõrvaliste mikroorganismide suhtes. Baktervæetiste valmistamiseks kasutatakse puhaskultuure, milledes ei tohi leiduda mingisuguseid kõrvalisi mikroorganisme. Selliseid kultuure tuleb tihti värskete toitelahusele ümber külvata ja neid välisõhuga kokkupuutumise eest hoida. Külvihooja lähenemisel nakatatakse sellise puhaskultuuriga vastavat ainet, milles on võimalik bakterite arvu võimalikult kõrgetasemelisena säilitada. NSV Liidu baktervæetiste tehastes kasutatakse sellise ainena peamiselt turba- või põllumulda, sest muld on vastavate bakterikultuuride arendamiseks täiesti kohane keskkond. Et aga mullas alati leidub väga mitmesuguseid mikroorganisme, mis meid huvitavate bakterite arenemisele võivad takistavalt mõjuda, siis nitragiini jaoks kasutatav muld steriliseeritakse. Selleks hoitakse seda 2-atmosfäärilise ülerõhu all umbes 130-kraadise temperatuuri juures 2 kuni 2,5 tundi. Sellega hävitatakse steriliseeritavas mullas kõik elav, ka temperatuuri suhtes väga vastupidavad batsillide spoorid. Selline muld nakatatakse bakterite puhaskultuuriga, lisatakse vahel juurde veel mõnda selle kasvu soodustavat orgaanilist ainet või kemikaali, lastakse bakteritel mõni aeg paljuneda ning paigutatakse siis jahedasse ruumi kuni tarvitajaile kättesaamiseni. Väliselt on valmis baktervæetis kõige harilikum muld, kuid selles mullas on vastavate bakterite sisaldus tõstetud maksimaalse kõrguseni. Paremates preparaatides esineb ühes grammis mullas kaugelt üle saja miljoni bakterirakuse. Pikemal säilitamisel langeb see arv tunduvalt. Sellepärast pole soovitav baktervæetisi kaua alal hoida. Juba 1—2-kuuline säilitamine vähendab væetispreparaadi mõju tunduvalt.

Laboratooriumis valmistatav ühele hektaarile vajalik baktervæetis läheb olenevalt selle tootmise hulgast maksma kuni 10 rubla. Võrreldes teiste væetisainetega on see küllaltki odav. Kuid baktervæetisi võib ka kodusel teel valmistada, kasutades selleks lihtsustatud võtteid ja vahendeid. Sel juhul ei nõua see peaaegu mingisuguseid rahalisi kulusi. Sellised kodusel teel valmistatud baktervæetised ei ole küll kõrvalistest mikroorganismidest puhtad, kuid selle peamise puuduse kaaluvad üles hõlpsam ja lihtsam kättesaadavus, odavus, samuti ka kohaliku päritolu eelised.

Kodusel teel võib valmistada mõlemat meil seni peamiselt levinud baktervæetist: nitragiini vastava liblikõielise kultuuri jaoks ja azotogeeni kõigi kevadel külvatavate põllukultuuride jaoks. Nitragiini kodu

sel teel valmistamiseks tuleb ettevalmistusi teha juba külviaastale eelneval aastal, azotogeeni valmistamisele võib aga asuda kuu või kaks enne kevadkülvil.

Nitrangiini kodusel teel valmistamisel tuleb erist rõhku panna selleks võetava materjali, s. o. mügarate kõrgele väärtusele. Selleks on soovitatav neid eriti kasvatada vastavil põllulappidel või niimetatud bakterilavades.

Kui tahetakse aretada uut väärtuslikku viljasorti või parandada olemasoleva sordi omadusi, tuleb eriti hoolitseda seemneks kasvatatava vilja kasvutingimuste eest. Täpselt samuti tuleb talitada ka siis, kui tahetakse liblikõieliste taimede juurtel mügaraid moodustavate bakterite arenemist mõjutada, juhindudes põhimõttest, et ainult hästi arenenud ja lopsakalt kasvavate liblikõieliste taimede juuremügaraid võib leida aktiivseid mügarbaktereid. Sellele põhimõttele ongi rajatud mügarbakteri lavad.

Mügarbakteri lavaks tuleb välja eraldada paarkümmend ruutmeetrit hästi haritud ja väetatud maad, näiteks maatükk, mida seni on kasutatud aia- või juurviljamaana. Esmajoones tuleb jälgida väljavalitud maatüki mullareaktsiooni. Kui see on happeline, tuleb seda tingimata lubjata. Liblikõielistest lepib erandina ainult lupiin ka happelise reaktsiooniga. Lupjamiseks on eriti soovitatav kasutada põlevkivi tuhka. Väetusainetena võib kasutada kompostmulda, kōdunenud sõnnikut ja fosfor-kaali-mineraalväetisi, mitte aga lämmastikväetisi. Maatükil tuleb muld hästi sügavalt (vähemalt 25—30 sentimeetri sügavuselt) läbi kaevata või künda. Selliselt ettevalmistatud maatükikesele külvatakse ilma katteviljata selle liblikõielise taime seemneid, mille nitraginiseerimiseks vajatakse järgmisel aastal mügarbakteri kultuuri. Kui seda taime varem pole ümbruses kasvatatud, tuleb seemned enne külvil nitraginiseerida. Selleks tarvitatakse laboratoorset preparaati või selle põllu mulda, kus sama taim enne rahuldavalt on kasvanud. Külv ei tohi olla liiga tihe ning tärkamisel tuleb liigsed taimed kõrvaldada, et ülejäänutele võimaldada küllaldaselt ruumi oma juurekava arendamiseks. Suve kestel tuleb laval teostada pidevalt umbrohutõrjet, põuaste ilmade korral ka õhtuti kasta.

Selliselt hooldatud taimede juurtel esineb palju rohkem mügaraid ja need on suuremad kui harilikel põllutingimustes kasvanud taimede juurtel. Kui meie hoolealused taimed õitsema hakkavad — harilikult toimub see ka mitmeaastaste liblikõieliste kultuuride puhul juba külviaasta varasügisel — kaevatakse nad ettevaatlikult välja, kogutakse kõik juured kokku, pestakse ja kuivatatakse varjulises kohas. Kuivatamist tuleb püüda kiiremini läbi viia, kuid hoidudes samaaegselt, liiga kõrgest temperatuurist (üle 30 kraadi) ja otsesest

päikesepaistest. Kuivatatud juured hoitakse alal kimpuseotult või peenekslõigatult hõredast riidest kotikestes, riputades need üles jahe-
dasse ning kuiva ruumi. Kümne hektaari liblikõieliste kultuuride kül-
vise nitraginiseerimiseks tuleb koguda keskmiselt 5—6 kg tooreid
juuri.

Värsketes juurtes võib arvestada keskmiselt 1—10 miljardit mügar-
bakterit iga grammi juurte kohta. Kuivatamisel väheneb nende hulk
100 kuni 200 miljonini ühes grammis. Kui aga kuivatatud ja peenekslõigatud juuri niisutada ning soojas hoida, hakkavad mügarbakterid
kiiresti paljunema ja 10—15 päeva pärast võib neid olla rohkem kui
esialgu värsketes juurtes.

Kevadel, 15—20 päeva enne külvi puistatakse kuivatatud juured
kotist hästi pestud ja keeva veega uhitud puunõusse, niisutades
neid keedetud ja jahutatud veega (1,5 liitrit pisut leiget vett 1 kg
juurte kohta). Nõu kaetakse pealt puhta riide või paberiga ja ase-
tatakse ahju või pliidi soojamüüri äärde, kus on umbes 25—30° C
sooja. Üle päeva tuleb juuri läbikeedetud puulusikaga segada. Ole-
nevalt temperatuurist valmib preparaat 10—15 päeva jooksul, oman-
dades poolvedela, ühtlase, pudrutaolise välimuse. Sellise kodusel
teel valmistatud nitragiiniga talitatakse seemnete nitraginiseerimisel
täpselt samuti kui laboratoorse nitragiiniga. Sageli on kodusel teel
valmistatud nitragiiniga saadud liblikõieliste kultuuride saagi tun-
duvat tõusu, mis on isegi ületanud laboratooriumis valmistatud nit-
ragiini mõju.

Azotogeeni kodusel teel valmistamiseks tuleb
võtta mulda, milles azotobakter esineb, niisiis hästi haritud ja väe-
tatud aia- või põllumulda. Välja valinud sellise mulla, tuleb kõige-
pealt kindlaks teha azotobakteri esinemine selles. Selleks võetakse
umbes 100 grammi (tubli peotäis) mulda, millest on kõrvaldatud
kivikesed, juured ja suuremad sõmerad. Sellele lisatakse paar
grammi suhkrut ja niipalju puhast vett, et seda mullaga hästi läbi
segades saadakse kleepuv poritaoline mass. Seda määratakse ühtlase,
umbes 1,5 sentimeetri paksuse korrana puhtale taldrikule või alus-
tassile ja silutakse selle pealmine pind lusikaga hästi siledaks. Mulla
pind peab olema niiske, kuid mitte liiga märg ning muld peab tuge-
vasti taldriku külge kleepuma. Silutud pealmisele pinnale tõmma-
takse puhta nõela või noa otsaga mõned risti kriipsud, soodustades
seega õhu juurdepääsu mulda. Nüüd võetakse teine samasuurune
taldrik, valatakse sellele pisut vett (veele on soovitatav lisada mõni
tilk viina) ja kaetakse selle taldrikuga, millel asetseb mullakiht. Vii-
mane jääb niisiis kummutatult veetaldriku kohale rippuma ja kui
muld oli parajal viisil niisutatud, kleepub see nii tugevasti taldriku
külge, et lahtipudenemist pole karta. Samuti pole karta kuivamist,

sest alumiselt, veetaldrikult õhku aurav vesi hoiab mullakihi parajalt niiske. Kokkupandud taldrikud paigutatakse nüüd 3—4 päevaks ühtlasesse, 25—28-kraadilisse soojusesse. Harilikult ilmuvad azotobakteri küllaldasel esinemisel juba teisel-kolmandal päeval mulla silutud pinnale läbipaistvad, limased täpikesed, mis vähehaaval laienevad. Need täpikesed on azotobakteri kännised. Sel juhul ongi tõestatud, et proovitavas mullas esineb azotobakter ning muld on sobiv azotogeeni kodusel teel valmistamiseks. Vastupidisel korral aga azotobakter puudub ja see tähendab, et muld mitte ainult ei kõlba azotogeeni valmistamiseks, vaid ka laboratooriumis valmistatud azotogeen ei anna sellisel mullal enamasti mingeid tulemusi, võib-olla ainult siis, kui seda mulda on alles hiljuti lubjatud või kuivendatud. Azotobakteri puudumine on seletatav ainult ebasobivate mullastikuoludega, mis ei võimalda ka sellisesse mulda kunstlikult viidud bakterikultuuri arenemist.

Kui aga antud mullas azotobakter esines, siis võib asuda selle paljundamisele. Seda võib teha täpselt samuti, nagu esialgse proovimise juures.

Kõigepealt tehakse kindlaks, kui palju tuleb kodusel teel azotogeeni valmistada. Suviteraviljadele ja aedviljadele arvestatakse ühe hektaari kohta 1 kg, kartulile — 3 kg. Seejärel kaevatakse välja vajalik kogus mulda, milles azotobakteri esinemine on eelnevalt kindlaks tehtud, ja varutakse niipalju ühesuguste taldrikute ja alustasside paare, kui see on kohapeal võimalik. Mullale on soovitatav lisada iga kilogrammi kohta 0,5 grammi superfosfaati. Kui azotogeeni valmistamiseks soovitakse kasutada suhkrut, võib ka selle kohe juurde lisada, kuid parema läbisegamise võimaldamiseks on soovitatav muld jaotada väiksemateks osadeks. Suhkrut tuleb võtta 2 protsenti mulla kogukaalust. Suhkru asemele võib võtta ka siirupit, piiritust, viina või tärklis. Võib tarvitada ka suhkrupeeti või porgandit, kuid need tuleb eelnevalt hoolega võimalikult peeneks riivida. Samuti tuleb arvestada nende suhkruisisaldust. Näiteks 17-protsendilise suhkruisisalduse korral tuleb võtta 340 grammi peenendatud suhkrupeeti iga kilogrammi mulla kohta.

Oletame, et antud majapidamises leidus azotogeeni valmistamiseks 12 paari taldrikuid või 24 ühesugust taldrikut. Ühele taldrikule võib mahutada kuni 250 grammi mulda, kuna teine samasugune taldrik läheb veega allamahutamiseks. Siis saadakse korraga valmistada 3 kilogrammi azotogeeni, millest jätkub ühe- kuni kolme-hektaarilise põllu väetamiseks. 3 kg mulla kohta võetakse kas 60 grammi suhkrut, siirupit või tärklis, või jälle 20 grammi piiritust või 30 grammi 40-protsendilist viina, mis segatakse mullaga hästi segi. Mulda täiendavalt niisutades saadakse samasugune pori nagu eelproovil. Selle

pealne pind silutakse, silutud pinnale tõmmatakse mõned kriipsud ja asetatakse siis veetaldriku peale. Taldrikupaare hoitakse nüüd mõnes eraldi selleks kõetud väiksemas ruumis 25- kuni 28-kraadilise temperatuuri juures 3 kuni 5 päeva. Kui tekkinud limakord mulla tasaseks silutud pinnal enam ei paksene, siis on azotogeen valmis. Pealne limakord segatakse nüüd mullaga hästi segamini ja asetatakse taldrikutelt mingisse käepärasesse puhtasse nõusse, nagu kast, vann või kott. Et vältida võimalikku hallituse tekkimist, viiakse nõu jahedasse, kuiva ning puhtasse ruumi, kuhu ka otsesed päikese-kiired ei paista, ja hoitakse seal kuni külvini. Taldrikuid kasutatakse aga järgmise azotogeenikoguse valmistamiseks, kuni kõik esialgu eraldatud muld on selliselt ümber töötatud.

Suuremate azotogeenikoguste valmistamisel osutub selline taldrikutel kasvatamine muidugi pisut tülikaks. Sel juhul, kui azotobakteri täpikese taldrikul tekkisid kiiresti ja kasvasid võrdlemisi paksuks, võib valmistamist lihtsustada. Kui aga bakterikännised on väga väikesed ja nende tekkimine kestab kaua (üle kolme päeva), siis on soovitatav nakatamiseks kasutada azotobakteri puhaskultuuri, mida tuleb hankida tootmislaboratooriumist või Kuusiku filiaali laboratooriumist.

Kui azotogeeni tahetakse valmistada lihtsamalt, siis võetakse taldrikute asemel suuremad kastid ning õhukeste porikihtide asemel asetatakse kuni 10 sentimeetri paksused kihid. Muld segatakse samuti kui eelmise viisi juures vajalike toiteainetega, kuid ei tehta veega pritaoliseks, vaid hoitakse ainult kergelt niiske. Niiskuse säilitamiseks tuleb mulda aeg-ajalt kergelt veega pritsida ja seejärel hoolikalt läbi segada. Muidugi ei teki siis mulla pinnale mingit limakorda, mistõttu on selle valmimise ja kõlblikkuse üle hoopis raskem otsustada. Kaste mullaga tuleb hoida 25—28-kraadilise temperatuuri juures kuni 10 päeva, seejärel võib preparaadi valmiks ja tarvitamiskõlblikuks lugeda. Muidugi peavad kastid nii valmistamise kui ka säilitamise ajal olema pealt võimalikult tihedalt kaetud kas riide või paberiga.

Kodusel teel valmistatud bakterväetised ei lähe kolhoosile või majapidamisele peaaegu midagi maksma, korraliku valmistamise juures võib nende tarvitamine aga anda küllalt olulisi saagitõuse. Seoses Eesti NSV põllumajanduse kollektiviseerimisega alustati kohe ka selle võtte praktilist rakendamist meie eesrindlikemais kolhoosides. Näiteks sõlmiti 1949. aasta kevadel Läänemaa Sädeme ja Edu kolhoosi vahel sotsialistliku võistluse leping, milles Edu kolhoos kohustus valmistama kodusel teel 100 hektaari jaoks bakterväetisi, võistleja Sädeme kolhoos aga 2 hektaari jaoks. Need kohustused täideti ja sügisel saadud lisasaakidega olid mõlemad võistlejad täielikult rahul. Kindlasti

levib see odav ja tõhus võte oma põldude viljakuse tõstmiseks meil edaspidi veelgi laialdasemalt, eriti seoses kolhoosilaboratoriumide tegevusse rakendamisega, mis leiavad bakterväetiste kodusel teel valmistamises endile tänuväärse ülesande.

IV

Bakterväetiste tarvitamine ning selle tulemused

Bakterväetiste tarvitamine on võrdlemisi lihtne. Siiski esineb nende tarvitamisel väga sageli väärarusaamisel põhinevaid vigu, mistõttu ei saavutata võimalikke tulemusi.

Üldreeglina kõigi bakterväetiste tarvitamisel võib märkida:

1. Säilitamisel kuni külviini tuleb bakterväetisi hoida korduvate läbikülmumiste ja ülessulamiste eest, kuna ühekordne temperatuuri langus näiteks transportimisel ei ole eriti ohtlik.

2. Bakterväetised tuleb ära kasutada selle külvihoajaal, milleks nad valmistati. Üle aasta hoidmisel kaotavad nad igasuguse mõju.

3. Nii nitragiin kui ka azotogeen viiakse mulda ühes külvisemnega, seemneid enne kergelt veega niisutades. Istutatavate taimede puhul kastetakse taimejuured vedeldatud väetispreparaati. Bakterväetiste tarvitamine külvisemnest eraldi ei anna tulemusi.

4. Nii bakterväetisi kui ka nendega inokuleeritud seemneid tuleb hoida otseste päikesekiirte eest, sest päikesekiired mõjuvad mullabakteritele hävitavalt. Käsitsi külvi korral tuleb seeme kohe külvi järel sisse äestada.

5. Puhtimisainetest võib üheaegselt bakterväetistega kasutada formaliini, kuid enne kui lastakse seemneid bakterväetistega kokku puutada, peab formaliin olema seemnetelt täielikult ära auranud. Edasi võib julgesti kasutada „Germisaani“ ja „Ceresaani“ nii kuiv- kui ka märgpuhistena. Viimased uurimused on näidanud, et nimetatud elavhõbeda-preparaadid ei kahjusta bakterväetisi, vaid isegi soodustavad nende mõjulepääsemist. Teiste puhtimisvahendite kohta puuduvad praegu kontrollitud andmed, mistõttu nende tarvitamist üheaegselt bakterväetistega ei saa soovitada.

6. Nitragiin ja azotogeen asendavad tarvitamisel ainult mineraal-lämmastikväetisi, mitte aga fosforit ja kaaliväetisi. Seepärast tuleb üheaegselt bakterväetistega anda tingimata ka fosforit ja kaaliväetisi, kuna mineraal-lämmastikväetiste tarvitamine on lubatav ainult üsna väikestes kogustes — kuni 50 kg hektaari kohta.

Nitragiini tarvitatakse liblikõieliste kultuuridele, kusjuures igale liblikõielisele kultuurile on ette nähtud eri bakterikultuur. Ristiku jaoks

määratud nitragiini võib kasutada ainult mitmesuguste ristikuliikide nitraginiseerimiseks, mitte aga teiste liblikõieliste kultuuridele. Laboratooriumis valmistatud nitragiin saadetakse kohale pudelites. 0,5-liitriline pudel on ette nähtud ühe hektaari väetamiseks. Pudeli etiketile märgitakse, millise kultuuri jaoks seda tuleb kasutada.

Nitraginiseerimist teostatakse otseselt külvi eel. Kõige parem on nitraginiseerida külvipäeval, äärmisel juhul võib ka eelneva päeva õhtul. Selleks puistatakse seemned laudpõrandale või presendile, nitragiini raputatakse pudelist puhtasse nõusse, lisatakse pooleliitrilise pudeli kohta paar klaasi vett ja nitragiini segatakse veega hästi läbi. Saadud poolvedela mudaga (ilma seda seisma jätmata) niisutatakse seemneid, kusjuures neid jällegi hästi läbi segatakse, nii et iga seemnetera külge jääksid nitragiini jäljed. Seejärel lastakse seemned kergelt taheneda ja külvatakse mulda.

Kui sellist „märga“ nitraginiseerimist peetakse suuremate koguste puhul tülikaks, võib kasutada ka teist, nn. „kuiva“ nitraginiseerimisviisi. Sel juhul segatakse nitragiin vees asemel maanteetolmuga, võttes viimast koguselt umbes niisama palju või pisut rohkem kui nitragiini. Saadud seguga puistatakse seemned üle ja segatakse neid puulabidaga seni, kui nitragiin on ühtlaselt seemnete külge hakanud. Pärast seda tuleb kohe külvata. Kuivanud seemnete hoidmisel väheneb elavate mügarbakterite arv pidevalt, mis muidugi mõjutab nitragiini tarvitamise tulemusi.

Nitragiini tarvitamine on tingimata vajalik siis, kui esmakordselt hakatakse kasvatama mõnda uut liblikõielise kultuuri, nagu meil praegu haljasväetistaimena laialdaselt leviv mesik. Kuna esmakordsel kasvatamisel mullas vastav mügarbakteri liik puudub, jäävad nitraginiseerimata seemnetega külvi puhul taimed sageli hoopis kiduraks ja umbrohi võib need ära lämmatada. Liblikõieliste kultuuride esmakordsete külvide puhul võib nitragiin anda mitmesaja-protsendilist saagitõusu.

Vanadel muldadel ammukasvatatavate liblikõieliste kultuuride puhul selliseid käegakatsutavaid tulemusi harilikult ei esine. Siin põhineb nitragiini mõju esiteks uue, aktiivsema ja parema mügarbakterite tüve mõjul ning teiseks mügarbakterite hulgalisel muldaviimisel koos külvi-seemnega sellal, kui mullas leidub kõige vähem mikroorganisme. See tõttu annab nitragiin peaaegu alati häid tulemusi ka vanade liblikõieliste kultuuride juures, tõstes nende saake keskmiselt 10 kuni 30 protsenti.

Peale otsese mõju liblikõielisele kultuurile endale tuleb aga arvestada ka nitraginiseerimise järelmõju järgnevate aastate saakidele mullasse kogutud suurema lämmastikukoguse tõttu. Lenigradi oblastis korraldatud katsetes lupiiniga saadi nitraginiseeri-

tud lupiinile järgnenud suviteraviljadest rohkem kui 200-protsentiline enamsaak, võrreldes ilma nitragiinita kasvanud lupiini järelviljadega.

Kui nitragiini võib tarvitada ainult ühe teatava liblikõielise kultuuri juures, siis azotogeeni tarvitamiseks on märksa laiemad võimalused. Azotogeeni võib tarvitada peaaegu kõigi kultuurtaimede väetamiseks, kuigi mõne kultuuri puhul on selle mõju väiksem. Erinevused azotogeeni mõju suhtes olenevad üksikute taimeliikide erinevaist juurteeritistest, millistest mõned azotobakteri arenemist mullas toetavad, teised aga isegi pidurdavad. Viimastest kultuuridest võib märkida näiteks lina, kuna nisu suhtes arvamused erinevad. Mõned uurijad (N. A. Krassilnikov) loevad ka nisu niisuguste kultuuride hulka, millele azotogeen mõju ei avalda, teised tõendavad vastupidist. Eriüha häid tulemusi on azotogeeniga saadud liblikõieliste kultuuride, kõrshaintest eriti raiheina ja keraheina juures. Põllukultuuride suhtes võiks azotogeeni tarvitamist soovitada niisuguses järjekorras: juurviljad ja aiakultuurid (kapsas), kartul, oder, kaer, segavili, suvinisu. Igal juhul on aga mullastiku omadused azotogeeni tarvitamisel palju olulisemad kui kultuuri erinevus.

Azotogeeni normid selle tarvitamisel olenevad bakterite hulgast preparaadis. Mida rohkem azotobakteri rakukesi leidub iga grammi mulla kohta, seda väiksema azotogeeninormiga võib külvide teostamisel piirduda. Kuusiku filiaalis on azotogeeni valmistamisel püütud saavutada võimalikult suuremat bakterirakukeste sisaldust, mistõttu meil seni on kasutatud võrdlemisi madalaid väetisaine norme: teraviljadele 1 kuni 2 kg ja kartulile 2 kuni 3 kg hektaari kohta. Sel juhul peab üks gramm azotogeeni sisaldama vähemalt 100 miljonit azotobakterit. On arusaadav, et kui ühes grammis azotogeenis leidub ainult 20 miljonit azotobakterit, siis tuleb samasuguse tulemuse saamiseks väetisnorme 4 kuni 5 korda suurendada. Et vähendada asjatuid lisakulusid transpordiks ja töötlemiseks, on väga oluline teostada tootmislaboratooriumis hoolikat kontrolli bakterite sisalduse suhtes ja püüda nende kontsentratsiooni võimalikult tõsta. Siis võib ühe hektaari kohta ette näha väiksemaid väetisnorme.

Azotogeeni muldaviimisel talitatakse samuti kui nitraginiseerimisel. Külviiks ettenähtud seemned puistatakse põrandale või presendile, kus neid veega niisutatakse, pritsides keskmiselt 1 liiter vett 30—40 kg seemnete kohta. Siis puistatakse seemnetele vastav kogus azotogeeni ja segatakse puulabidaga hoolega läbi. Kui azotogeen seemnetele hästi külge ei hakka, tuleb lisada veel pisut vett ja uuesti segada. Kui seemned on liiga niisked, tuleb neid lasta pisut taheneda. Kui seemnete puhtimist teostatakse „Germisaani“ või „Ceresaaniga“ ning

kui tuleb läbi töötada suured seemnekogused, siis võib puhtimise ja azotogeeniga läbitöötamise protsesse teostada üheaegselt. Selleks lisatakse puhtimisaparaati või pöörlevasse tünni asetatud seemnetele kõigepealt vajalik kogus puhtimisvahendit, segatakse neid (ajades aparaati või tünni mõnikümme korda ringi), siis lisatakse vajalik kogus vett ja azotogeeni ning jätkatakse segamist, kuni iga seemnetera küljes leiduvad azotogeeni jäljed. Pärast seda lastakse seemneid taheneda seni kuni nende külv reaskülvajaga on läbiviidav. Külvmasin tuleb reguleerida vastavalt külvatava seemne niiskusesisaldusele. Muidugi ei saa sellist töötlemist läbi viia märgpuhtimise korral.

Orgaaniliste ja mineraalsete granuleeritud väetiste valmistamise korral oma majapidamises võib azotogeeni lisada orgaanilise väetuse arvel segusse.

Eespool juba märkisime, et bakterväetised ei anna tulemusi happelistel muldadel ning et nende mõju on eriti silmapaistev, kui neid tarvitatakse seoses happeliste maade lupjamisega või teiste agrotehniliste võtetega, mis mullastiku põhilisi omadusi tunduvalt muudavad. Seda tuleb veelkordselt rõhutada just azotogeeni tarvitamisel. Azotobakteri esinemine teatavas mullas lubab meid oletada, et siin peaks azotogeen hästi mõjuma. Täiesti kindel ei või siiski olla, sest ka happestes muldades esineb vahel azotobakter, kuid ta ei tegele seal üldse õhu lämmastiku kogumisega. Üldreeglina peame mees, et happelistel muldadel pole azotogeeni tarvitamisel tulemusi loota. Selliste maade lupjamisel aga võib azotogeen anda väga olulisi saagitõuse.

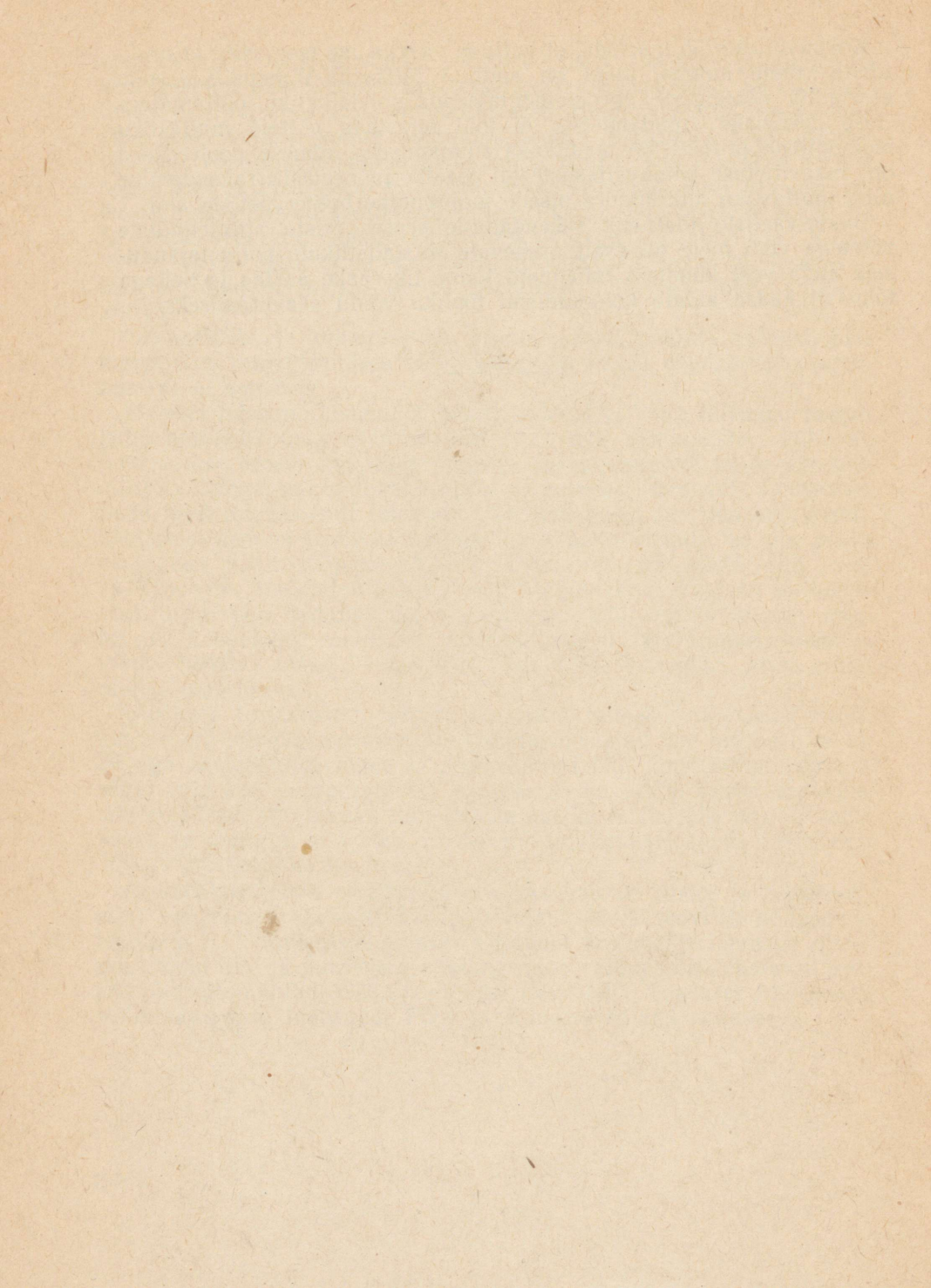
Harilikes tingimustes mõjub azotogeen taimekasvule sama hästi, kui 30—45 kilogrammi mineraal-lämmastikväetist ühe hektaari kohta. Et aga azotobakteri toime ei piirdu ainult õhu lämmastiku kogumisega, vaid see mikroorganism moodustab ka erilisi kasvuhormoone, mis omakorda mõjutavad nii taimede kui ka teiste mikroorganismide kasvu ja arengut, siis võib azotogeeni tarvitamisel saada keskmiselt 10—20-protsendilisi lisasaake.

Azotobakteri poolt moodustatavate kasvuainete (bioos ja heterosuksiin) vahetuks ärakasutamiseks põllumajanduses soovitab nõukogude teadlane L. I. Rubentšik pritsida viljapuid azotobakteri limaga õitsemise lõpul õite ja puuvilja mahalangemise vältimiseks. Vastavad katsed olid ette nähtud 1950. a. kevadel Eesti NSV Teaduste Akadeemia Põllumajanduse Instituudi Polli ja Kuusiku filiaali aedades.

*

Kokkuvõttes võib märkida, et paljude väärtuslike meetodite ja praktiliste võtete hulgas, mida on andnud Mitšurini-Viljamsi-Lössenko eesrindlik nõukogude agrobioloogiateadus sotsialistliku põllumajanduse kiiremaks arendamiseks, ei tohi unustada võtteid mullastiku bioloogiliste protsesside teadlikuks suunamiseks inimese poolt. Need on: maaviljeluse heinaväljasüsteemi teadlik ja oskuslik rakendamine ning mullastiku mikrofloora otsene mõjutamine bakterväetiste abil.

Bakterväetiste ulatuslik rakendamine seoses teiste agrotehniliste võtetega võib meie hoogsalt arenevale sotsialistlikule põllumajandusele anda veel kümneid tuhandeid tonne lisasaake aastas ja sellega tõhusalt kaasa aidata kommunismi lõpliku võidu saavutamiseks.



SISUKORD

I. Tähtsamad mulla mikroorganismid, nende tähtsus mulla viljakuse kujunemisel ning nende arenemise alused	4
II. Bakterväetised	20
III. Bakterväetiste valmistamine	26
IV. Bakterväetiste tarvitamine ning selle tulemused	31

Vastutav toimetaja A. Talvoja

Tehniline toimetaja V. Alev

Ladumisele antud 27. VII 1950.

Trükkimisele antud 22. VIII 1950.

Trükiarv 3000. Paber 61:86, $\frac{1}{16}$.

Trükipoognaid 2,5. Formaadile 60:92
kohaldatud trükipoognaid 2,375.

Arvutuspoognaid 3,0.

MB-07301. Tellimise nr. 3884.

Graafikatööstus „Oktoober“,

Tallinn, Tartu mnt. 49.

На эстонском языке.

П. Рахно.

Микробы в почве и сознательное
направление их деятельности.

Rbl. 1.—

178

Rbl. 1.—

A-17346
61

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00463502 7