

TARTU RIIKLIK ULIKOOL

Taimefüsioloogia- ja biokeemia kateeder

SISSEJUHATUS 4

I KIRJANDUSE ÜLEVAADE 5

1. Mikrofloora arvukusest looduslikes madal-
soomulades 6

2. Väetiste mõju mikroorganismide arengule
madal-soomulades 7

Anne Järvis

3. Madal-soomulades elavate mikroorganismide
aktiivsus 8

Väetiste mõju mikroorganismide arengule madal-soomulades

4. Ainete vahetuse kiiruse mõju mikrofloora
arengule 13

5. Kõrvaltoime 13

Diplomitöö

II KATSEMETOODIKA

1. Katse kirjeldus 16

2. Mikrobioloogilise analüüsi meetodid . . . 17

3. Dehüdrogenaasi aktiivsuse määramine . . . 19

4. Ohutusjuhised 21

Juhendaja dots. L.Viileberg

III KATSEANDMED

1. Katseandmed looduslikes madal-soomulades
biol.-kand. V.Lasting 22

2. Katseandmed looduslikes madal-soomulades . . . 23

3. Väetiste mõju mikroorganismide arengule
madal-soomulades 25

4. Väetiste mõju mikroorganismide arengule
madal-soomulades 31

4.1. Väetiste mõju mikroorganismide arengule
madal-soomulades 31

4.2. Väetiste mõju mikroorganismide arengule
madal-soomulades 34

4.3. Väetiste mõju mikroorganismide arengule
madal-soomulades 36

4.4. Väetiste mõju mikroorganismide arengule
madal-soomulades 38

Tartu Riiklik Ülikool
Tartu 1976

SISUKORD

	SISSEJUHATUS	4
I	KIRJANDUSE ULEVAADE	6
	1. Mikrofloora arvukusest looduslikus madal- soomullas	6
	2. Väetiste mõju turvasmulla mikroorganismi- dele	9
	3. Madalsoomuldade dehüdrogenaasest aktiiv- susest	12
	4. Heintaimede saagikuse sõltuvus mulla mikrofloorast	13
	5. Kokkuvõte	15
II	KATSEMETOODIKA	
	1. Katse kirjeldus	16
	2. Mikrobioloogilise analüüsi meetoodika . . .	17
	3. Dehüdrogenaasi aktiivsuse määramine . . .	19
	4. Ohutustehnika	21
III	KATSEANDMED	
	1. Katsemuldade lagunemisastmest ja keemili- sest koostisest	22
	2. Katsemuldade happesusest	23
	3. Väetiste mõjust timuti saagikusele	28
	4. Väetiste mõjust madalsoomulla mikroorga- nismide arvukusele	31
	4.1. Vähelagunenud madalsoomuld	31
	4.2. Keskmiselt lagunenud (29-30%) madalsoo- muld	34
	4.3. Keskmiselt lagunenud (35%) madalsoomuld	36
	4.4. Hästi lagunenud madalsoomuld	38

5. Katsemuldade dehüdrogenaasne aktiivsus 41

IV ANDMETE ARUTELU 43

KOKKUVÕTE ; 51

JÄRELDUSED 53

VENEKEELINE KOKKUVÕTE ; 54

KASUTATUD KIRJANDUS 55

LISA

Madaltemperatuuril kasutatakse Eesti NSV-s peamiselt kultuur-
rohumadade, kus kasvatatakse peamiselt mikroorganismide hooldamisel.
Levinuks hooldamiseks madaltemperatuuril kasvatatud kultuurrohumadade
on tihed, mis talub küllaltki hästi nulle happesust.

Madaltemperatuuril kasvatamiseks kasutatakse lubi-
võetisi, millel saavad toita mikroorganismid ja keetakse mi-
neraalvõetistega.

Kõik abinõud, mis on suunatud taimede kasvutingimuste pa-
randamiseks, toimivad ka nulle mikroflooras, mille tegevus
suurendab nulle orgaanilise aine lagunemist, taimede
toitumist ja arengut ning saagi kujunemist.

Siit tuleneb vajadus uurida madaltemperatuuril mikrofloora
arvukust ja liigilist koostist.

Uurimise töö tulemused on välja selgitada, kuidas mi-
neraal- ja lubivõetiste mõjutavad madaltemperatuuril mikroobide mõne-
de füsioloogiliste rühmade arvukust, funktsionaalset aktiivsust
ja dehüdrogenaasne aktiivsust. Jälgiti ka nimetatud mi-
kroorganismide tihedust ja arengut.

Uuritakse madaltemperatuuril isoleeritud ja identifitseeritud

SISSEJUHATUS

Soode uurimisel üheks ülesandeks on välja selgitada Eesti NSV erisuguste sootüüpide kõlblikkus põllumajanduslikuks kasutamiseks.

Turvasmuldadest leiab rohket põllumajanduslikku kasutamist madalsoomuld, mis pärast kultuuristamist omab küllaltki kõrget viljakust.

Madalsoomuldi kasutatakse Eesti NSV-s peamiselt kultuurrohumaadena, kus kasvatatakse peamiselt mitmeaastasi heintaimi. Levinumaks heintaimeks madalsoole rajatud kultuurrohumaal on timut, mis talub küllaltki hästi mulla happesust.

Madalsoomulla happesuse vähendamiseks kasutatakse lubiväetisi, mullas esinev toitainete defitsiit aga kaetakse mineraalväetistega.

Kõik abinõud, mis on suunatud taimede kasvutingimuste parandamiseks, toimivad ka mulla mikroflooras, mille tegevus omakorda mõjutab mulla orgaanilise aine lagunemist, taimede toitumist ja arengut ning saagi kujunemist.

Siit kerkibki vajadus uurida madalsoomulla mikrofloora arvukust ja liigilist koostist.

Käesoleva töö ülesandeks oli välja selgitada, kuidas mineraal- ja lubiväetis mõjutavad madalsoomulla mikroobide mõnede füsioloogiliste rühmade arvukust, füüsikalisi-keemilisi omadusi ja dehüdrogenaasid aktiivsust. Jälgiti ka nimetatud näitajate seost timuti saagikusega.

Uuritud madalsoomuldadest isoleeriti ja identifitseeriti

mõnede domineerivate bakterite liigid ja mullaseente perekonnad.

Töö praktiline osa teostati Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi mikrobioloogia laboratooriumis.

Autor avaldab tänu juhendajatele dotsent L. Viilebergile jabi eest diplomitöö vormistamisel ja bioloogiakandidaat V. Lastingule juhendamise eest praktiliste tööde läbiviimisel.

I KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1. Mikrofloora arvukusest looduslikus madalloomullas

Looduslikus madalloomullas leidub küllaltki suurel hulgal mikroorganisme, millest enamus asub pinnakihis (Lasting jt., 1966; Ярвич А., 1975). Mikroorganismide arvukus ja liigiline koostis oleneb peamiselt turvast moodustavatest taimejäänustest ning veerežiimist. Mulla füüsikalised ja keemilised omadused ning mikroorganismid on vastastikusel sõltuvuses.

Pinnakihis leidub aeroobseid ja anaeroobseid baktereid ning seeni, sügavamates kihtides esineb peamiselt anaeroobseid baktereid ja ka pärm (Benade, 1954).

Kõige arvukamad on turvasmuldades ammonifitseerijad bakterid millest põhimassi moodustab perekond Pseudomonas (Lasting jt., 1966; Крапивина, 1970; Frano, 1972 jt.). Sporogeensed bakterid, mida esindavad peamiselt Bacillus cereus, Bac. subtilis, Bac. megaterium ja Bac. idosus, moodustavad bakterite üldarvust väikese osa (Крапивина, 1970; Frano, 1974; Rätsep jt., 1972; Вавуло, 1972 jt.).

M.P. Korsakova ja N.S. Holkin näitasid esimestena, et kultuuristamata soomullas on nitrifikatsioon pidurdatud (Корсакова 1929-1930; Холкин, 1929-1930). E.Küsteri andmetel puuduvad kultuuristamata happelises turvasmullas nitrifitseerijad täiesti. Ka denitrifitseerijaid on vähe (Küster, 1970).

Tselluloosi lagundamises osalevad turvasmuldades peamiselt seened, kuna aeroobsete tselluloosilagundajate bakte-

rite arvukus on väike (Benade, 1954). Looduslikus madalsoomullas leidub ka vähe kiirikseeni.

Aeroobseid õhulämmastikusidujaid baktereid happelistes soomuldades tavaliselt ei ole või esineb neid äärmiselt vähesel hulgal (Lasting, jt., 1966; Авдонин, Н.С. 1969; Вавуло, 1972). Seevastu anaeroobseid õhulämmastikusidujaid baktereid leidub soomuldades hulgaliselt. Ka anaeroobseid võihappebaktereid on rohkesti.

Soomuldadele on iseloomulik desulfuritseerijate arvukas esinemine (Lasting, 1967).

Madalsoomulla seentefloora liigiline koostis on kirjanduse andmeil võrdlemisi püsiv (Lasting jt., 1966). F.P. Vavulo andmetel domineerivad madalsoomuldades seltsid Hyphomycetales ja Mucorales (Вавуло, 1972). Sagedamini esinevad perekondade Penicillium, Trichoderma, ja Glaucosporium liigid.

Looduslikes turvasmuldades leidub suurel hulgal antogonistlike omadustega mikroorganisme. Mikroobset antagonismi peetakse oluliseks teguriks mulla mikrofloora kujunemisel. Tugevamate antagonistide hulka kuuluvad Bac. megaterium, Bac. cereus, mõned perekonna Penicillium liigid ja kiiriksuunad (Авдонин, 1969; Карпивица, 1971).

Käesoleva töö seisukohast pakub huvi, kuidas mõjutab taimkate mulla mikroorganismide arvukust.

Üldlevinud on arvamus, mille kohaselt mikroorganismide arvukus oleneb orgaanilise aine sisaldusest mullas. Mikroobide arvukusel on aasta jooksul kaks maksimumi: suvel, mil arenevate taimede poolt antakse mulda juureeritisi ja hilis-

sügisel, kui mullas lagundatakse taimejäänused (Красильников, 1958; Возняковская, 1969; Голодяев, 1970; Самчевич, 1972).

Mitmed autorid täheldavad oma töödes mikroorganismide arvukuse langust taimede vegetatsiooniperioodi lõpul, rõhutades mikroorganismide arvukuse suurt sõltuvust taimede juureeritiste rohkusest (Роговая, 1972; Молчан, 1972).

Uuritud on ka mikroorganismide füsioloogiliste gruppide arvukust.

A.P. Moltšani, F.P. Vavulo ja T.J. Kuzjakina andmetel langeb ammonifitseerijate ning nitrifitseerijate arvukus taimede vegetatsiooniperioodi lõpul (Вавуло, 1972; Кузякина, 1972; Молчан, 1972). Sporoogeensete bakterite hulk oli A.P. Moltšani andmetel suurim taimede tärkamise ja koristuseelsel perioodil, kuna õitsmise ajal nende arvukus langes.

Tselluloosilagundajate mikroorganismide hulk tõusis taimede vegetatsiooniperioodi lõpul. F.P. Vavulo katsetest selgus, et tselluloolagundajate aktiivsus oli suurim sügis-kevadisel perioodil, suvel see protsess mõnevõrra vaibus. Uurija täheldas tselluloosilagundajate mikroorganismide sõltuvust temperatuurist, niiskusest ja ka mineraalainete sisaldusest mullas (Вавуло, 1972).

Kiirikseente puhul sai A.P. Moltšan erisuguste kultuuride puhul erinevaid andmeid.

Sama uurija katsete tulemused näitasid võihappebakterite ja mikroseeente hulga vähenemist taimede vegetatsiooniperioodi lõpul. (Молчан, 1972). F.P. Vavulo väidab, et hallitusseente arvukuses on kaks maksimumi - juulis ja oktoobris (Вавуло, 1972).

2. Väetiste mõju turvasmulla ^{mikro}organismidele

Pärast madalsoo kultuuristapist tõuseb tunduvalt mullamikroobide mõnede füsioloogiliste rühmade arvukus. On avaldatud arvamust, et mikrosete hulk langeb mullaviljakuse tõstmisel bakterite suhtes. (Паринкина, 1972; Чундерова, 1973; Берестецкий и Торжевский, 1974). Teised uurijad täheldavad mullaseente üldise arvukuse tõusu, sest soomulla kultuuristamisel paraneb mulla aeratsioon, mis loob seente arenemiseks soodsad tingimused (Lasting jt., 1966). J. Bernát peab niiskuse režiimi seente arengus kõige tähtsamaks teguriks (Bernát, 1971).

Soomuldades esineb alati suur fosfori ja kaaliumi defitsiit, mistõttu väetamine vastavate mineraalväetistega on mõõdapääsmatu. F.P. Vavulo ja E.N. Vorobjova andmetel PK-väetis turvasmulla mikrofloorat oluliselt ei mõjuta (Вавуло, Воробьева, 1970; Вавуло, 1972).

Lämmastik-fosfor ja kaaliumväetiste koosmõju kohta turvasmulla mikrofloorale on kirjanduses vastakaid andmeid.

NPK mõjul tõuseb bakterite üldine arvukus 1,5-2 korda (Авдонин, 1969; Масárova, 1972; Молчан, 1972; Калатазова, 1975) J. Voynova-Raykova; D. Bakalivanovi ja B. Koltševa andmetel tõuseb NPK mõjul mullas perekonna Pseudomonas ja tähtsammaoniumagaril kasvavate bakterite arvukus (Voynova-Raykova jt., 1972). Samade autorite andmetel väheneb mullas NPK mõjul sporoogeensete bakterite hulk, kuna N.S. Avdonin täheldab nende arvukuse suurenemist väheviljaka happelise mulla väetamisel (Авдонин, 1969). N.S. Avdonin, I.N. Romeiko ja R.M. Uljašova katsetes bakterite üldine ar-

vukus vähenes NPK kestva kasutamise tagajärjel (Авдонин, 1969; Ромейко и Уляшова, 1972), kuna E.S. Karpova andmetel NPK pideval kasutamisel aastate jooksul bakterite üldine arvukus tõusis (Карпова, 1966).

Vasturääkivad on erinevate teadlaste andmed nitrifitseerijate bakterite tundlikkuse kohta NPK suhtes. Kui E.S. Karpova ja N.S. Avdonin peavad nitrifitseerijaid baktereid NPK suhtes väga tundlikaks mikroorganismideks, siis A.P. Moltšani andmetel reageerivad nitrifitseerijad NPK väetistele vaid arvukuse vähese tõusuga (Карпова, 1966; Авдонин, 1969; Молчан, 1972). J.N. Romeiko ja R.M. Uljašova ning S.P. Gordetskaja ja V.I. Kutšerenko katsetes nitrifitseerijate bakterite arvukus NPK mõjul langes (Ромейко и Уляшова, 1972; Гордецкая и Кучренко, 1972).

NPK väetiste kasutamine tõstab aeroobsete tselluloosilagundajate bakterite, kiirikseente, võihappebakterite ja anaeroobsete lämmastikusidujate bakterite arvukust mullas (Карпова, 1966; Авдонин, 1969; Нусарова, 1972; Молчан, 1972; То донова, 1972; jt.).

Mikroseente arvukus mõnede uurijate andmetel NPK mõjul tõuseb (Нусарова, 1972; Молчан, 1972), teiste andmetel väheneb (Гордецкая и Кучренко, 1972). S.S. Avdonin uuris pikaajase väetamise mõju soomulla mikrofloorale. Kui väetamata muld sisaldas 9000 mikroseene alget 1 g absoluutselt kuiva mulla kohta, siis pärast fosfor- ja kaaliumväetiste andmist vähenes see arv 2000-le. NPK väetisega variandil leidsid 4000 alget.

N.S. Avdonin näitab, et NPK mõjul väheneb happelises

mullas leiduvate taimedele toksilisi ühendeid produtseerivate sporogeensete bakterite ja seente hulk (АВДОНИИ, 1969).

Lõpuks võib öelda, et probleem täisväetise mõjust mulla mikrofloorale on küllaltki keerukas. Erisuguste teadlaste andmed ja arvamused väetiste toimest mulla mikroorganismidele lähevad lahku. On ilmne, et NPK toime mulla mikroorganismidesse sõltub paljudest teguritest - mulla viljakusest, happesusest, taimekatte iseärasustest, taimede kasvufaasist, väetiste kasutamise ajast, mullatüübist jms. Mõned uurijad väidavad, et mineraalväetiste pikaaegne kasutamine võib teataval määral halvendada mõningaid mulla omadusi. P.O. Saloniuse arvates ei limiteeri happeliste muldade mikrofloora aktiivsust mitte ainult toiteelementide vähesus. Peamine mikroorganismide elutegevust pärssiv tegur happelistes muldades on madal pH (Salonius, 1972).

Lubiväetiste kasutamisel väheheb mulla happesus ja mulda rikastatakse kaltsiumühenditega. Seega paranevad lupjamisel happelise mulla omadused enamusele mikroobirühmadele. Pärast happelise mulla lupjamist tõuseb mullas bakterite üldine arvukus ja kiirikseente hulk (Serbentavičius, 1973). Kui väetamata turbas puuduvad või esineb vähesel määral nitrifitseerijaid ja denitrifitseerijaid baktereid, siis melioratiivsete vahendite rakendamisel ning lämmastik- ja lubiväetiste andmise järel indutseeritakse nii nitrifikatsiooni kui ka denitrifikatsiooni (Küster, 1970). Nimetatud mikroobirühmade aktiivse tegevusega seostatakse sageli kõrget mulla viljakust.

A.Serbentavičiuse andmetel langeb lupjamise järel mulla-seente arvukus (Serbentavičius, 1973).

Mulla lubjavajaduse määravad mitmesugused tegurid. Üldiselt arvatakse, et kui pH on suurem kui 5,5, siis muld lupjamist ei vaja.

3. Madalloomuldade dehüdrogenaasest aktiivsusest

Paljud uurijad arvestavad mulla dehüdrogenaasest aktiivsust ühe mullaviljakuse näitajana. (Александрова, 1970, Петерсон и Куркина, 1972; Калатазова, 1972; Молчан, 1972)

Kultuuristatud madalloomulla dehüdrogenaasne aktiivsus on võrdlemisi kõrge (Зименко и др. 1971). Samade uurijate andmetel on mulla dehüdrogenaasne aktiivsus suurim juulis, minimaalne mais, mil dehüdrogenaasest aktiivsust pärsib mulla madal temperatuur ja suur niiskus.

Dehüdrogenaasne aktiivsus on mullas kõrge hea aeratsiooni, orgaanilise aine rohke sisalduse ja neutraalse või nõrgalt aluselise reaktsiooni puhul.

Happelise mulla dehüdrogenaasne aktiivsus tõuseb lupjamise ja mineraalväetiste mõjul (Гундерова, 1973; Калатазова, 1975). А.И. Гундерова andmetel langeb dehüdrogenaasi aktiivsus kohe pärast täisväetise mulda viimist. Dehüdrogenaasi aktiivsus tõuseb pärast 1,5-2 kuu möödumist ja ületab siis tunduvalt väetamata mulla dehüdrogenaasest aktiivsuse. PK tõstab mulla dehüdrogenaasest aktiivsust vähesel määral (Гундерова, 1973).

Mulla dehüdrogenaasne aktiivsus on positiivses korrelatsioonis mõnede mikroobirühmade arvukusega - bakterite üldise arvukusega, nitrifitseerijate bakterite ja kiirikseente hul-

aga (Зуринко и др., 1971; Чунгерова, 1973). Negatiivset seost on leitud mullaseente arvukusega (Чунгерова, 1973).

4. Heintaimede saagikuse sõltuvus mulla mikrofloorast

Kultuurtaimede saagikus on mulla mikroflooraga tihedalt seotud.

Väetistega mulda viidud toiteelemendid mõjutavad nii mikroorganismide kui ka taimede elutingimusi. Taimede intensiivsel arengul eraldatakse nende poolt mulda suurel hulgal orgaanilisi ühendeid, mille mõjul muutuvad mikroorganismide elutingimused. Muutub orgaanilisi ühendeid muundavate mikroorganismide liigiline koostis ja hulk.

Soode kasutuselevõtmise kõrval tekib probleem turvasmulda otstarbekast kasutamisest. Üheaastaste taimede kultiveerimisega kaasnev sagedane maaharimine põhjustab turvasmulla liigset kulumist. Orgaanilise aine kaod võivad tekkida ka mitmeaastaste liblikõieliste taimede poolt esile kutsutud intensiivse mineralisatsiooniprotsessi tagajärjel. Mulla kaitse seisukohast on kõige otstarbekam madaloomuldadel kasvatada mitmeaastasi heintaimi (Maaviljeluse käsiraamat, 1965; Lesting,).

On uuritud seoseid erisuguste kultuurtaimede saagikuse ja mikroorganismide arvukuse vahel.

Erisuguste kõrreliste saagikuse ja bakterite üldise arvukuse vahel on mõnede uurijate andmetel kas nõrk, positiivne või koguni negatiivne seos (Бабун, 1970; Husárová, 1972; Rätsep jt. 1972). Saagikuse vähest sõltuvust mikroorganismide üldisest arvukusest seletatakse sellega, et saak ei olene

mitte ainult taimede kasvu aegsetest mikrobioloogilistest protsessidest vaid taimede kasvutingimuste moodustumine algab juba varasemate mikrobioloogiliste protsessidega. Seetõttu mullabakterite arvukuse andmed saagi koristamise ajal ei peegelda täielikult mullatingimusi. Seda seisukohta kinnitavad tugevad korrelatsiivsed seosed saagikuse ja nende näitajate vahel, mis iseloomustavad orgaanilise aine kaugele arenenud lagunemisprotsessi. Tugevaid positiivseid seoseid leiti timuti saagikuse ja sporogeensete bakterite ning kiirikseente vahel (Rätsep jt., 1972).

L. Rätsepa, D.Gurfeli, V.Lastingu ja H.Niine katsetes avaldus positiivne korrelatsioon timuti saagi ja nitrifitseerijate bakterite arvukuse vahel, kuna F.P. Vavulo ja J.N. Vorobjeva leidsid rukkisaagi ja nitrifitseerijate bakterite arvukuse vahel negatiivse seose (Вавуло и Воробьева, 1970; Rätsep jt. 1972). Järelikult erisuguste kõrreliste saagikus ei sõltu mikroorganismide arvukusest ühtviisi.

Timuti saagi ja tselluloosilagundajate bakterite arvukuse vahel on negatiivne korrelatsioon (Rätsep jt. 1972).

On kindlaks tehtud kõrge korrelatiivne seos kõrreliste saagikuse ja mulla dehüdrogenaasse aktiivsuse vahel (Чундурова, 1973). Timuti saagikuse ja mulla dehüdrogenaasse aktiivsuse vahelise seose kohta ei õnnestunud kirjandusest andmeid leida.

Kokkuvõte

Looduslike madalsoomuldi iseloomustab suhteliselt rikkalik mikrofloora, millest suure osa moodustavad ammonifitseerijad ja anaeroobsed bakterid. Vähe on nitrifitseerijaid, denitrifitseerijaid, aerobseid tselluloosilagundajaid baktereid ja kiirikseeni. Seente liigiline koostis on madalsoomulas võrdlemisi püsiv, domineerivad perekonna Penicillium liigid.

Madalsoomuldade kultuuristamisel suureneb mulla mikroorganismide füsioloogiliste rühmade arvukus.

Mulla mikrofloora arvukus oleneb orgaanilise aine sisaldusest mullas ja sõltub suuresti taimkattest.

Lubiväetised, tõstes happelise mulla pH-d ja parandades seega mulla mikroorganismide elutingimusi, suurendavad mõnede mikroobirühmade arvukust.

Mineraalväetiste toime kohta turvasmulla mikrofloorasse pole kirjanduses ühtset seisukohta.

Väetiste mõju mulla mikroorganismidele oleneb mulla tüübist ja omadustest, taimkattest, väetiste kasutamise viisist jms. On leitud positiivne seos timutiõsaagi ja sporogeensete bakterite ning kiirikseente arvukuse vahel.

Mulla dehüdrogenaasset aktiivsust peetakse mullaviljakuse üheks näitajaks. Täheledatakse soomulla dehüdrogenaasse aktiivsuse tõusu kultuuristamise, lubi- ja mineraalväetiste mõjul.

II. KATSEMATERIAALID

1. Katse kirjeldus

Mikropõldkatsete lubiväetise efektiivsuse selgitamiseks madal- ja kõrge mikroobide mõnede füsioloogiliste rühmade arvukuse ja tänu saagikuse uurimiseks olid rajatud 1972.a. juulis. Katse oli kavandatud ning üles seatud Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi (EMPTUI) Toome Katsebaasis bioloogiakandidaat E.Hirso juhtimisel.

Katsenaudena kasutati turvasmulda asetatud põhjata plokkpangeseid. Katse rajati nelja erisuguse mullaga kolmes korduses.

Tabel 1

Katsemuldade keemilised ja füüsikalised-keemilised omadused

Muld	Legume- mis aste %	pH	Kiivainet nõu kohta kg	Tuhasus %	CaO %	N %
I	20	3,0	1,45	2,68	1,32	2,52
II	25-30	3,6-3,7	1,98	6,49	1,766	2,96
III	35	3,9-4,0	1,94	6,09	2,13	2,86
IV	45	5,0-5,1	2,08	25,35	5,14	2,75

Igal mullal oli kasutatud nelja erisugust väetisvarianti: PK, PKCa PKN ja PKNCa. Lubiväetisena oli antud katse rajamisel nõu kohta 40 g CaCO₃ (16 g toimeainet) ja vaskväetisena 0,26 g vaskvitrioli (0,07g). Igal aastal anti nõu kohta 4 g superfosfaati (1,5 g), 2,6 g kaaliunkloriidi

0,68 g) ja 2,6 g ammooniumsalpeetrit.

Katse likvideeriti 1975.a. septembris. Andmed timuti saagikuse kohta pärinevad biol.kand. E.Hirmolt, kes tegi 3 aasta jooksul vaatlusi.

2. Mikrobioloogilise analüüsi meetodika

Madalsoomulla analüüsimiseks võeti proove väikese mullapuuriga 1975.a. suvel kahel korral.

Esimene mullaproov võeti 18. juunil, millal tehti ka vaatlused katsenõudes kasvavate taimede kohta (tabel 2). Hinnati timuti kasvamise tihedust 5-pallises süsteemis, timuti kõrgust, lehtede värvust jms. Teine mullaproov võeti 2. septembril.

Saprobiontsete bakterite arvukus määrati lihapeptonagaril (LPA) ja tärklisammooniumagaril (TAA), sporogeensed bakterid lihapeptonagaril ja õllevirreagaril (vahekorras 1:1). Enne väljakülvi hoiti mullalahjendusi 10 minutit 70°C juures. Nitriifitseerijate arvukus tehti kindlaks Vinogradski söötmel difenüülamiini abil, denitriifitseerijad tsitraat-nitraat söötmel, tselluloosilagundajad mikroobid Hutchinsoni söötmel, võihappebakterid kartulisöötmel, anaeroobsed lämmastikusidujad bakterid Vinogradski söötmel, desulfaatijad Starkey söötmel, kiirikseened TAA-l (1 g tärklist 1 l söötme kohta), seened streptomütsiiniga õllevirreagaril.

Uuritud madalsoomuldadest isoleeriti ja identifitseeriti domineerivad sporogeensete bakterite liigid ning mulla-seente perekonnad.

Tartu Ülikooli Raamatukogu
ARHIIVKOGU

Tabel 2

Floristilised vaatlused

Muld	Väetis-variant	Timuti kasvutihedus	Timuti kõrgus (cm)	Timuti lehtede värvus	Teisi kasvavaid taimi	Märkusi
1	2	3	4	5	6	7
I	PK	1	30	hele	Orashein, väikeoblikas	
	PKCa	3	60	hele	Kerahain, väikeoblikas	
	NPKn	3	50	tume	Väikeoblikas, võilill, hernes	
	NPKCa	4	60	tume	Mõni üksik väikeoblikas	Timuti lehtede värvus võrreldav 2.proovimullal kasvavate taimedega.
II	PK	2	35	hele	Väikeoblikas, värvumadar	Esimest nõud katub hapuoblikas peaaegu tervenisti, kuid kolmandas nõus on timutit rohkesti.
	PKCa	4	60	tume	Raudrohi	Taim (s.o. timuti) kasvutihedust 1. nõus hindan 3-ga.
	NPK	4	60	hele	Mõni üksik väikeoblikas	
	NPKCa	4	70	tume	Muid taimi praktiliselt ei esine	

1	2	3	4	5	6	7
III	PK	2	35	hele	Võilill	
	PKCa	3	60	hele	Võilill, raudrohi, tedre	Timuti lehtede värvus on tumedam kui 2. ja 6. nõus kasvavatel tainedel.
	NPK	4,5	75	tume	Teisi taimi praktiliselt ei esine	
	NPKCa	4,5	75	tume	Teisi taimi praktiliselt ei esine	
IV	PK	3	70	tume	Võilill lop- sakas, obli- kaid harvalt	
	PKCa	3	65	hele	Rohkesti vôi- lilli, mõni üksik raudrohi	
	NPK	4	70	tume	Lopsakat raud- rohtu esineb harvalt	
	NPKCa	4	60	tume	Teisi taimi praktiliselt ei esine	Timuti areng jääb maha 4. ja 8. proo- vinõus nähtust.

3. Dehüdrogenaasi aktiivsuse määramine

Proovimuldade dehüdrogenaase aktiivsuse leidmiseks kaa-
luti katseklaasidesse 1 g sõelatud mulda, lisati 3 ml
lahust (2% K_2HPO_4 lahus, mis sisaldab 0,1% želatiini ja 0,2%
 $MgCl_2$) ja 0,2 ml 1% 2, 3, 5-trifenüültetrasooliumkloriidi

(TTK) lahust. Kõiki katseklaase loksutati ja asetati anaerostaati, mis paigutati 24 tunniks termostaati 37°C juurde.

Pärast termestateerimist lisati igasse katseklaasi 5 ml etanooli ja kontsentreeritud süüsihappe segu (vahetorras 1:1). Katseklaasid jäeti 10 minutiks seisma, kusjuures neid eegajalt loksutati. Pärast seda lahus filtreeriti kuiva katseklaasi ja kolorimeetriti.

Saadud näitude põhjal arvutati mulla demidrogenaasne aktiivsus milligrammides 1 g TTK kohta valemi

$$x = (lg - lg_{\text{kontr}}) \cdot 1,1 \cdot \frac{G}{G_1} \text{ abil, kus}$$

lg - proovimulla kolorimeetrimise tulemuste aritmeetiline keskmine

lg_{kontr} - kontrollmulla kolorimeetrimise tulemuste aritmeetiline keskmine

G - mulla kaal grammides enne kuumutamist

G₁ - mulla kaal grammides pärast 105°C juures kuumutamist.

Peale eelpooltoodud näitude arvutati katsemuldades ka mulla niiskus ja happesus (pH-meetriga).

Katseandmete üldistamiseks arvutati korrelatsioonikoefitsiendid kõigi tähtsamate näitajate vahel. Arvutused teostas ENTUI arvutuskeskus. Korrelatsioonikoefitsient r on usaldatav 95% tõenäosustaseme juures, kui $r \geq 0,325$ (Ромыцкий, 1961).

4. Ohutustehnika

Mikrobioloogilise analüüsi läbiviimisel järgiti ohutustehnika eeskirju.

Nii töö ettevalmistusperioodil kui ka analüüsi käigus välditi õmbruse saastumist. Pärast vaatluste lõpetamist mittevajalikud kultuurid hävitati, isoleeritud kultuurid säilitati selleks ettenähtud kappides.

Laboratoorium, kus töötati keemiliste reaktiividega, oli nõuetekohaselt ventileeritud (Ritslaid, 1971).

Erilist tähelepanu nõuab ohutustehnika seisukohast autoklaavidega töötlemine, kusjuures tähtsuti autoklaavide eksploatatsioon ja nendega töötamise ohutustehnika eeskirjadest, mis on kinnitatud NSVL tervishoiu ministri asetäitja poolt 1971.a. (Töökaitse juhendid ja eeskirjad . . . , 1972).

Autoklaavi ehitust ja eksploateerimise eeskirju õpiti tundma ja sooritati töö juhendajale arvestus. Autoklaavimine toimus mitte kõrgema rõhu juures kui lubatud 2 atü. Autoklaavi korrasolekut on õigeaegselt kontrollitud. Autoklaavimist alustades jälgiti, et kaaned oleksid tihedalt suletud, samuti ka seda, et ja steriliseerimiskambrit manomeetritega ühendavad kraanid oleksid nõuetavas asendis. Steriliseerimiskambrit väljuv aur juhiti vette. Autoklaavimise ajal oli autoklaav pideva järelvalve all. Steriliseerimiskamber avati pärast rõhu langemist ja kambri tühjendamist alustati siis, kui temperatuur oli langenud ohutule tasemele.

III KATSEANDMED

1. Katsemuldade lagunemisastmest ja keemilisest koostisest

Mikropõldkatse rajati 4 erisuguse lagunemisastmega madalsoomuldadega (tabel 1). Eestis levinud klassifikatsiooni järgi kuulub I katsemuld lagunemisastme järgi (20%) vähelagunenud madalsoomuldade hulka, II ja III muld on keskmiselt lagunenud madalsoomullad (lagunemisaste vastavalt 25-30% ja 35%) ning IV katsemuld on hästi lagunenud madalsoomuld (lagunemisaste 45%). (Maaviljeluse käsiraamat, 1965; Негес, 1970; Tõnisson ja Lepind, 1976).

Mulla lagunemisaste on tihedas korrelatsioonis mulla keemiliste ja füüsikalise-keemiliste omadustega (tabel 3). Suurim korrelatsioonikoefitsient on mulla lagunemisastme ja CaO sisalduse vahel ($r = 0,91$), tugevad korrelatiivsed seosed on ka lagunemisastme ja mulla mineraalainete sisalduse ($r = 0,88$), ning pH ($r = 0,83$) vahel. Usutav on ka mulla lagunemisastme positiivne korrelatsioon üldlämmastiku sisaldusega ($r = 0,35$).

Tabelist 4 nähtub, et madalsoomulla lagunemisastmel on korrelatiivne seos denitrifitseerijate ($r = 0,78$), sporegeensete bakterite ($r = 0,93$) ja desulfaatijate bakteritega ($r = 0,62$). Kullaltki tihe on seos mulla dehüdrogenaase aktiivsuse ja lagunemisastme vahel ($r = 0,71$).

Tabel 3

Katsemuldade keemiliste ja füüsikalise-keemiliste näitajate ning saagilandmete vahelised seosed (r).

Näitajad	Lagunemisaste	pH		Tuhasus	CaO	Üldhinnastik
		juuni	sept.			
Saak	0,58	0,27	0,57	0,52	0,54	0,23
Lagunemisaste		0,60	0,83	0,88	0,91	0,35
pH juunis			0,68	0,50	0,54	-0,02
pH septembris				0,88	0,89	0,03
Tuhasus					1	0,16
CaO						0,16

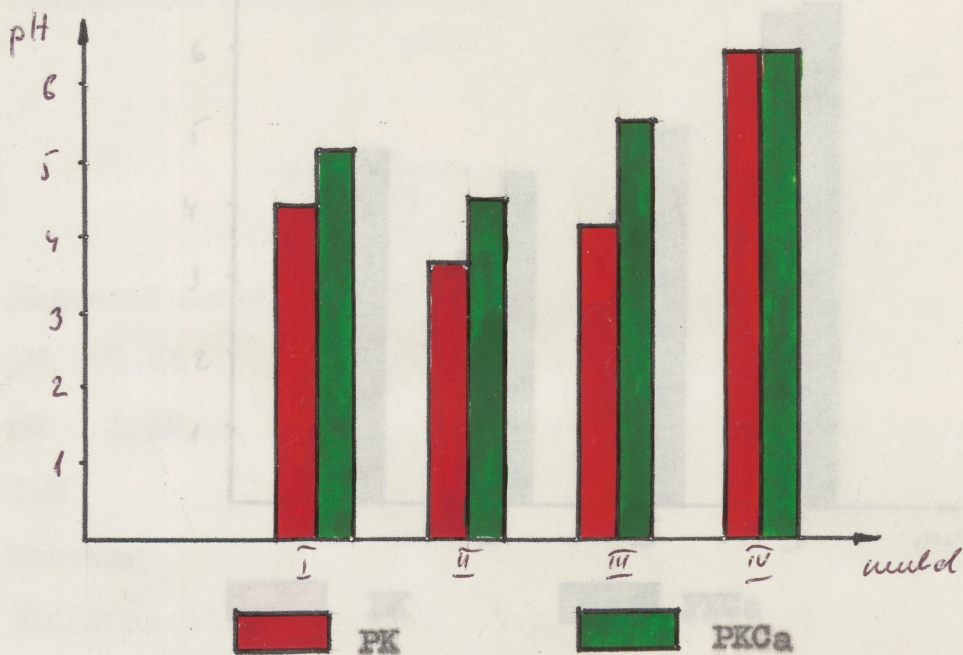
2. Katsemuldade happesusest

Kultuurtaimede kultiveerimisega kaasnev väetamine mineeraalväetistega mõjutab vähesel määral madaloomulda deaktsiooni. pH mõningast tõusu põhjustab taimede kultiveerimine nii vähe lagunenud kui ka hästi lagunenud madaloomuldadel, kuna keskmiselt lagunenud madaloomulla pH-d taimede kultiveerimine ei mõjuta (tabel 5).

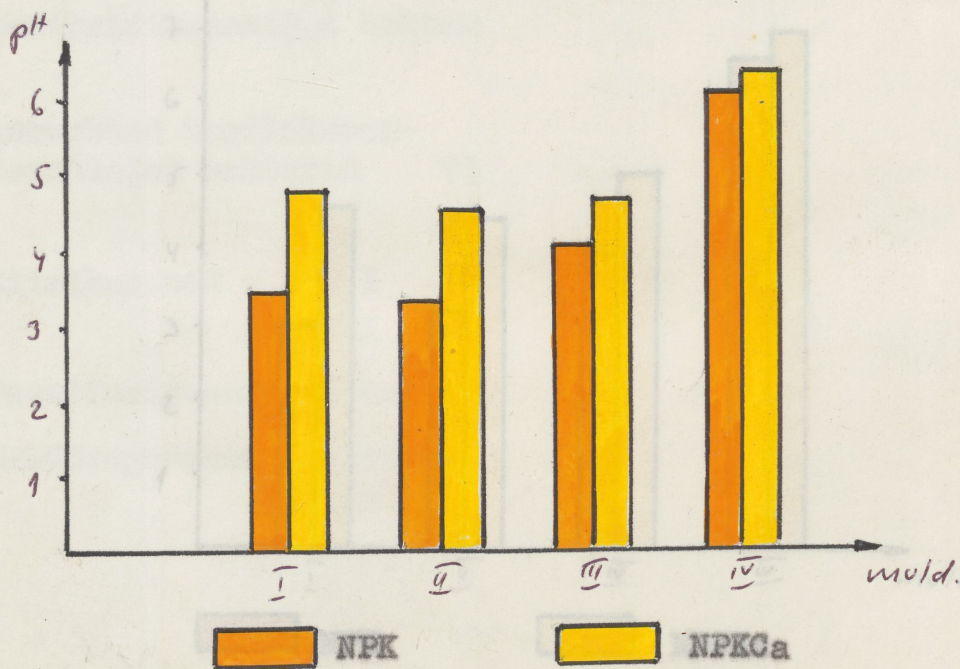
Lubiväetiste mõjul tõuseb vähe- ja keskmiselt lagunenud madaloomuldade pH. Hästi lagunenud madaloomulla pH nii PK kui ka täisväetise foonil praktiliselt ei muutu (joon. 2-5)

Korrelatsioonanalüüs näitab madaloomulla pH positiivset sõltuvust lubiväetisest ($r = 0,40$ p.)

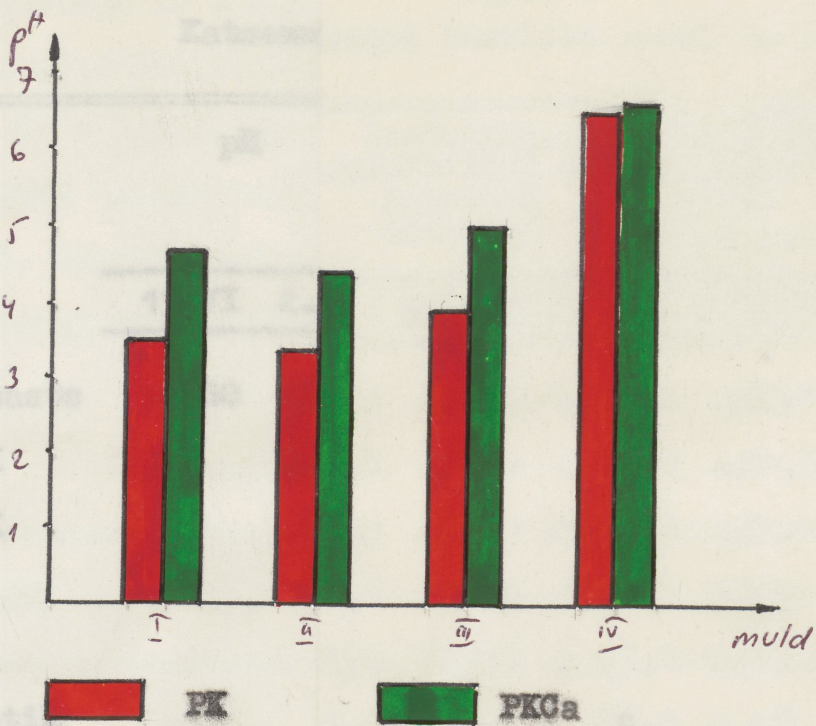
Seaduspärane on mulla pH kõrge positiivne korrelatsioon



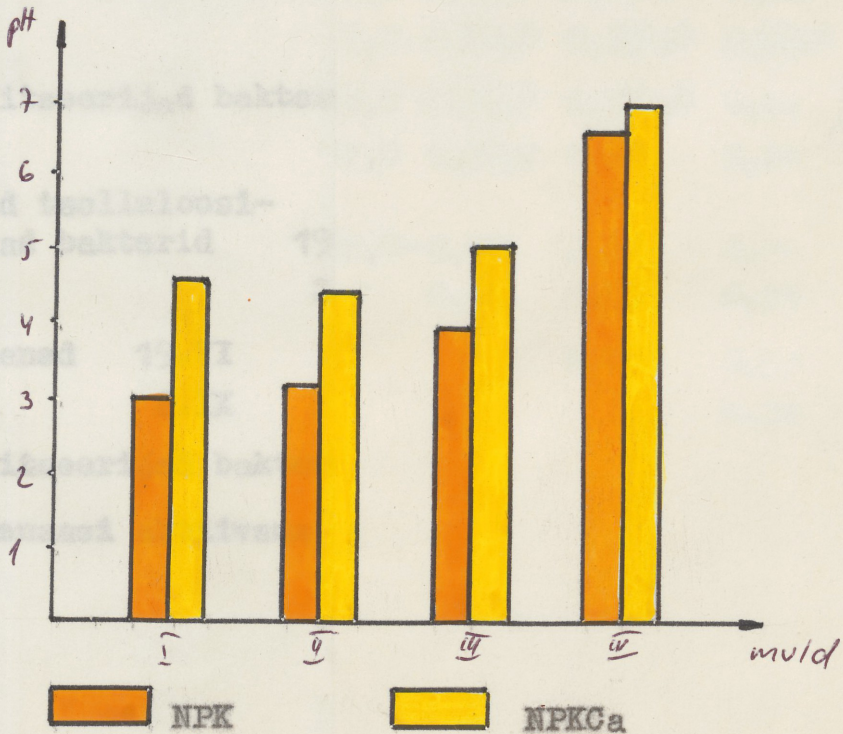
Jooni Joonis 2: Lubiväetise mõju mulla happesusele
PK väetise foonil (19.VI).



Jooni Joonis 3: Lubiväetise mõju mulla happesusele
NPK väetise foonil (19.VI).



Joonis 4: Lubiväetise mõju mulla happesusele PK väetise foonil (septembris).



Joonis 5: Lubiväetise mõju mulla happesusele NPK väetise foonil (septembris).

Tabel 4

Katsemuldade keemiliste ja mikrobioloogiliste näitajate vahelised korrelatiivsed seosed (r)

	pH		CaO	Tuhasus	Uldlammastik	Sporogeensed bakterid		Nitrifitseerijad bakterid		Denitrifitseerijad bakterid		Aeroobsed tselluloosilagundajad bakterid		Kiirikseened		Desulfuritseerijad bakterid	Dehüdrogenaasi aktiivsus	
	19.VI	2.IX				19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX			19.VI
Lagunemisaste	0,60	0,83	0,91	0,88	0,35	0,93	0,57	0,48	0,20	0,78	0,59	0,54	0,26	0,56	0,11	0,62	0,71	
pH 19.VI		0,68	0,54	0,50	-0,02	0,67	0,52	0,47	0,29	0,46	0,39	0,56	0,33	0,49	0,47	0,21	0,37	
pH 2.IX			0,89	0,88	0,03	0,88	0,63	0,67	0,44	0,86	0,64	0,40	0,40	0,78	0,52	0,66	0,60	
CaO				1	0,16	0,88	0,55	0,62	0,35	0,91	0,56	0,43	0,34	0,70	0,23	0,75	0,71	
Tuhasus					0,16	0,85	0,52	0,63	0,36	0,91	0,54	0,41	0,32	0,72	0,23	0,75	0,69	
Uldlammastik						0,21	-0,16	-0,06	-0,37	0	0,62	0,33	-0,52	0,18	-0,39	0,02	0,04	
Sporogeensed bakterid 19.VI							0,50	0,51	0,11	0,85	0,62	0,48	0,35	0,60	0,36	0,71	0,58	
2.IX								0,36	0,29	0,48	0,52	0,32	0,39	0,29	0,29	0,44	0,76	
Nitrifitseerijad bakterid 19.VI									0,56	0,47	0,18	0,18	0,53	0,61	0,57	0,32	0,23	
2.IX										0,25	0,25	0,08	0,52	0,44	0,23	0,09	0,34	
Denitrifitseerijad bakterid 19.VI											0,53	0,39	0,40	0,74	0,36	0,68	0,68	
2.IX												0,04	0,12	0,36	0,12	0,64	0,64	
Aeroobsed tselluloosilagundajad bakterid 19.VI													-0,19	0,48	0,32	0,14	0,39	
2.IX														0,17	0,65	0,39	0,16	
Kiirikseened 19.VI															0,40	0,53	0,43	
2.IX																0,28	-0,08	
Desulfuritseerijad bakterid 2.IX																		0,67
Dehüdrogenaasi aktiivsus 2.IX																		

lubjasisaldusega ($r = 0,88$) ja tuhasusega ($r = 0,89$).

Mulla reaktsioonil on tugev positiivne seos denitrifitseerijate ($r = 0,86$), sporoogeensete ($r = 0,88$) ja tselluloo-silagundajate bakteritega ($r = 0,56$) ning kiirikseentega ($r = 0,78$). Mikroseened kasvukeskkonna happesusega usutavat korrelatsiooni ei oma (tabel 4).

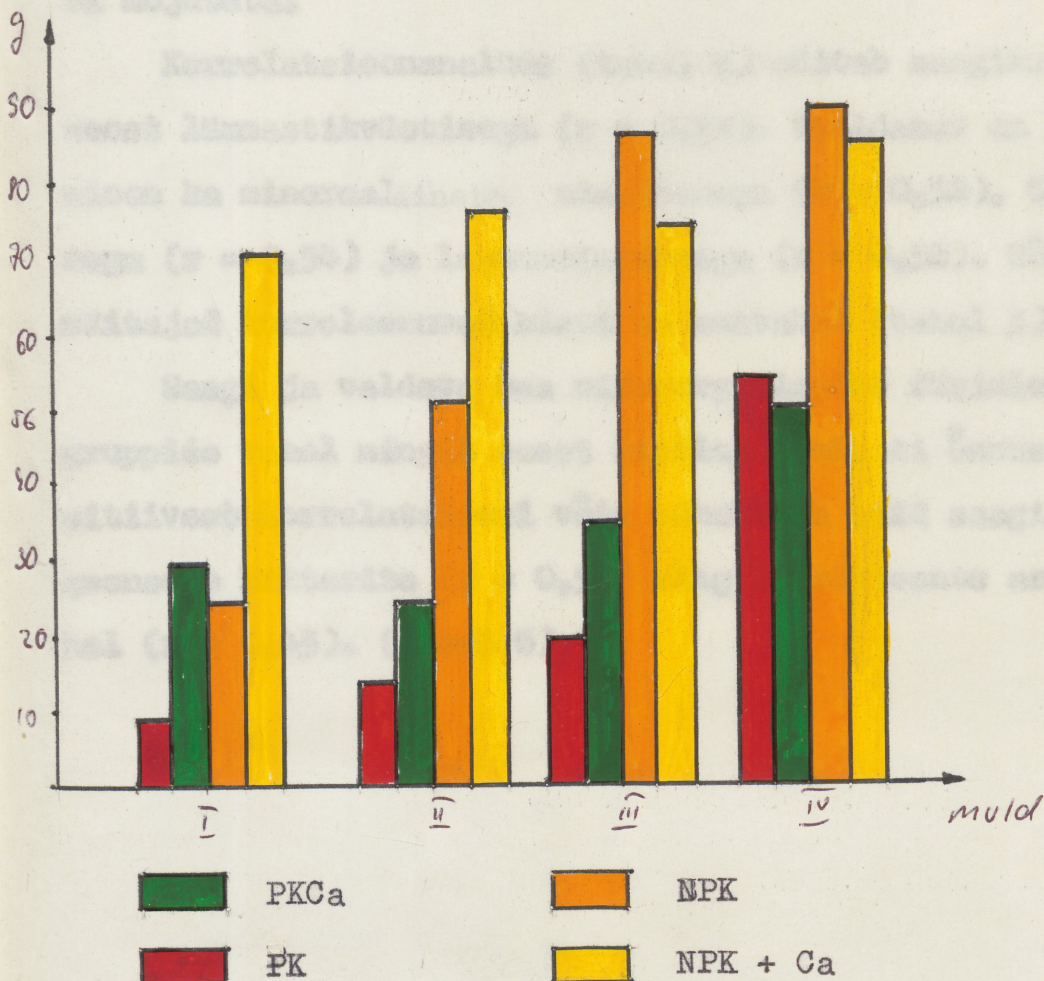
Tabel 5

Katsemuldade happesus

Muld	Väetis-variant	Lähtemulla pH	Katsemulla pH	
			19.VI	2.IX
I	PK	3,0	4,4	3,5
	PKCa	3,0	5,1	4,6
	PKN	3,0	3,5	3,0
	PKNCa	3,0	4,8	4,6
II	PK	3,6-3,7	3,6	3,4
	PKCa	3,6-3,7	4,5	4,4
	PKN	3,6-3,7	3,3	3,1
	PKNCa	3,6-3,7	4,6	4,3
III	PK	3,9-4,0	4,1	3,9
	PKCa	3,9-4,0	5,6	5,0
	PKN	3,9-4,0	4,1	3,9
	PKNCa	3,9-4,0	4,7	5,1
IV	PK	5,0-5,1	6,4	6,5
	PKCa	5,0-5,1	6,4	6,8
	PKN	5,0-5,1	6,1	6,6
	PKNCa	5,0-5,1	6,4	6,8

3. Väetiste mõjust timuti saagikusele

Andmed timutisaagi kohta on toodud lisas ja joonisel nr.1.



Joonis 1: Timutisaak katsemuldadel 1975.a.
(kuivainena).

1975.a. timutisaagi andmed näitavad, et vähe- ja keskmiselt lagunenud madalsoomullal on lubiväetis tõstnud saaki nii PK kui ka NPK foonil. III katsemullal on lubiväetis suurendanud saaki ainult PK foonil. Kõige kõrgema saagi andis keskmiselt

selt lagunenud (35%) madalloomullal NPK väetisega variant. Lubiväetise lisaaine mõjutab vähe saagikust.

Ka hästi lagunenud mullal saadakse suurim saak NPK variantidelt, kusjuures lubiväetisega variantidel saaki oluliselt ei mõjutata.

Korrelatsioonanalüüs (tabel 6) näitab saagikuse tihedat seost lämmastikväetisega ($r = 0,71$). Usaldatav on korrelatsioon ka mineraalainete sisaldusega ($r = 0,52$), CaO sisaldusega ($r = 0,54$) ja lagunemisastmega ($r = 0,58$). Kõik need näitajad korreleeruvad hästi ka omavahel (tabel 3).

Saagi ja valdava osa mikroorganismide füsioloogiliste gruppide vahel mingit seost kindlaks teha ei õnnestunud. Positiivset korrelatsiooni võis täheldada vaid saagi ja sporegeensete bakterite ($r = 0,53$) ning kiirikseente arvukuse vahel ($r = 0,43$). (Tabel 6).

Tabel 6

Katsemuldade saagiandmete ja mikrobioloogiliste näitajate vahelised korrelatiivsed seosed (r).

	Läin- maastik- võetis	Lubiv- võetis	pH		Bakterid TAA-1		Sporogeensed bakterid		Kiirikseened	
			19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX
Saak	0,71	0,19	0,27	0,57	-0,21	-0,30	0,53	0,35	0,43	0,33
Läinmaastikvõetis		0	-0,16	-0,03	-0,48	-0,44	0	-0,05	-0,06	0,16
Lubivvõetis			0,40	0,38	0,42	0,18	0,27	0	0,44	0,69
pH 19.VI				0,68	0,37	0,22	0,67	0,52	0,49	0,47
pH 2.IX					0,04	0,15	0,88	0,63	0,78	0,52
Bakterid TAA-1										
19.VI						0,63	-0,11	0,14	0,08	0,43
02.IX							-0,08	-0,05	0,24	0,35
Sporogeensed bakterid										
19.VI								0,50	0,60	0,36
02.IX									0,29	0,29
Kiirikseened										
19.VI										0,40

4. Väetiste mõjust madalloomulla mikroorganismide arvukusele

4.1. Vähelagunenud madalloomuld

Vähelagunenud madalloomuld (lagunenisaste 20%) on mikroorganismide poolest võrdenisi rikas (tabel 7). Valdava osa analüüsitud mikroobirühmade arvukus on juunis kõrgem kui septembris .

Selgub, et vähelagunenud madalloomullas tõuseb lubiväetise toimet ammonifitseerijate, sporoogeensete bakterite, nitrifitseerijate, denitrifitseerijate ja kiirikseente arvukus nii PK kui ka NPK foonil. NPK foonil tõuseb tunduvalt ka desulfuritseerijate hulk.

Täisväetisega mullas on PK variandiga võrreldes tunduvalt vähenenud TAA-l kasvavate bakterite, nitrifitseerijate, denitrifitseerijate bakterite, tselluloosilagundajate mikroobide ja desulfuritseerijate arvukus, tõusnud on mikroseen-
te hulk (tabel 7).

Ammonifitseerijatest bakteritest domineerib vähelagunenud madalloomullas perekond Pseudomonas.

Sporoogeensed bakterid moodustavad bakterite üldarvust väikese osa. Suhteliselt arvukalt on esindatud Bacillus cereus, Bac. mycoideus ja Bac. megaterium, vähesel määral leidub liike Bac. subtilis, Bac. cyanogenus, Bac. idosus ja Bac. polynyxus (tabel 11).

Mikroseeni esineb vähelagunenud madalloomullas võrdlemisi arvukalt. Nii juunis kui ka septembris domineerib uuritud muldades perekond Penicillium, rohkesti leidub perekonda

Tabel 7

Mikroorganismide arvukus vähelagunenud madalsoomullas
(tuhandetes 1g kuiva mulla kohta)

Väetis- variant	Bakterid LPA-l		Bakterid TAA-l		Sporogeen- sed bakterid		Nitrifit- seerijad bakterid	
	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX
PK	69000	31000	30000	19000	60	30	20	34
PKCa	100000	44000	70000	22000	75	140	40	35
NPK	75000	6000	14000	100	90	10	10	0,3
NPKCa	110000	13000	30000	15000	130	300	30	3

Denitrifit- seerijad bakterid	Aeroobsed tealluloosi- lagundajad bakterid				seened		Kiirik- seened		Võihappe- bakterid	
	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX
70	10	1,7	8	3	2	100	90	50	40	
500	170	1,3	10	2	2	400	600	500	70	
50	1	0,8	1	0,2	0,4	100	100	450	40	
30	800	0,2	6	6	0,6	120	500	300	800	

Anaeroobsed lõhnastiku- sidujad bakterid		Desulfurit- seerijad bakterid		Mikro- seened	
19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX
2	40		0,7	1100	440
16	20		0,6	1400	220
4	10		0,3	1500	680
20	15		1,0	1600	1000

Tabel 8

Mikroorganismide arvukus keskmiselt lagunenu (25-30%) madalloomullas
(tuhandetes 1g kuiva mulla kohta)

Väetis-variant	Bakterid LPA-1		Bakterid TAA-1		Sporogeensed bakterid		Nitrifitseerijad bakterid		Denitrifitseerijad bakterid		Aeroobsed lagundajad bakterid		tselluloosi-seened		Kiirik-seened	
	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX
PK	40000	4000	200000	1000	90	20	1	1	6	3	2	0,2	1	0,08	100	60
PKCa	90000	14000	30000	5000	200	70	40	7	35	70	8	0,5	3	0,1	400	200
NPK	50000	7000	18000	500	190	25	7	2	45	1	0	0,2	1	0,08	200	40
NPKCa	80000	24000	19000	5000	100	40	50	10	330	20	6	0,3	7	0,1	500	100

Võihappebakterid	Anaeroobsed lämmastikusidujad bakterid		Desulforitseerijad bakterid		Mikro-seened	
	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX
200	60	60	6	2	2	1000 700
1500	50	150	10		0,4	600 500
300	80	10	8		0,8	2000 1600
300	50	3000	60		0,5	1000 1700

Trichoderma ja Mortierella liike, vähemal määral on esinenud perekond Mucor. Juunis leidis perekonna Fusarium esindajaid, kuid septembrikuus neid leida ei õnnestunud (tabel 12).

4.2. Keskmiselt lagunenu (20-30%) madalloomuld

Keskmiselt lagunenu (25-30%) madalloomullal on bakterite üldine arvukus väiksem kui vähelagunenud (20%) madalloomullal (tabel 8). Septembris võib täheldada kõikide määratud mikroobigruppide arvukuse langust.

Lubivõetise toisel on oluliselt suurenenud ammonifitseerijate ja sporoogeensete bakterite, nitrifitseerijate, denitrifitseerijate, anaeroobsete liimastikusidujate ning desulfuritseerijate bakterite, tselluloosilagundajate mikroobide ja kiirikseente arvukus.

Keskmiselt lagunenu madalloomulla NPK variandil on PK variandiga võrreldes suurenenud bakterite üldine arvukus, nitrifitseerijate, võihappebakterite ja mikroosente hulk, vähenenu on aga TAA-l kasvavate bakterite ja desulfuritseerijate bakterite arvukus (tabel 8).

Ammonifitseerijatest asporogeensetest bakteritest domineerib perekond Pseudomonas.

Juunis esinevad keskmiselt lagunenu madalloomullal asporogeensetest bakteritest Bac. _mycoides, Bac. _Cephus, Bac. _megaterium ja Bac. _Cyanogenes ja vähesel määral ka Bac. _subtilis. Bespooltooduke lisanduvad septembris Bac. _polymyxa ja Bac. _idocus.

II katsemullal domineerib nii juunis kui ka septembris

Tabel 9

Mikroorganismide arvukus keskmiselt lagunenu (35%) madalsoomullas
(tuhandetes 1g kuiva mulla kohta)

Väetis-variant	Bakterid LPA-1		Bakterid TAA-1		Sporogeensed bakterid		Nitrifitseerijad bakterid		Denitrifitseerijad bakterid		Aeroobsed tselluloosilagundajad		Kiirikseened			
											Bakterid		Seened			
	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX		
PK	70 000	25 000	590 000	3 000	300	300	0,2	2	200	150	13	1	8	1,5	200	50
PKCa	140 000	20 000	40 000	5 000	400	150	20	10	30	3000	0,7	2	20	1	200	200
NPK	30 000	30 000	10 000	3 000	300	150	0,7	1	3	10	0	8	40	1	30	60
NPKCa	200 000	50 000	40 000	5 000	400	100	30	7	800	20	13	4	3	1	300	300

Võihappebakterid	Anaeroobsed lämmastikusidujad bakterid		Desulfuritseerijad bakterid		Mikro-seened	
	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX
4 000	100	200	50		0,7	1400 700
2 500	70	0,6	200		0,4	5000 400
3 000	300	7	300		0,6	3000 600
300 000	300	300	70		0,6	13000 600

Bac. cereus (tabel 11).

Mikroseeente hulk on keskmiselt lagunenu (25-30%) madalsoomulla lubiväetisega variandil pisut langenu (tabel 8). Selle mulla kõikidel variantidel domineerivad perekonna Penicillium liigid. Rohkesti esineb ka mikroseeeni perekonnast Trichoderma ja Mortierella, vähem oli perekonna Mucor esindajaid. Perekonna Fusarium liike esineb praktiliselt ainult juunis (tabel 12).

4.3. Keskmiselt lagunenu (35%) madalsoomullad

Bakterite üldine arvukus on keskmiselt lagunenu (35%) madalsoomullal (III katsemuld) peaaegu sama suur kui vähelagunenud madalsoomulla bakterite arvukus (tabel 9).

Ammonifitseerijatest domineerib III katsemullal perekond Pseudomonas, esines ka Mycobacterium.

Lubiväetise toime suureneb TAA-l kasvavate bakterite, nitrifitseerijate bakterite ja kiirikseente arvukus.

Lämmastikväetise mõjul on III katsemullas vähenenu TAA-l kasvavate, sporogeensete ja denitrifitseerijate bakterite hulk.

Keskmiselt lagunenu (35%) madalsoomulda iseloomustab sporogeensete bakterite suhteliselt kõrge arvukus ja liigirohkus. Suur on liikide Bac. cereus, Bac. megateriumi ja Bac. mycoides hulk, tagasihoidlikumal arvul on esindatud Bac. idosus, Bac. pumilis ja Bac. ^{subtilis} megatericus. Juunis domineerib Bac. megaterium, septembris aga Bac. cereus, kuna Bac. megaterium esineb nüüd hoopis vähesel määral (tabel 11).

Ka mullaseeni on III katsemullal võrdlemisi arvukalt. Domineerib perek. Penicillium ³⁶ rohkesti on Trichoderma ja

Tabel 10

Mikroorganismide arvukus hästi lagunenu määlsoomullas
(tuhandetes 1g kuiva mulla kohta)

Väetis- variant	Bakterid LPA-1		Bakterid TAA-1		Sporogeensed bakterid		Nitrifit- seerijad bakterid		Denitri- fitseerijad bakterid		Aeroobsed tselluloosi- lagundajad bakterid seened				Kiirik- seened	
	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX
PK	50000	30000	20000	6000	500	400	50	30	3500	2500	6	6	3	0,3	500	100
PKBa	60000	30000	30000	7000	700	200	10	10	3500	2000	11	3	1	0	520	300
NPK	80000	40000	20000	7000	400	300	100	50	1000	1000	9	6	1	0	470	300
NPKCa	60000	40000	20000	6000	800	200	100	10	3000	1000	4	12	0,8	0	480	700

Võihappebakte- rid	Anaeroobsed lämmastiku- sidujad bakterid		Desulfurit- seerijad bakterid		Mikrosee- ned			
	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX		
	800	60	400	30	12	400	400	300
	3000	100	400	10		6	500	200
	300	100	20	3		0	300	300
	700	200	90	10		10	300	200

Mortierella liike. Perokond Mucor esindajaid leidub vähesel määral, Fuzarium liike leidub ainult juunis (tabel 12).

4.4. Hästi lagunenuvad madalsoomullad

Hästi lagunenuvad (45%) madalsoomullal (IV muld) on bakterite üldine arvukus võrreldes keskmiselt lagunenuvad (III muld) madalsoomullaga pisut väiksem (tabel 10). Septembris on kõikide mikroorganismigruppide arvukus hästi lagunenuvad madalsoomullas langenud juunikuuga võrreldes. Hästi lagunenuvad madalsoomulla erisuguste väärtisvariantide vahel bakterite üldise arvukuse hüppelisi muutusi ei ole.

Hästi lagunenuvad madalsoomulla lubiväärtisega variantidel (nii PK kui ka NPK foonil) tõuseb kiirikseente ja väärtisbakterite arvukus. PK foonil tõuseb lupjamise mõjul ka ammofitiseerijate bakterite hulk, NPK foonil lubiväärtise mõjul aga nende arvukus väheneb. Lubiväärtise mõjul on hästi lagunenuvad madalsoomullal langenud nitrifitseerijate bakterite arvukus, mis lupjamata variantides on väga suur, ulatudes kohati üle saja tuhande 1 g mulla kohta.

Hästi lagunenuvad muldadesse NPK variandil võib täheldada LPA-l kasvavate bakterite ja nitrifitseerijate bakterite arvukuse tõusu. Väheneb denitrifitseerijate, sporegeensete bakterite, anaeroobsete lämmastikusidujate bakterite ja mikro- seente arvukus, kuna desulfuritseerijad bakterid puuduvad hästi lagunenuvad madalsoomullal lämmastikväärtisega variandil hoopis.

Saprobiootsetest bakteritest domineerib hästi lagunenuvad madalsoomullas perokond Pseudomonas.

Tabel 11

Sporogeensete bakterite liigiline koostis ja nende arvukus katsemuldades
(tuh. 1 g kuiva mulla kohta)

Muld	Väetis-variant	<u>Bac. cereus</u>		<u>Bac. mycoides</u>		<u>Bac. megaterium</u>		<u>Bac. subtilis</u>		<u>Bac. cyanogenes</u>		<u>Bac. pumilis</u>		<u>Bac. idosus</u>		<u>Bac. polymyxa</u>	
		19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX
I	PK	0,3	9		3	8,0	6	0,3			0,3				1,0		
	PKCa		6,0	4,0	100	23	7								0,2		0,2
	PKN	43,0	6,0	34	1,5	1,0	2								0,5		
	PKNCa	10	300	32	0,9	14			3,0								
II	PK	11	5,0	0,5	5,0		1,1										
	PKCa	53	36	15,0	4,0	7,0	1,3	3,1		9	0,3				0,5		
	PKN	12,0	8,0	12,0	8		1,6		0,4	32,0					0,2		0,4
	PKNCa	12	17		5,5		0,3	4	0,1	32,0	0,5				0,1		
III	PK	64	190	24	24	20				11				3,0	10		
	PKCa	24	60	17	10	240	6			34					7	10	
	PKN	51	70	18		170	4		2	12	6	5,0		20	12		
	PKNCa	74	60		4,0	270	4		2	25	10	25		15,0	12	2	
	PK	150	190	92	50	90	10		8					12	3	40	0,2
	PKCa	240	80	94	47	140	5			6,0		6,0		13,0	5	6,0	
	PKN	100	140	24	54	100	7	8,0	7				16			8,0	5
	PKNCa	290	80	180	30	180	10		10	8,0	2	40		8,0		8,0	

Mõnede mullasente perekondade arvukus kataemuldades
(tuhandedes 1 g kuiva mulla kohta)

Muld	Väetis-variant	<u>Penicillium</u>		<u>Mortierella</u>		<u>Trichoderma</u>		<u>Mucor</u>		<u>Fusarium</u>		<u>Absidia</u>	
		19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX	19.VI	2.IX
I	PK	840	260		15	70	90		15				
	PKCa	500	140		4,0	50	50	30	40	20			
	NPK	920	360	360		23	160	100	70	20			
	NPK Ca	280	600	80	50	30	30	50	20				
II	PK	720	360	4690	60	24,0	70	20	15	20			
	PK Ca	315	260	120	90	90	60	9	17	26			
	NPK	130	750	70	250	150	80		10	60			
	NPK Ca	160	1300	240	130		50	20	20	50	8		
III	PK	160	350	200	120	140	80	40		80			
	PK Ca	600	210	60	50	130	100		10	25			
	NPK	600	330	170	120	80	70			30			
	NPK Ca	150	360		40	100	110	120	9	100			
IV	PK	45	45		50	100		50		50			
	PK Ca	300	16		70	30	16	80		16			
	NPK	200	15		150	30		30		30			
	NPK Ca	100				60		71		45			200

Sporogeensete bakterite hulk on hästi lagunenu madal-
mullas märgatavalt kõrgem kui teistes uuritud muldades (I, II
ja III muld). Bakterite üldarvust moodustavad sporogeensed
bakterid siiski vaid väikese osa (0,4-1,4%). Sporogeensete
bakterite domineerivaks liigiks on Bac. cereus, rohkesti on
liikide Bac. mycoides ja Bac. megaterium esindajaid, har-
vem esinevad Bac. subtilis, Bac. pumilus, Bac. idogus, Bac.
polymyxa (tabel 11).

Denitriifitseerijaid baktereid on hästi lagunenu madal-
soomullal väga palju. Tselluloosilagundajate bakterite arvu-
kus ületab tunduvalt tselluloosi lagundavate seente arvukuse.
Septembris tselluloosilagundajaid seeni peaaegu ei olegi.

Hästi lagunenu madal-soomullas domineerib seentest pere-
kond Penicillium, rohkesti on perekondade Trichoderma ja
Mucor liike. Juunis leidub suhteliselt palju perekonna
Fusarium liike, kuid perekonna Mortierella esindajaid ei
õnnestunud leida. Septembris perekonna Fusarium liigid puu-
duvad, Mortierella esineb aga arvukalt. NPK foonil taletatud
variandil domineerivad perekond Ascidia esindajad (tabel 12).

5. Katsemuldade dehüdrogenaasne aktiivsus

Katseandmetest selgub, et uuritavate madal-soomuldade
dehüdrogenaasne aktiivsus on väga madal ning avaldub vaid
vähe- ja hästi lagunenu madal-soomuldadel (tabel 13).

Vähelagunenud madal-soomullas on dehüdrogenaasne aktiivsus
lubivõetise mõjul pisut tõusnud.

Uuritud madal-soomuldade dehüdrogenaasne aktiivsus on ti-

hedas positiivses korrelatsioonis mulla mineraalainete ($r = 0,81$) ja lubjasisaldusega ($r = 0,81$) lagunemisastmega ($r = 0,71$) ning pH-ga ($r = 0,60$).

Tugevat positiivset korrelatsiooni võib täheldada mulla dehüdrogenaase aktiivsuse ja sporegeensete bakterite ($r = 0,76$), denitrifitseerijate ($r = 0,85$) ning desulfuritseerijate bakterite ($r = 0,77$) arvukusega.

Timuti saagikuse ja madalloomulla dehüdrogenaase aktiivsuse vahel usaldatavat seost ei leitud.

Tabel 13.

I ja IV katsemulla dehüdrogenaasne aktiivsus

Muld	Väetis-variant	Dehüdrogenaas TTK 1g kuivas mullas
I	PK	0,06
	PKCa	0,09
	NPK	0,05
	NPKCa	0,08
IV	PK	0,7
	PKCa	0,3
	NPK	0,33
	NPKCa	0,2

IV. ANDMERE ARUTELU

Uurimuste tulemusel leiti lagunemisastme positiivne seos mulla keemiliste ja füüsikalise-keemiliste omadustega. Tabelis 3 toodud korrelatsioonikoefitsiendid illustreerivad üldtuntud tõde, et hästi lagunenud madalsoomullad, mida iseloomustab kõrge pH, sisaldavad rohkesti mineraalühendeid.

Suhteliselt madal (kuigi usaldatav) on lagunemisastme positiivne seos madalsoomulla üldhämmastiku¹ sisaldusega ($r = 0,35$; $p = 0,33$). Madalsoomuld sisaldab suurel hulgal hämmastikku, millest ainult osa on taimedele kättesaadav nn. liikuva hämmastiku kujul. Liikuva hämmastiku sisaldus sõltub alati soomulla lagunemisastmest, üldhämmastikusisaldus on aga lagunemisastme⁹ nõrgas positiivses seoses. Üeldut illustreerib ka tabel 1, kus on toodud uuritavate madalsoomuldade keemilised omadused. Kõige kõrgem on üldhämmastikusisaldus keskmiselt lagunenud (25-30%) madalsoomullas. Hästi lagunenud madalsoomuld sisaldab üldhämmastikku vähem kui keskmiselt lagunenud madalsoomullad.

Oluline on lagunemisastme kõrge positiivne korrelatsioon sporogeensete bakterite arvukusega (tabel 4), sest just need mikroorganismid osalevad mineralisatsiooniprotsessi hilisematel etappidel.

Tabelist 5 selgub, et vähelagunenud madalsoomulla pH on PK variandi mullas tõusnud ka ilma lubiväetiseta. Kultuuristamata vähelagunenud madalsoomuld on teatavasti mikroorganismide poolest väga vaene ning mõned mikroorganismide grupid puuduvad seal täiesti. Mulla kultuuristamise tagajärjel in-

tensiivistuvad seal mikrobioloogilised protsessid, paranevad mulla omadused, muuhulgas väheneb ka mulla happesus.

Võrreldes lähtemullaga on happesus vähenenud ka väga kõrge tuha- ja CaO sisaldusega hästilagunenud madalsoomullal (tabel 5). pH tõusu võis põhjustada ka intensiivne denitriifikatsiooni protsess hästi lagunenud madalsoomullal (tabel 10).

Katseandmed näitavad, et lupjamine mõjutab vähe madalsoomulla happesust, kui selle pH on 5,0 või üle selle (tabel 5, joonised 2-5).

Lubiväetise toime olenevust mulla happesusest kinnitab ka suhteliselt nõrk positiivne korrelatsioon lubiväetise ja pH vahel ($r = 0,40$).

Happesuse vähenemisega kujunevad mulla mikroorganismidele soodsamad elutingimused. Sellega seletub ka mitmete mikroobirühmade (kiirikseened, sporoogeensed bakterid, tselluloolagundajad bakterid, nitriifitseerijad) arvukuse positiivne seos pH-ga.

Käesolevates katsetes mikrosete arvukus ei ole mulla happesusega usutavas korrelatsioonis. Mõned teadlased on aga leidnud, et mikrosete arvukus on negatiivses seoses mulla pH-ga (Rätsep jt., 1972). Niisuguste korrelatiivsete seoste esinemist põhjendatakse seente omadustega produtseerida happelise iseloomuga ühendeid. Ilmselt käesoleval juhul mulla-seente metaboliidid ei ole oluliselt tõstnud mulla happesust.

Vaadeldes mikroorganismide arvukust uuritud madalsoo-
muldades võib märgata, et kultuuristamise tõttu ei ole suuri
erinevusi mikroorganismide arvukuses erisuguste katsemuldade
vahel.

Tunduvalt on tõusnud vaid denitrifitseerijate bakterite
arvukus hästi lagunenu madalsoomullas (tabel 10). V.Tohvri
andmetel parandab mulla kuivendamine denitrifitseerijate
kasvutingimusi. Hea aeratsiooni puhul tugevneb lämmastiku
sidumine denitrifitseerijate rakuaines ja vähenevad nitraa-
tide kaod mullas. (Тоxвер, 1972; Tohver, 1973). Meie andmed
kinnitavad V.Tohvri seisukohta, mille kohaselt denitrifit-
seerijate intensiivne arenemine kultuuristatud soomullas ei
takista kõrgete taimesaakide kujunemist.

Katseandmetest selgub, et lubiväetis mõjutab kõige roh-
kem happelisi vähe- ja keskmiselt lagunenu (20-30%) madal-
soomuldi. Neis muldades suurendab lupjamine bakterite kasvu-
tingimusi parandades ammonifitseerijate, sporogeensete bak-
terite, nitrifitseerijate, denitrifitseerijate desulfurit-
seerijate bakterite, kiirikseente ja mõningal määral ka
aeroobsete tselluloosilagundajate mikroorganismide arvukust
nii PK kui ka NPK foonil (tabelid 7 ja 8). III katsemullal
on lubiväetise mõju vähem märgatav kui I ja II mullal (tabel
9).

Hästi lagunenu madalsoomullal suurendab lupjamine ainult
kiirikseente hulka (tabel 10), Kiirikseente arvukuse ja lubi-
väetise vahel on ka tugev positiivne korrelatsioon (tabel 6).
Toodud andmed räägivad kiirikseente tundlikkusest kasvukesk-
konna pH suhtes.

Kuigi üldlämmastikusisaldus uuritud madalsoomuldades ei ole väike (tabel 1), tõstab lämmastikväetis tunduvalt timuti saagikust. See asjaolu viitab taimedele kättesaadava lämmastiku vähesusele uuritavates madalsoomuldades. Lämmastikväetis on timuti saagikusega tihedas positiivses korrelatsioonis ($r = 0,71$) (tabel 6). Lämmastikväetise ja mikroorganismide arvukuse vahel usaldatavat positiivset korrelatsiooni ei ole. See tähendab, et kergesti omastatavad lämmastikühendeid kasutavad eelkõige taimed. Kirjanduses leidub andmeid, et mineraalväetistega antav lämmastik pole mikroorganismide arenguks hädavajalik, kuigi osa lämmastikväetisest kasutatakse ka mikroorganismide poolt. Taimede toitumise seisukohast on omastatavatel lämmastikühenditel aga esmasjärguline tähtsus (Gurfel ja Lasting, 1972).

Lämmastikväetise lisamisel PK väetisele langes vähelagunenud madalsoomullas TAA-1 kasvavate bakterite, nitrifitseerijate ja denitrifitseerijate bakterite aeroobsete tselluloosilagundajate mikroobide ning desulfuritseerijate bakterite arvukus. Lubiväetis aga tõstab vähelagunenud madalsoomullas NPK foonil kõikide eespool toodud mikroobirühmade hulka (tabel 7) ja vähendab ka mulla happesust (tabel 5). Oluliselt tõuseb timutisaak (joonis 1).

Järelikult vähelagunenud madalsoomullale tuleb koos täisväetisega anda ka lubiväetisi.

Keskmiselt lagunenud (25-30%) madalsoomullas suurendas NPK väetis bakterite üldist arvukust, nitrifitseerijate ja võihappebakterite hulka (tabel 8). NPK variandil on ka timutisaak tunduvalt suurem kui PK variandil (joonis 1). Lubiväetis

lisamisel tõuseb peaaegu kõikide bakterite arvukus (tabel 8) ja timutisaak veelgi (joonis 1). Lämmastikväetis tõstab järelilikult keskmiselt lagunenu (25-30%) madalloomulla mikrobioloogilist aktiivsust ja timuti saagikust, lupjamine suurendab siin lämmastikväetise efektiivsust veelgi.

Ka hästi lagunenu madalloomulla NPK variandil on timutisaak kõrge (joonis 1) kuid lupjamine timutisaaki oluliselt ei mõjuta. Võrreldes NPK variandiga on IV katsemullal lubiväetise mõjul tõusnu vaid võihappebakterite, anaeroobsete lämmastikusidujate ja desulfuritseerijate hulk, kuna teiste mikroorganismide arvukus pole oluliselt muutunu (tabel 10). Seega võib öelda, et lubiväetis tõstab väetise efektiivsust ainult vähe- ja keskmiselt lagunenu (20-30%) madalloomullades.

Korrelatsioonanalüüsil saadud andmed näitavad positiivset seost saagi ja sporogeensete bakterite ning kiirikseente arvukuse vahel (tabel 6). Need andmed langenu täielikult kokku L.Rätsepa jt. katsetulemustega. (Rätsep jt., 1972).

Nende bakterite esinemu mullas viitab mulla püsivamate orgaaniliste ühendite lagunemisele madalloomullas. Kaugele arenenu mineralisatsiooniprotsessid loovu soodsad tingimused saagi kujunemiseks.

Võib arvata, et kõrge taimesaagi moodustumine ei ole seotud kõikide mullas leiduvate bakterigruppide arvukusega. Meie katses avaldu lämmastikväetise ja taimesaagi vaheline positiivne seos ($r = 0,71$), kuna lämmastikväetise ja bakterite üldise arvukuse vahel tehti kindlaks usavaldatav negatiivne korrelatsioon ($r = -0,48$). Nagu näidati eespool, olid mikroorganismidest saagiga positiivses seoses ainult sporogeensed

bakterid ja kiirikseened (tabel 6).

Käesoleva töö üheks ülesandeks oli kindlaks teha uuritavates madalsoomuldades domineerivate sporogeensete bakterite liigid ja mullaseente perekonnad.

Asporogeensetest bakteritest esinevad valdavalt perekond Pseudomonas esindajad.

Jälgides sporogeensete bakterite arvukust madalsoomuldades (tabel 11) selgub, et vastavalt lagunemisastme suurenemisele tõuseb sporogeensete bakterite sisaldus. Ka korrelatsioonanalüüsil avaldub tihe positiivne seos lagunemisastme ja sporogeensete bakterite arvukuse vahel (tabel 4). Teatavasti osalevad võimsat ensüümaparaati omavad sporogeensed bakterid orgaaniliste ühendite lagundamise hilisematel etappidel.

Kõikidel uuritud madalsoomuldadel domineerib Bac. cereus, rohkesti on esindatud Bac. mycoides ja Bac. megaterium (tabel 11).

Sporogeensete bakterite säärane levik on soomuldadele iseloomulik.

E.N. Mišustini andmetel ei kasuta Bac. cereus nitraatset lämmastikku ning domineerib muldadel, kus mineralisatsiooniprotsess on vähe arenenud (*Мишустин, 1954*).

Keskmiselt ja hästi lagunenenud (35-45%) madalsoomullas on tõusnud Bac. megaterium arvukus. E.P. Gromõko andmetel suureneb nende bakterite hulk kultuuristatud muldades ja on positiivses seoses nitriifitseerijate bakteritega (*Громико, 1955*).

Hästi lagunenenud madalsoomullal on tõusnud ka Bac. subtilis'e arvukus. Bac. subtilis omab teiste sporogeensete

bakteritega võrreldes võimsamat eksulimparaati ja seega on selle bakteri areng eelistatud muldades, kuigi on energilise mineralisatsiooniprotsessi tulemusel jäänud raskesti omastatavad orgaanilise aine tagavarad (*Munyman, 1954*). Ilmselt just seetõttu tõuseb selle bakteri arvukus hästi lagunenud madalsoomullas.

Mikrosete arvukus kiesolevas katses vähe- ja keskmiselt lagunenud mullal on võrdlemisi suur, vaid hästi lagunenud mullas langeb nende osatähtsus (tabel 12). Teatavasti osalevad mullaseened mineralisatsiooni varasematel etappidel ning hästi lagunenud madalsoomullas lagundavad orgaanilisi ühendeid teised mikroorganismide grupid.

Kiesolevas katses esinesid valdavalt järgmised mullaseente perekonnad: Penicillium, Trichoderma, Mortierella, Mucor, Fusarium ja Aspidia (tabel 12). Vähemal määral leidis perekondade Spicaria, Candida ja Cladoporium esindajad.

Erinevalt juunis uuritud muldadest puudusid septembris peaaegu täielikult perekond Fusarium esindajad. Teatavasti muutub mulla mikrofloora taimekatte mõjul. Lähtudes seisukohast, et sügisel taimede vananemisega väheneb mulda eraldatavate eksudaatide hulk (*Caviesbur, 1972*), võib oletada, et see asjaolu ongi perekonna Fusarium puudumise põhjustaja. Analoogilisi andmeid leiab ka kirjanduses (*Тошох и Трапмак, 1960*).

Kiesolevas katses ei õnnestunud näidata väetiste mõju võihappebakteritele ja aeroobsetele lämmastikusidujatele bakteritele madalsoomuldades. Samuti ei selgunud mingeid korre-

latiivseid seoseid nende bakterite arvukuse ja mulla omaduste ning teiste mikroorganismide vahel.

Ka varasemates uurimustes on selgunud, et võihappebakterite arvukuse ja mulla omaduste vahel on nõrgad korrelatiivsed seosed või puuduvad need hoopis (Rõõs, 1965).

Leiti tugev positiivne seos kiirikseente arvukuse ja lubiväetise vahel.

Lämmastikväetise ja timutisaagi vahel oli positiivne korrelatsioon, kuid mikroorganismide arvukus sõltus vähe lämmastik-

KOKKUVÕTE

Vaatlusaluseid kultuuristatud madalsoomuldi iseloomustas küllaltki kõrge bakterite üldine arvukus. Katsemuldades esinesid ammonifitseerijad bakterid, sporegeensed bakterid, nitrifitseerijad, denitrifitseerijad bakterid, aeroobsed tselluloosilagundajad mikroorganismid, kiirikseened, võihappebakterid, anaeroobsed lämmastikusidujad, desulfuritseerijad bakterid ja mikroseened.

Uuritud madalsoomuldade dehüdrogenaasne aktiivsus oli väga madal.

Peamisteks mikroorganismide arvukust mõjutavateks teguriteks olid lagunemisaste ja happesus.

Lubiväetise mõju madalsoomulla mikroorganismidele sõltus mulla happesusest, mis omakorda oli tugevas seoses mulla lagunemisastmega.

Lubiväetis tõstis vähe- ja keskmiselt lagunenuid madalsoomullas (pH 3,0-4,0) bakterite üldist arvukust, sporegeensete bakterite, nitrifitseerijate, denitrifitseerijate bakterite, kiirikseente, aeroobsete tselluloosilagundajate mikroorganismide ja desulfuritseerijate bakterite hulka.

Vähe- ja keskmiselt lagunenuid madalsoomullal tõusis lubiväetise mõjul ka timutisaak.

Madalsoomullas, mille pH oli suurem kui 5,0, mõjutab lupjamine mulla mikroorganismide arvukust ja timuti saagikust vaid vähesel määral.

Leiti tugev positiivne seos kiirikseente arvukuse ja lubiväetise vahel.

Lämmastikväetise ja timutisaagi vahel oli positiivne korrelatsioon, kuid mikroorganismide arvukus sõltus vähe lämmastikväetisest.

Vähe- ja keskmiselt lagunenuel madalsoomullal tõusis NPK väetise efektiivsus lupjamise mõjul.

Käesolevas katses selgus, et timutisaak ei sõltunud mikroorganismide üldisest arvukusest, vaid ainult sporogeensete bakterite ja kiirikseente hulgast.

JÄRELDUSED

1. Madalloomulla mikroorganismide arvukus sõltub mulla lagunemisastmest ja happesusest.
2. Lubiväetise mõju timutisaagile ja madalloomulla mikrofloorale oleneb mulla happesusest. Uuritud madalloomullas leiduvatest mikroorganismidest on kiirikseened kõige tundlikumad lupjamise suhtes.
3. Lämmastikväetis tõstab tunduvalt timutisaaki, kuid ei mõjuta oluliselt madalloomulla mikroorganismide arvukust.
4. Timutisaak on tugevas positiivses korrelatsioonis sporogeensete bakterite ja kiirikseente arvukusega.
5. Toome katsebaasist pärinevates madalloomuldades esinesid järgmised sporogeensete bakterite liigid: Bac. cereus, Bac. mycoides, Bac. mycoides, Bac. megaterium, Bac. subtilis, Bac. pumilis, Bac. cyanogenes, Bac. idogus ja Bac. polymyxa. Neist domineeris kõikidel muldadel Bac. cereus. Mullaseentest esinesid järgmised perekonnad: Penicillium, Mortierella, Trichoderma, Mucor, Fusarium, Ascidia jt. Valdavalt esinesid perekond Penicillium liigid.

KASUTATUD KIRJANSUS

- Autoklaavide eksploatatsiooni ja nendega töötamise ohutus-
tehnika eeskirjad. Töökaitse eeskirjad ja juhendid me-
ditsiinitöötajale, Tln., 1972, lk. 3-15.
- N.Benade. Microbiologie der Moore. Wien, Frankfurt am Mein
"Landerverlag", 1954.
- J.Bernát. Distribution of Soil Micromycetes and their Sig-
nificance. "Folia Microbiologica", 1971, vol. 16, No 6,
p. 514.
- A.Fraňo. Microbiological characterization of Peat Soils
under Various Phytocoenoses. "Folia Microbiologica",
1971, vol.16, No 6, p. 515.
- D.Gurfel, V.Lasting. Nulla mikroorganismid ja mineraalsete
lämmastikväetiste intensiivne kasutamine. "Sotsialistlik
Põllumajandus", 1974, No 13, lk. 288-291.
- M.Husárová. Vplyv huojenja a monokultúry kukurice na mikro-
floru v širšey rizošfire "Polnohospodarstvo", 1972, T.18,
No 12, s. 1070-1080.
- E.Küster. Der Einfluss von Ca und N Gaben auf mikrobielle
Aktivitäten in Moorböden und Torf. "Landwirt. Forsch",
1970, Band 23, H.2, S.115-124.
- E.Küster, I.I.Gardner. Influence of Fertilizers on
Microbiol Activities in Peatland. "Third International
Peat Congress", 1970, P.24-30.

- V.Lasting. Mõnede Eesti mullaerimite mikrofloorast. VIII Eesti Loodusuurijate Päev, Tartu, "Valgus", 1967, lk. 56-60.
- V.Lasting, L.Kaarli, D.Gurfel. Põhja-Eesti põhiliste mullaerimite mikrofloora ja selle sõltuvus muldade kultuuristamisest. EMMTUI Teaduslike Tööde Kogumik VIII Mikrobioloogia, Tln., 1966, lk. 7-70.
- Maaviljeluse käsiraamat. Toimet. K.Vool. Tallinn, "Eesti Raamat", 1965, lk. 644, ill.
- V.Ritslaid. Töökaitse. Trt., TRU rotaprint, 1971. lk.280.
- O.Rõõs. Bakterite arvukuse ja mulla omaduste vahelisest korrelatsioonist. "Sotsialistlik Põllumajandus", 1965, No 19, lk. 877-881.
- L.Rätsep, D.Gurfel, V.Lasting, H.Niine. Madalsoomuldade viljakuse sõltuvus keemilistest omadustest ja mikroorganismide sisaldusest. EMMTUI Teaduslike Tööde Kogumik, XXV, Tln., 1972, lk. 108-121.
- P.O.Salonius. Microbiological response to fertilizer treatment in organic forest soils "Soil Scie", 1972, vol.114, No 1, p.12-19.
- A.Serbentavičius. Kai kuriu tašų itaka smelio dirvošemių mikrofloros vystynereisi ir lauko piktžoliumui. "Liet TSR Aukštųjų mokyklų mokymo darbai. Biologija, Haysr. mp. bruce. ynd. zabegruuii sum. CCP. Tsuououue, 1973, № 12, c. 255-265.
- B.Todorova. Effect of fertilization on the activity of cellulolytic bacteria and breakdown of cellulose in the soil. "Symp. Biol. Hung. 11". Budapest, 1972, p.139-142.

V.Tohver, L.Nazusk. The dependence of denitrification activity and nitrogen losses level on the existence of vegetation. Nitrogen Supply for Plant Growth, Trt., 1973, lk.88-96.

H.Tõnisson, Õ.Lepind. Mulliteaduse õpik. Tln., "Valgus", 1976, lk. 240.

J.Voynova-Raynova, D.Bakalivanov, B.Koltcheva. Effets des Engrais minéraux sur les microorganismes on sol. "Rev. écol. et biol. sol.", 1972, No 3, 611-161.

Авдонин, Н.С. Повышение плодородия почв. М., Изд-во Академии Наук СССР, 1969, 303 с. с илл.

Александровна, И.В. О методах определения активности некоторых почвенных ферментов. "Почвоведение", 1968, № 9, с. 73-77.

Берестецкий О.А., Торхевский, В.И. Влияние антропогенного фактора на динамику микрофлоры и микробиологических процессов в почве - Вкн.: Динамика микробиологических процессов в почве. Тлн., 1974, с. 71-76.

Вавуло, Ф.П. Микрофлора основных типов БССР и их плодородие. Минск, "Ураджай", 1972, 232 с. с ил.

Вавуло, Ф.П. Воробьева Е.Н. Микрофлора торфяно-болотных почвы Белорусского Полесья. - "Почвоведение и агрохимия", 1970, вып. 7, с. 176-186.

Возняковская Ю.Я. Микрофлора расквитений и урожай. Л., "Наука", 1969, 240 с. с ил.

- Гордецкая, С.П., Кучеренко, В.И. Влияние удобрений на биологическую активность и азотный режим почвы. - Вып. "Экологические и физиолого-биохимические основы микробиологического превращения азота", Тарту, 1972, с. 41-76.
- Громыко Е.П. Экология и некоторые морфологические и физиологические особенности *Vas. megaterium*. "Микробиология", 1955, Т.24, с.739-745.
- Зименко, Т.Г., Самсонова, А.Г. Мисник П.И. Дегидрокси^{ге}зная активность торфяно-болотных почв. - В кн.: Микробиологические и биохимические исследования почв. Киев, 1971, с. 245.
- Карпова, Э.С. Влияние длительного применения удобрений на развитие почвенной микрофлоры. "Микробиология", 1966, Т.25, с.872-884.
- Корсакова М.П. Итоги стационарных исследований по биодинاميке почв. - "Труды Всесоюзного Научно-Исследовательского Института. С.-х. Микробиологии", 1929-1930, вып. I, с. 39-43.
- Красильников, Н.А. Микроорганизмы почвы и высшие растения. М., Изд-во Академии Наук СССР, 1958, 463 с. с ил.
- Крапивина Л.А. Антагонистические свойства микрофлоры торфяно-болотных почв. - В кн.: Биологическая *итро*нность микроорганизмов. Красноярск, 1971, с.161-163.
- Кузмина, Т.И. Бактерии отдельных физиологических групп, принимающие участие в превращениях азота почвы дерново-подзолистого типа. - В кн.: Экол.- и физиолого-биохим.

основы микробиологического превращения азота. Тарту, с.79-81.

Мишустин Е.Н. Закон зональности и учение о микробных ассоциациях почвы. - "Успехи современной биологии", 1954, Т.37, вып. I, с.2-21.

Паринкина О.М. Сравнительная характеристика микробных пейзажей целинных и окультуренных подзолистых почв Ленинградской области. - В кн.: "Биохимические процессы в подзолистых почвах", Л. "Наука", 1972 с. 71-91.

Петерсон Н.В. Курьяк Е.К. Влияние факторов почвенной среды на дегидрогеназную активность микрофлоры. - В кн.: "Экологические и физиолого-биохимические основы микробиологического превращения азота", Тарту, 1972, с.344-348.

Пшон Ж. Баржан Г. Почвенная микробиология. М., Изд-во Иностранной Литературы, 1960. 569 с. с ил.

Роговая В.П. Факторы, определяющие сезонную динамику почвенной микрофлоры. - В кн.: "Микроорганизмы почвы и растение", Минск, 1972, с. 223-231.

Рокицкий П.Ф. Основы вариационной статистики для биологов. Минск, изд-во Белгосуниверситета им. В.И.Ленина, 1961. 220 с. с ил.

Ромейко И.Н., Уляшова, Р.М. Влияние удобрений на процессы превращения азотсодержащих веществ в дерново-подзолистой почве полесья УССР. - В кн.: "Экологические и физиолого-биохимические основы микробиологического превращения азота", Тарту, 1972, с.205-209.

Самцевич С.А. Взаимоотношения микроорганизмов почвы и высших растений. - В кн.: "Микроорганизмы почвы и растения", Минск, 1972, с.3-67.

Тенпер, Е.З., Пушкарева Т.В. Влияние мелиоративных приемов на микрофлору и сезонный режим торфяно-болотных почв. - В кн.: Экологические и физиолого-биохимические основы микробиологического превращения азота", Тарту, 1972, с. 250-254.

Холкин И.С. Исследования по биодинамике почв. - В сб.: "Труды Института С.-х. Микробиологии", 1929-1930, Т.4, вып. I, с.5-25.

Ярвич, А.Х. О влиянии полевых культур на микрофлору низинно-болотных почв. - В сб.: "Сборник студенческих научных трудов". Тарту, 1975, с.27-32.

Käsikirja õigustes:

Голодяев Г.П. Биологическая активность основных почв Приморья. Владивосток, 1970. 25 с. с ил.

Калатазова Г.Б. Микробиологические и ферментативные процессы в некоторых почвах Грузии. Тбилиси, 1975. 33 с. с ил.

Крапивина Л.А. Микрофлора торфяно-болотных почв южно-таежной подзоны западной Сибири. Красноярск, 1970. 31 с. с ил.

Молчан А.П. Влияние удобрений на биологическую активность торфяно-болотных почв. Л., 1972. 21 с. с ил.

Нырес Т.К. Типы болотных культурных сенокосов и их биологические и хозяйственные качества в ЭССР. Тлн., 1970.

43 с. с ил

Kuld	Klassifikatsioon	Tingimused põu konna S-osa (kvivaine)		
		1973.a.	1974.a.	1975.a.
I	IK	0	14	9
	IKCa	68	36	30
	IKB	0	21	04
	IKCa	165	66	34
II	IK	35	12	13
	IKCa	77	33	25
	IKB	90	40	21
	IKCa	169	70	76
III	IK	73	40	20
	IKCa	77	52	35
	IKB	196	80	67
	IKCa	169	82	74
IV	IK	123	64	39
	IKCa	122	66	51
	IKB	242	83	65
	IKCa	149	73	51

Väetamise mõju timutisaagile.

Muld	Väetis-variant	Timutisaak nõu kohta g-des (kuivaine)		
		a a s t a		
		1973.a.	1974.a.	1975.a.
I	PK	0	14	9
	PKCa	68	36	30
	PKN	0	21	24
	PKNCa	165	66	56
II	PK	35	12	13
	PKCa	77	38	25
	PKN	90	40	51
	PKNCa	169	74	76
III	PK	78	40	20
	PKCa	77	52	35
	PKN	196	80	87
	PKNCa	169	82	74
IV	PK	123	64	55
	PKCa	122	68	51
	PKN	242	85	95
	PKNCa	169	75	91