

VILJELUSVIISI MÕJU AIAKULTUURIDE SAAGILE, BIOLOOGILISELE KVALITEEDILE JA MULLA MIKROBIOLOOGILISTELE PROTSESSIDELE

M. Järvan, H. Laitamm

Materjal ja meetodika

1995. aastal rajati Sakus kultuuristatud aiakultuuril mikropõldkatsed viljelusviiside mõju uurimiseks. Katsevariandid paigutati lagedale maa-alale pikkade võõnditena üksteise kõrvale. Aiakultuuride read kulgesid võõnditega risti, 3...6 korduses. Katsevariante oli kolm: I – väetamata (kontroll); II – aia- ja majapidamisjäätmetest valmistatud kompost; III – mineraalväetis. Et eesmärgiks seati looduslähedase ja tavapärase viljelusviisi võrdlemine ekvivalentsete toitainete (NPK) koguste alusel, siis määrati komposti koostis igal aastal ning seda anti 3 liitrit ruutmeetri kohta. Komposti ja mineraalväetise variandid said toitaineid järgmiselt (grammides ruutmeetri kohta): 1995 – N 10,2, P 3,40, K 2,72; 1996 – N 10,7, P 3,40, K 2,77; 1997 – N 11,7, P 1,30, K 3,15. Mineraalväetised anti ammooniumsulfaadi, granuleeritud superfosfaadi ja kaaliumsulfaadina. Aiakultuuride kasvatamisel rakendati viljavaheldust. Keemilist taimekaitset ei kasutatud, tuldi toime looduslike ja profülaktiliste abinõudega. Katsekultuurideks olid kartul ja mitmesugused köögiviljad.

Katsete rajamise (1995) aastal aiakultuuride saake ei võrreldud, määrati vaid nende bioloogilise kvaliteedi näitajaid. 1996. aasta katsete tulemused on trükkis avaldatud (Järvan jt., 1997). 1997. aastal määrati saagid (5 kultuuri, 8 sorti), bioloogilise kvaliteedi näitajad ning pärast saagi koristamist võeti kartuli ja porgandi katse-lappidelt mullaproovid agrokeemilisteks ja mikrobioloogilisteks analüüsideks. Et katsevõõndite pikisuunas mulla lõimis ja huumusesisaldus oli muutlik, siis 1997. aasta katsetulemuste ja mulla mikrobioloogiliste protsesside selgitamisel käsitletakse kartuli- ja porgandimaad eraldi osadena – vastavalt esimese (I_{s2}, huumus 5,9...6,0%) ja teise (II, huumus 4,4...4,5%) katsealana.

Mulla mikrobioloogilised analüüsid (vt. tabel 3) tegi Eesti Maaviljeluse Instituudi teadur Helgi Laitamm, kes kirjutas ka käesoleva artikli vastava osa. Mulla agrokeemiliste analüüside tulemused on esitatud tabelis 1.

1997. aasta kasvuperioodi ilmastik oli normilähedasest võrdlemisi suurte kõrvalekalletega ning see mõjutas taimede kasvu ja arengut, väetiste toitainete omastamist ja tõenäoliselt ka mulla mikrofloorat. Maikuu ning juuni I pool oli kuiv ja jahe; juuli ning august väga palav ja põuased (august praktiliselt sademeteta).

Tabel 1. Muldade agrokeemilised omadused

Table 1. Chemical properties of soils

Proovi võtmise aeg / Time of sampling : 02.10.1997

Katsevariant <i>Treatment</i>	pH _{KCl}	NO ₃ *	P	K	Ca	Mg	Cu	B
mg 1 kg õhukuivas mullas / mg per 1 kg air-dry soil								
Kartul, esimene katseala (I_{s2}, huumus 5,9-6,0%) / <i>Potato, first trial area (sandy-clay, humus 5,9-6,0%)</i>								
I – väetiseta / <i>without fertilizer</i>	7,19	10	145	110	12500	425	12	1,62
II – kompost / <i>compost</i>	7,15	10	150	125	11500	400	14	1,76
III – mineraalväetis / <i>mineral fertilizer</i>	7,10	14	150	125	10000	380	18	1,67
Porgand, teine katseala (II, huumus 4,4-4,5%) / <i>Carrot, second trial area (loamy sand, humus 4,4-4,5%)</i>								
I – väetiseta / <i>without fertilizer</i>	7,20	6	120	90	18000	600	8	1,11
II – kompost / <i>compost</i>	7,16	7	135	110	15750	500	8,2	1,38
III – mineraalväetis / <i>mineral fertilizer</i>	7,16	10	125	110	13000	450	7,8	1,15

* mg-des 1 kilogrammis niiskes mullas / mg per 1 kg wet soil

Katsetulemused ja arutelu

Mullaanalüüsi tulemuste (tabel 1) võrdlemisel selgus, et komposti ja mineraalväetise variandi muldades oli taimedele omastatavat P ja K praktiliselt ühepalju. Mineraalväetise variandi mullas oli nitraatlämmastikku veidi rohkem kui kompostiga väetamisel, Ca ja B aga vähem.

Kartuli saagid (tabel 2) jäid 1997. aastal madalaks. Eelidandatud mugulatest mahapandud kartul tärkas küll üsna kiiresti, kuid kuivas külmas mullas oli areng pidurdatud. Suurimat kahju tegi aga juuli-augusti ilmastik, sest pealsed kuivasid varakult põua tõttu. Eriti väikeseks jäid saagid kolm aastat väetamata katsevööndil. Kompostiga väetatud katselappidel oli kartulisaaq 59...68% suurem ja mineraalväetisega väetamisel 111...126% suurem kui kontrollvariantis. Kui võrrelda omavahel saagitaset kompostiga väetamisel ja mineraalväetisega väetamisel, siis mineraalväetisega olid saagid stabiilselt kõrgemad – sordil 'Adretta' 33,0%, sordil 'Paola' 34,8% ning 1996. aastal sordil 'Paola' 34,1%. Viljelusviiside võrdlemise katsetes Soomes olid kartulisaaqid orgaanilisel viljelemisel keskmiselt 36% madalamad kui tavapärasel viljelemisel (Varis jt., 1996). Soome andmeil sisaldas orgaaniliselt kasvatatud kartul vähem nitraate ja rohkem C-vitamiini. Analoogete tulemusi saime ka oma katsetes. Pidevalt kompostiga väetatud mullal sisaldas kartul 1997. aastal 18,6...27,7% vähem nitraate ning 14,7% rohkem C-vitamiini kui ekvivalentsete mineraalväetise kogustega väetatud kartul.

Porgandi mõlemad sordid, vastupidiselt kartulile, andsid 1997. aastal kompostiga väetamisel suurema saagi kui mineraalväetisega – 'Nantes Fancy' vastavalt 13,7% ja F₁'Clairon' 16,7% (1996. aastal olid aga saagid mineraalväetisega suuremad – keskmiselt 24,3%). Mineraalväetiste negatiivne mõju käesoleval aastal võis olla põhjustatud mitmest tegurist. Eelkõige aga sellest, et mulda antud lämmastiku kogus (N 11,7 g/m²) oli porgandi kui peeneseemnelise aeglaselt idaneva ning arengu algul toitainete kõrget kontsentratsiooni mittetaluva kultuuri jaoks liiga kõrge. Eelmistel aastatel kasutati mõnevõrra madalamaid lämmastikunorme, ka langes sademeid rohkem ja ühtlasemalt kui 1997. aastal. Varasemad pikaajalised uurimused (Järvan, 1981) on näidanud, et Nantes-tüüpi sortidele ei ole soovitatav külvi eel anda N üle 70 kg/ha. Suuremad kogused võivad põhjustada tärkamishäireid ning seetõttu hõredama taimiku, samuti suureneb väikeste ja vääraarenenud juurviljade osatähtsus; ka akumuleerub saagisse seejuures rohkesti nitraate. Selliseid sümptomeid 1997. aastal mineraalväetise variantis täheldatigi. Porgandi nitraadisaldus oli isegi 1,8...3,1 korda kõrgem kui ekvivalentset NPK-kogust sisaldava kompostiga väetamisel. Käesoleva porgandikatse alusel ei ole õige teha lõplikke järeldusi ühe või teise viljelusviisi eelistest.

Tabel 2. Komposti ja mineraalväetiste toime kartuli ja porgandi saagile ning nitraadisaldusele
Table 2. An effect of compost and mineral fertilizer on the yield and nitrate content of potato and carrot

I – väetiseta / without fertilizer; II – kompost / compost; III – mineraalväetis / mineral fertilizer

Kultuur, aasta <i>Crop, year</i>	Saak / Yield, kg/m ²			Nitraadid / Nitrates, mg/kg		
	I	II	III	I	II	III
<u>Esimene katseala (keskmine liivsavi, huumus 5,9...6,0%) / First trial area (sandy-clay, humus 5,9...6,0%)</u>						
Kartul / Potato 'Adretta', 1997	1,28 100	2,03 159	2,70 211	114 100	152 133	210 184
Kartul / Potato 'Paola', 1997	1,08 100	1,81 168	2,44 226	148 100	179 121	220 149
<u>Teine katseala (saviliiv, huumus 4,4...4,5%) / Second trial area (loamy sand, humus 4,4...4,5%)</u>						
Porgand / Carrot 'N. Fancy', 1997	4,07 100	5,80 143	5,10 125	41 100	45 110	139 339
Porgand / Carrot F ₁ 'Clairon', 1997	3,70 100	4,82 130	4,13 112	31 100	113 365	199 642
nende eelviil / preceding crop, 1996 (kartul / potato 'Paola')	2,20 100	2,52 115	3,38 154	69 100	168 243	145 210

Mikroorganismid osalevad praktiliselt kõikides mullas toimuvates ainevahetusprotsessides. Nad omastavad ja lagundavad keerulisemaid orgaanilisi ühendeid taimedele kättesaadavasse vormi. Mikroorganismide arvukus oleneb eelkõige mulla liigist, niiskusest, temperatuurist, vähem kasvatatavast kultuurist. Mikroorganismide füsioloogiliste gruppide arvukus osutab teatud suundadele mullas toimuvates protsessides. Väetiste mõjul mulla mikrofloora aktiveerub olenevalt toitainete kättesaadavusest, sademetest, temperatuurist.

Et taimejuured on orgaanilise süsiniku allikaks, on mikroobide arvukus risosfääris oluliselt suurem kui mujal mullas. Risosfääri mikroorganismid võivad mõjutada taimede mineraalset toitumist, mõjutades (a) juurte kasvu, morfoloogiat ja füsioloogiat, (b) taimede füsioloogiat ja arengut, (c) toitainete kättesaadavust ning (d) toitainete omastamise protsesse (Marschner, 1997).

Mikrobioloogilisest analüüsist selgus, et väetisi saanud mullas on bakterite üldarv lihapeptonagaril (LPA-I) ja tärglisammooniumagaril (TAA-I) suurem kui kontrollvariantide mullas (tabel 3). Bakterite üldarvu võrdlemisel komposti ja mineraalväetise variantide mullas ilmnes, et erinevatel katsealadel olid tendentsid vastupidised. Esimesel katsealal (kartul) oli baktereid mineraalväetise variantis 1,5 korda rohkem, teisel katse-

alal (porgand) aga umbes sama palju rohkem komposti variandis. Kas selle põhjuseks oli lõimise, huumusesisalduse või taimeliigi erinevus või võis saviliival põuase suve tingimustes bakteritele (nagu porganditaimedelegi) negatiivselt mõjuda suhteliselt kõrge (N 11,7 g/m²) mineraalse lämmastiku kogus – seda pole siinkohal võimalik selgitada.

Tabel 3. Mikroorganismid katsealade mullas 2. oktoobril 1997 (tuhandetes 1 g kuiva mulla kohta)

Table 3. Microorganisms in soil of trial areas (thousands per 1 g abs. dry soil)

I – väetiseta / without fertilizer; II – kompost / compost; III – mineraalväetis / mineral fertilizer

Mikroorganismid <i>Microorganisms</i>	Esimene katseala <i>First trial area</i> (ls ₂ / sandy-clay, huumus 5,9...6,0%)			Teine katseala <i>Second trial area</i> (sl / loamy sand, huumus 4,4...4,5%)		
	I	II	III	I	II	III
	Mikroseened virdeagaril <i>Microfungi on wort agar</i>	82	67	136	37	51
<i>Fusarium</i> Nash-Snyderil <i>Fusarium on Nash and Snyder culture medium</i>	1,2	1,8	1,9	1,7	1,6	1,5
Aktinomütseedid <i>Actinomycetes</i>	241	136	88	266	175	169
Eosbakterid <i>Sporogenous bacteria</i>	557	942	900	563	1150	1646
Bakterid LPA-l <i>Bacteria growing on meat-peptone agar</i>	24,7	31,0	51,2	22,4	37,5	24,8
Bakterid TAA-l <i>Bacteria growing on starch-ammonium agar</i>	13,9	14,3	16,9	9,9	16,0	12,1
Nitrititseeerijad bakterid veeagaril <i>Nitrification bacteria on water agar</i>	50,0	26,4	46,3	44,8	71,2	47,2
Denitrititseeerijad bakterid Hiltayl <i>Denitrification bact. on Hiltay culture medium</i>	887	868	163	847	313	847
<i>Clostridium pasteurianum</i> Vinogradskil <i>Cl. past. on Vinogradski culture medium</i>	31,7	16,1	87,5	30,3	87,5	84,7
Tselluloosilagundajad bakterid Hutchinsonil <i>Cellulose decomposing bacteria on Hutchinson culture medium</i>	3,4	2,9	6,0	3,8	3,0	3,2

Eosbakterite arvukus on väetisvariantide mullas kontrolliga võrreldes tunduvalt suurem, kartuli puhul 1,6...1,7 korda ja porgandi puhul 2...2,9 korda. Massiliselt esinevad *Bacillus cereus*, *Bac. mycoides*, vähem *Bac. polymyxa*, *Bac. pumilus*. Eosbakterid ja aktinomütseedid on vegetatsiooniperioodi lõpus aktiivseimad orgaanilise aine lagunemisprotsessis osalejad. Aktinomütseedid ei ole mullaniiskuse suhtes tundlikud. Aktinomütsete ja eosbakterite poolt seotud lämmastik on taimedele raskesti kättesaadav.

Erinevalt bakteritest reageerivad suurema biomassiga mikroseened tundlikumalt toitumistingimuste muutumisele mullas. Mikroseeni, sh. ka *Fusarium*'i, on arvukamalt rikkaliku huumusega kartulikatsela mullas. Arvukus on suurenenud *Penicillium sp.* esinemise tõttu (mineraalväetise variandis 46% mikroseeente üldarvust). *Penicillium sp.* osutus üsna toksiliseks testorganismi *Bacillus stearothermophilus*'e suhtes. Porgandi kasvualal *Penicillium*'i praktiliselt ei esine tõenäoliselt seal leviva *Trichoderma* tõttu. Mikroseeente poolt bioloogilisel teel immobiliseeritud lämmastik on samuti taimedele raskesti kättesaadav.

Suur tselluloosilagundajate arvukus koristusjärgses mullas viitab orgaanilise aine mineralisatsioonile.

Nitrititseeerijaid baktereid on arvukamalt suurema enamsaagi andnud variantide mullas. Samades muldades on ka kõige väiksem lämmastiku kadu denitrititseeerijate vähese arvukuse tõttu. Denitrititseeerijad on kõige tundlikumad niiskuse ja aeratsiooni suhtes.

Mikroorganismide areng ja nende bioloogiline aktiivsus oleneb mulla omadustest, väetamisest ja kasvatatavast kultuurist.

Kirjandus

- Järvan M. Kuidas väetada porgandit. – Sotsialistlik Põllumajandus, nr. 8, lk. 308...309, 1981.
- Järvan M., Niine H., Rausberg P. Looduslähedase ja tavapärase viljelusviisi mõju aiakultuuride saagile ja bioloogilisele kvaliteedile. – Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi Toimetised 4, lk. 17...20, 1997.
- Marschner H. Mineral Nutrition of Higher Plants. – Academic Press, London - Cambridge, 1997. – 889 p.
- Varis E., Pietilä L., Koikkalainen K. Comparison of Conventional, Integrated and Organic Potato Production in Field Experiments in Finland. – Acta Agric. Scand. Sect. B., Soil and Plant Sci., vol. 46, p. 41...48, 1996.

Effect of Cultivation Method on the Yield and Biological Quality of Garden Crops, and on the Microbiological Processes in Soil

M. Järvan, H. Laitamm

Summary

The yields and biochemical composition of potato and vegetables were compared in trial areas fertilized with plant compost (ecological cultivation) and mineral fertilizers (conventional cultivation). Equivalent rates of NPK were applied to the trial areas during three years (1995-1997).

With compost the potato yield was 33-35% less than with mineral fertilizers. Potato fertilized with compost contained less nitrates and more vitamin C.

In 1996 the carrot yield was on average 24% less with compost than with mineral fertilizers. In the trial conditions of 1997, the yields of both carrot varieties were lower in the variant with mineral fertilizers than that with compost. The negative effect of mineral fertilizer was probably due to a too high rate of mineral nitrogen (N 11.7 g/m²), as carrot is a crop that germinates slowly and does not tolerate high concentration of plant nutrients, but also due to a lasting drought.

After harvesting the number of different groups of micro-organisms in soil differed depending on soil properties, crop and fertilization.