

**MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**  
**TIEDOTE**

**4/93**

**SIRKKA-LIISA RINNE, JOUKO SIPPOLA ja PAAVO SIMOJOKI**

**Omavaraisen viljelyn vaikutus maan ominaisuuksiin**

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS  
TIEDOTE 4/93

SIRKKA-LIISA RINNE, JOUKO SIPPOLA ja PAAVO SIMOJOKI

**Omavaraisen viljelyn vaikutus maan ominaisuuksiin**

*Summary: Effect of self-sufficient cultivation on soil properties*

Maatalouden tutkimuskeskus  
Ympäristöntutkimuslaitos  
31600 JOKIOINEN  
puh. (916) 1881

Jokioinen 1993  
ISSN 0359-7652

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	5
<i>SUMMARY</i>	6
1 JOHDANTO	7
2 AINEISTO JA MENETELMÄT	7
2.1 Koejärjestelyt	7
2.2 Lannoitus ja muokkaus	8
2.3 Koepaikat	8
2.4 Sääolot	10
2.5 Näytteiden otto	10
2.6 Analyysit	10
3 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	11
3.1 Mikrobibiomassa	11
3.2 Maan viljavuus, hiili ja typpi	19
3.3 Maan hyötykapasiteetti ja tilavuuspaino	25
KIRJALLISUUS	25
LIITTEET	

**SIRKKA-LIISA RINNE, JOUKO SIPPOLA ja PAAVO SIMOJOKI. Omavaraisen viljelyn vaikutus maan ominaisuuksiin. (Summary: Effect of self-sufficient cultivation on soil properties.) Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 4/93. 26 p. + 12 liitettä.**

Avainsanat: maan mikrobibiomassa, maan ominaisuudet, viljelymenetelmät, omavarainen viljely, apilaviherlannoitus, orgaaninen viljely, tavanomainen viljely, laajaperäinen viljely, viljelykierto

## TIIVISTELMÄ

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kasvinvuorottelun, biologisen typensidonnann, viherlannoituksen ja kivijauheiden käytön vaikutusta maaperän biologisiin, kemiallisiin ja fysikaalisiin ominaisuuksiin Suomen olosuhteissa. Aineistona käytettiin tuloksia Maatalouden tutkimuskeskuksen viiden tutkimusaseman viljelykiertokokeista, joissa omavaraista viljelyä verrataan nykyaikaiseen, voimaperäiseen viljelyyn. Esitettävät tulokset ovat välituloksia. Kokeet jatkuvat edelleen.

Viljelytapoja edustaa neljä erilaista, kuusivuotista viljelykiertoa. Tavanomaisia kiertoja on kaksi. Niissä toteutetaan kemiallinen kasvinsuojelu suositusten mukaisena. Toisessa niistä väkilannoitteen käyttö on runsasta, toisessa niukkaa. Omavaraisissa kierroissa typpilannoite on peräisin kiertoihin sisältyvien palkokasvien biologisesta typensidonnasta. Sadon mukana poistuneet kalium ja fosfori korvataan biotiitti- ja raakafosfaattilannoituksella. Omavaraisista kierroista toisessa kaikki palautukset kynnetään suoraan maahan, toisessa ne kompostoidaan ennen maahan kynnä. Omavaraisen viljelyn menetelmät ovat siis lähes samanlaiset kuin luonnonmukaisessa viljelyssä. Tilakohtaisen omavaruisuuden periaatteita noudatetaan kuitenkin tiukemmin, koska orgaanista ainesta ei tuoda ulkopuolelta.

Luonnonmukaisen viljelyn eräs päätavoite on lisätä ja aktivoida maan pieneliöstöä, jonka toiminta vapauttaa maan mineraaleja kasveille käyttökelpoiseen muotoon. Käsillä olevan tutkimuksen omavaraisissa kierroissa on kynnetyt maahan joka toinen vuosi runsas ja typpirikas kasvimassa, koko apilasato tai hernekauran olki, sekä annettu kohtalainen biotiitti- ja raakafosfaattilannoitus. Mikrobien määrä maassa on näistä toimenpiteistä huolimatta lisääntynyt hyvin hitaasti.

Mikrobibiomassan hiilen määrä oli kymmenen vuoden kuluttua kokeen alkamisesta tavanomaisessa viljelyssä runsasta lannoitusta käytettäessä 339 kg hehtaarilla (vaihtelu 104–622 kg), niukkaa lannoitusta käytettäessä 369 kg (130–666 kg) ja omavaraisessa viljelyssä keskimäärin 401 kg (150–762 kg). Vaikka muutoksen suunta on selvä, vaihtelut koepaikkojen ja vuosien välillä olivat suuret ja merkitseviä eroja vähän. Mikrobibiomassan määrän ja pH:n välillä oli merkitsevä positiivinen korrelaatio ( $r=0,83^{**}$ ).

Kasveille käyttökelpoisen kaliumin, fosforin ja boorin määrä maassa vähentyi omavaraisessa viljelyssä. Liukoinen fosfori väheni 9–10 vuodessa keskimäärin kolmanneksen ja kalium viidenneksen tutkimuksen alkaessa todetuista lähtöarvoista. Runsa väkilannoitus lisäsi kasveille käyttökelpoisen fosforin ja kaliumin määrää maassa ja niukka lannoitus säilytti ne ennallaan verrattuna lähtötilanteeseen.

Omavaraisessa viljelyssä muokattiin maahan runsaasti typpipitoista ainesta, jolloin huuhtoutumisen riski on olemassa. Maassa oli huuhtoutumiselle altista mineraalityppeä 9–10 vuoden kuluttua kokeen alkamisesta keskimäärin 17 kg hehtaarilla. Määrä oli suurempi kuin niukasti lannoitettaessa (12 kg/ha) ja pienempi kuin runsaasti lannoitettaessa (23 kg/ha). Elävä kasvusto käyttää kuitenkin yleensä tarkkaan mineraalimuodossa olevan typen kasvuunsa. Koska typpi on hyvin usein minimitekijä omavaraisessa viljelyssä, huuhtoutumisriski on pieni.

Omavaraisen viljelyn vaikutukset maan rakenteeseen olivat vähäisiä. Merkkejä hitaasta paranemisesta oli kuitenkin havaittavissa.

Tulokset osoittavat, että viljely tiukan tilakohtaisen omavaraisuuden periaatteita noudattaen ja ilman karjanlantaa, mikrobien määrän lisääntyminen, maahan sitoutuneiden mineraalivarojen muuttuminen kasveille käyttökelpoiseen muotoon ja maan rakenteen paraneminen vaativat pitkän ajan ja edulliset olosuhteet. Runsaammalla eloperäisellä lannoituksella saavutettaisiin tuloksia nopeammin. Omavaraiseen viljelyyn siirryttäessä on kiinnitettävä erityistä huomiota maan happamuuden vähentämiseen ja fosforin ja kaliumin riittävän saantiin.

## SUMMARY

*The effect of crop rotation, biological nitrogen fixation and green manuring on the biological, chemical and physical properties of soil was studied. The rotations consisted of four treatments. In two treatments mineral fertilizers were applied at normal and low rate. In the other two treatments nitrogen source was that fixed by red clover and pea; clover and pea straw was plowed into soil either directly or after composting. The rotations resembled those in organic farming, but no additional residues were applied to the plots. However, phosphorus and potassium fertilization was given as raw phosphate and biotite. Experimental soils ranged from sandy clay to finesand.*

*Samplings were repeatedly performed 2 to 11 years after start of experiment. Microbial biomass, determined by the chloroform fumigation method, averaged 339 kg/ha when mineral fertilizers were applied at normal rate, 369 kg/ha with half the rate and 401 kg/ha with organic nitrogen fertilization. The trend towards higher microbial biomass with organic fertilization was evident, but due to high variation of results the difference was not statistically significant. Microbial biomass correlated significantly with soil pH ( $r=0,83^{**}$ ).*

*Over 9 to 10 years of cultivation the concentration of extractable potassium diminished by one fifth, that of phosphorus by one third when organic nitrogen fertilization was used. Addition of phosphorus and potassium at the rate of plant uptake was not adequate to compensate for the decrease.*

*The mineral nitrogen content in the plow layer after harvest of rye was 17 kg/ha with organic nitrogen fertilization which was lower than 23 kg/ha with normal mineral fertilization. Because nitrogen is often the minimum factor in organic farming the risk of leaching losses appears to be small.*

*The effect of organic fertilization on the bulk density or water holding capacity of soil was not significant. The relatively small additions of organic fertilizers in self-sufficient cultivation were not adequate for significant changes in this respect. Larger amounts of compost from outside the cultivated area would result in faster improvement in soil properties. Attention should be paid to liming and maintenance of potassium and phosphorus in soil when shifting to organic farming.*

*Key words: soil microbial biomass, soil quality, cropping systems, self-sufficient farming, legume green manuring, organic farming, conventional farming, extensive farming, crop rotation*

## 1 JOHDANTO

Yksipuolisen viljelyn aiheuttamat ympäristöhaitat, toistuvien muokkausten humusta vähentävä vaikutus ja maan rakenteen huononeminen saattavat johtaa maan tuottokyvyn vähenemiseen nykyaikaisessa tehoviljelyssä. Kun pyritään tuotannon kestävyteen, joudutaan entistä enemmän kiinnittämään huomiota orgaanisen aineen riittävyteen maassa ja pieneliöstön toimintaedellytyksiin. Aktiivisella mikrobitoiminnalla on osoitettu olevan edullinen vaikutus maan tuottokykyyn. Mikro-organismit näyttelevät tärkeää osaa maan ravinnekierrossa. Ne vastaavat kuolleen kasvimateriaalin hajoittamisesta ja ravinteiden säilyttämisestä, siirtämisestä ja muuntamisesta. Mikrobeilla on tärkeä osa myös pestisidien hajoittamisessa (GRANATSTEIN et al. 1987). On myös todettu positiivinen korrelaatio biomassan määrän ja tautien vähenemisen välillä (COOK ja BAKER 1983).

Tutkimuksissa on havaittu selviä merkkejä maan humuksen määrän alenemisesta viljan viljelyssä ja humustason säilymisestä nurmen ansiosta (ERVIÖ 1982). Nurmen edullinen vaikutus mikrobitoimintaan on tullut selvästi esille (CAMPBELL et al. 1981, GRANATSTEIN et al. 1987, HEINONEN-TANSKI 1990) samoin kuin pitkäaikaisen orgaanisen viljelyn vaikutus (REGANOLD 1988). On osoitettu myös hidastuoksia, orgaanisia typpiyhdisteitä sisältävien lannoitteiden (JÄNTTI-HASA ja KAINULAINEN 1992) ja viherlannoituksen edullinen vaikutus (BOLTON et al. 1985). Useissa tutkimuksissa (mm. SCHRÖDER et al. 1988, EILAND 1980) on osoitettu karjanlannan lisäävän mikrobibiomassan määrää ja mikrobiaktiivisuutta maassa. Muutokset maan mikrobitoiminnassa siirryttäessä väkilannoituksesta orgaaniseen lannoitukseen ovat kuitenkin usein olleet yllättävän vähäisiä ja vaikeasti osoitettavissa.

Tieto viljelytapojen vaikutuksesta maan mikrobibiomassaan on lisääntynyt viime vuosina, kun määritysmenetelmät ovat kehittyneet. Viljelytapojen vaikutusta maan biologisiin ominaisuuksiin on tutkittu maissa, joissa harjoitetaan paljon luonnonmukaista viljelyä. Koetuloksia on vaikea kuitenkin yleistää, koska viljelytapojen, koekentän viljelyhistorian, näytteen oton ajankohdan, maaperän ja ilmaston välillä on ollut suuria eroja.

Mahdollisuuden selvittää väkilannoituksen ja orgaanisen lannoituksen vaikutuksia maan mikrobistoon Suomen oloissa antoi Maatalouden tutkimuskeskuksen viidellä tutkimusasemalla meneillään oleva ns. omavaraisuustutkimus (SIPPOLA et al. 1986). Tässä selvityksessä selostetaan kloroformihöyrytysmenetelmällä (JENKINSON ja POWLSON 1976) tehtyjen maan mikrobibiomassamääritysten tuloksia ja verrataan väkilannoituksen ja orgaanisen lannoituksen vaikutusta biomassan kehittymiseen 9–10 vuoden aikana. Omavaraistutkimuksen tulosaineisto valaisee viljelyjärjestelmien vaikutusta maan muihinkin ominaisuuksiin kuten hyötykapasiteettiin sekä ravinne- ja humuspitoisuuksiin.

## 2 AINEISTO JA MENETELMÄT

### 2.1 Koejärjestelyt

Aineisto on saatu kenttäkokeista, joissa selvitetään ulkomaisista tuotantopanoksista riippumattoman, omavaraisen viljelyn mahdollisuuksia Suomessa. Tutkimuksen keskeisen osan muodostavat kuusivuotiset viljelykierrot, joissa verrataan kahta viljelytapaa, omavaraista ja tavanomaista viljelyä (Taulukot 1 ja 2). Kokeissa on kolme rinnakkaiskiertoa. Kierrot toisin sanoen alkavat kolmesta kohtaa, jotta saataisiin useampia vertailtavia satoja kokeen aikana. Koetekijöiden välinen vertailu on mahdollista niinä vuosina, jolloin kaikilla koejäsenillä on sama kasvi, ruis tai peruna. Ruutukoko on 10 × 5(6) m. Kerranteita on kolme.

**Taulukko 1. Viljelykiertokokeen koetekijät.**

Pääruudut	Osaruudut
Tavanomainen viljely käyttäen väkilannoitteita ja kasvinsuojelua	A = Lannoitus suositusten mukaan B = Niukka lannoitus: Puolet edellisestä
Omavarainen viljely käyttäen biologista typensidontaa, apilaviherlannoitusta, biotiittia ja raakafosfaattia	C = Apila, kasvijätteet ja kivijauheet suoraan maahan D = Kaikki palautukset kompostoidaan ennen kyntöä maahan

**Taulukko 2. Kasvijärjestys. Samanaikaisesti aloitettujen rinnakkaiskiertojen aloituskasvit on tummennettu.**

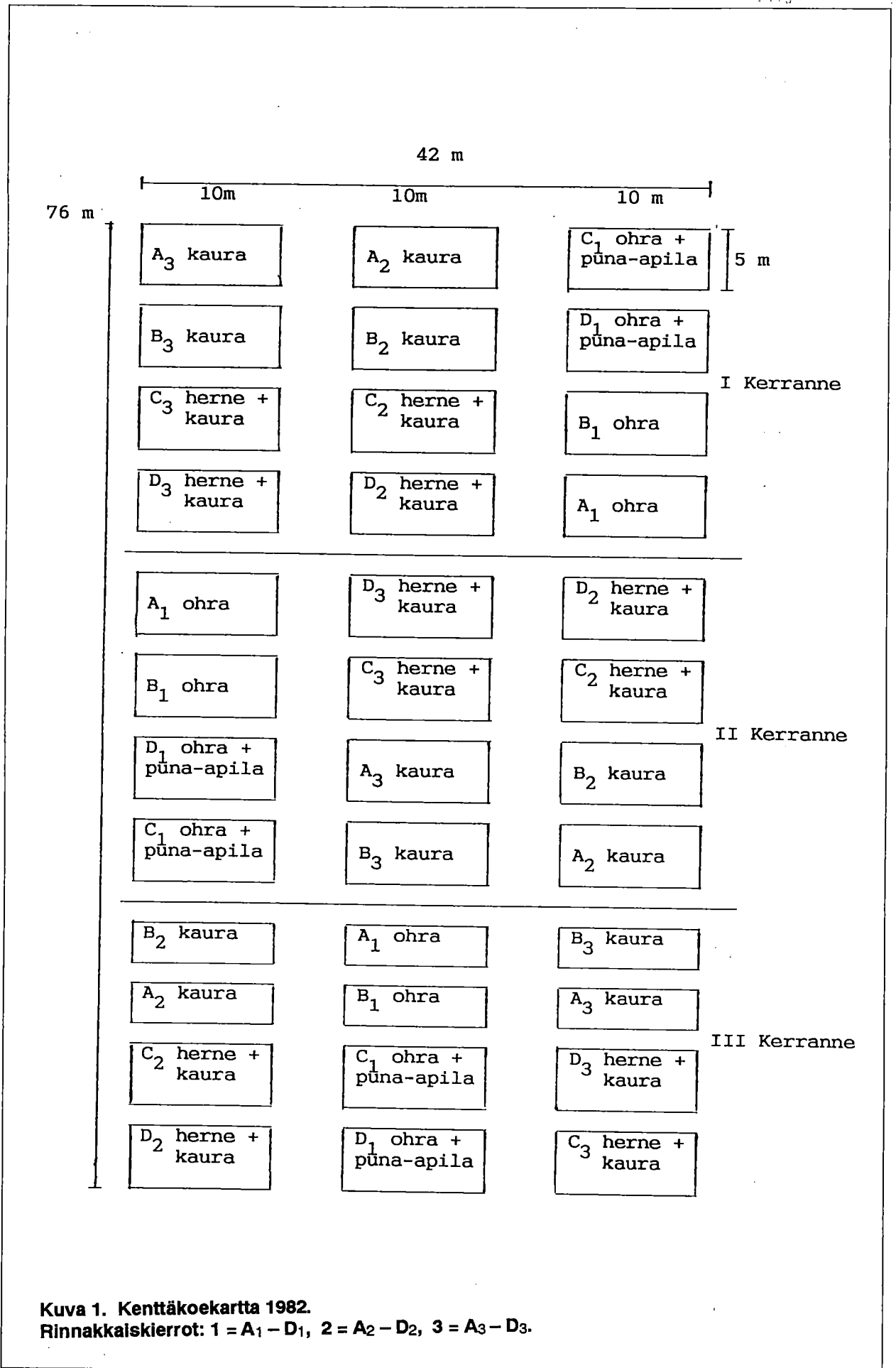
A	ohra	ohra	ruis	kaura	peruna	kaura
B	ohra	ohra	ruis	kaura	peruna	kaura
C	ohra	apila	ruis	herne kaura	peruna	herne kaura
D	ohra	apila	ruis	herne kaura	peruna	herne kaura

## 2.2 Lannoitus ja muokkaus

Omavaraisissa kierroissa viljellään tyypeä sitovia kasveja, puna-apilaa (Bjursele) tai hernetä joka toinen vuosi. Rukiin esikasvina olevan apilan koko sato muokataan maahan vihantalannoitukseksi. Omavaraisissa kierroissa fosforin ja kaliumin lähteenä on käytetty kotimaista raakafosfaattia ja kiillettä eli biotiittia. Määrät on arvioitu siten, että niiden fosfori- ja kaliumsisältö vastaa ohran keskisatojen mukana pellolta vietyjen ravinteiden määriä. Tämän mukaan ensimmäisten 6-vuotisten kiertojen aikana on annettu keskimäärin noin 2000 kg/ha kiillettä ja 500 kg/ha raakafosfaattia. Lisäksi kokeiden alkaessa kaikki omavaraiset kierrot saivat 20 t/ha karjanlantaa. Kiertokokeiden jatkuessa raakafosfaatin ja kiilteen määriä on muutettu siten, että toisen 6-vuotisen kierron aikana biotiittia annetaan 3000 kg/ha ja raakafosfaattia 300 kg/ha. Ne annetaan perunalle. Siinä omavaraisessa kierrossa, jossa jätteet ja palautukset kompostoidaan, kompostia annettiin ensimmäisinä vuosina joka vuosi. Toisen 6-vuotisen kierron aikana komposti annetaan vain perunalle. Muokkaus on samanlainen kaikilla viljelytavoilla lukuunottamatta ylimääräisiä rikkakasvien torjuntamultauksia perunalla omavaraisissa kierroissa. Oljet ja naatit muokataan aina maahan.

## 2.3 Koepaikat

Kenttäkoe alkoi viidellä koepaikalla eri puolilla Suomea. Keski-Suomen (KES) tutkimusasemalla koe alkoi v. 1981, Sata-Hämeen (SAH) ja Karjalan (KAR) tutkimusasemilla v. 1982, Satakunnan (SAT) ja Etelä-Pohjanmaan (EPO) tutkimusasemilla v. 1983. Kenttäkartta kokeen alkaessa on kuvassa 1. Keski-Suomen tutkimusasemalla (KES) perunan tilalla on nauris. Maalaji on kaikissa kokeissa kivennäismaata, mutta eri koepaikkojen välillä oli kokeen alkaessa suuria eroja viljavuudessa sekä orgaanisen hiilen ja typen määrissä (Taulukko 3).





**Taulukko 3. Maan ominaisuudet kokeen alkaessa.**

	Koepaikka				
	SAT	KES	EPO	SAH	KAR
Maalaji	Hts	Hs	hsHHt	Hs	Ht
pH	6,57	7,05	5,76	6,11	6,48
Org. C %	2,60	1,36	2,28	2,99	4,09
N %	0,204	0,105	0,186	0,214	0,193
C/N	12,7	13,0	12,3	14,0	21,2
Tilavuuspaino	1,05	1,02	1,08	0,96	1,05
Johtoluku	0,87	0,62	0,84	0,61	0,75
Ca mg/l maata	2220	2156	1001	1269	1866
K mg/l maata	167	84	114	119	144
Mg mg/l maata	373	266	128	115	125
P mg/l maata	10,7	30,0	5,3	6,0	17,9
B mg/l maata	0,71	0,25	0,49	0,34	0,39
Cu mg/l maata	7,85	5,13	4,74	1,56	2,79
Fe mg/l maata	467	474	494	246	432
Mn mg/l maata	34	54	34	27	41
Mo mg/l maata	0,03	0,05	0,08	0,02	0,03
Zn mg/l maata	1,34	0,84	2,20	0,79	1,94

Maalajilyhenteet: Hts = hietasavi, Hs = hiesu, hsHHt = hiesuinen hieno hieta, Ht = hieta.

## 2.4 Sääolot

Tarkasteltavaan ajanjaksoon mahtuu sekä kylmiä ja sateisia (1987) että poikkeuksellisen suotuisia kasvukausia (1989). Keskimääräisesti jakson tehoisan lämpötilan summa oli pitkäaikaisen keskiarvon tuntumassa. Kesäkuukausien tehoisan lämpötilan summat ja sademäärät eri koepaikoilla esitetään liitteessä 1.

## 2.5 Näytteiden otto

Biomassamäärittystä varten otettiin näytteet jokaisen kerranneruudun kolmesta pisteestä 1–2,5 cm syvyydestä. Maat yhdistettiin ja sekoitettiin. Näytteet otettiin syksyllä rukiin tai perunan sadon korjuun jälkeen, jolloin viherlannoituksen vai kutuksen voidaan arvioida jo vakiintuneen. Näytteet säilytettiin analysoinnin ajan tuoreina +4 C° lämpötilassa. Häiriintymättömät tilavuusnäytteet huokosjakauman määrittystä varten otettiin samoista pisteistä lieriöillä 2,5–7,5 cm syvyydestä rukiin jälkeen. Viljavuusanalyysjä varten otettiin näytteet muokkauskerroksesta ja pohjamaasta (osasta kokeita) jokaiselta ruudulta perunan ja rukiin jälkeen syksyllä.

## 2.6 Analyysit

Mikrobibiomassan (bakteerit, sienet, alkueläimet) hiilen määrittäminen tehtiin JENKINSONIN ja POWLSONIN (1976) esittämällä tavalla. Maaerien koko oli 50 g. Inkuboinnin aikana natriumhydroksidiin imeytynyt CO<sub>2</sub> saostettiin bariumkloridilla ja jäljelle jäänyt emäs titrattiin kloorivetyhapolla fenolftaleiini indikaattorina (JÄGGI 1976). Biomassan määrää laskettaessa oletettiin 50 % mikrobien hiilestä vapautuvan hiilidioksidina. Määrittysten toistettavuus on selvästi huonompi kuin tavanomaisten kemiallisten määrittysten.

Uuttomenetelminä ravinteiden määrittämiseksi käytettiin hapanta ammoniumasetaattia (Ca, K, Mg, ja P), kuumavesiuuttoa (B) ja HAAc-EDTA (muut hivenaineet). Maan orgaaninen hiili mää-

ritettiin SIPPOLAn (1982) kuvaamalla kuivapolttomenetelmällä (LECO CR-12) ja kokonaistyyppi Kjeldahl-menetelmällä.

Nitraatti- ja ammoniumtyyppi uutettiin pakastettuina säilytetyistä maista sulatuksen jälkeen 2 M KCl:llä. Nitraatti määritettiin pelkistuksen jälkeen nitriittinä sulfanilamidi-indikaattorin ja autoanalyysoittorin avulla sekä ammonium happamuuteen reagoivaa indikaattoria hyväksi käyttäen autoanalyysoittorilla.

Maan hyötykapasiteetin laskemista varten häiriintymättömistä lieriönäytteistä määritettiin kosteuspitoisuus maaveden jännityksillä pF2 ja 4,2. Kosteuspitoisuudet määritettiin myös maaveden jännitteillä pF1 ja pF3.

Tulosten tilastollinen käsittely tehtiin varianssianalyysillä SPSSX-ohjelmistolla (ANON. 1988). Keskiarvojen luotettavuutta testattiin Tukeyn HSD-arvolla ( $P=0,05$ ). Jokainen vuosi ja koepaikka testattiin erikseen.

### 3 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

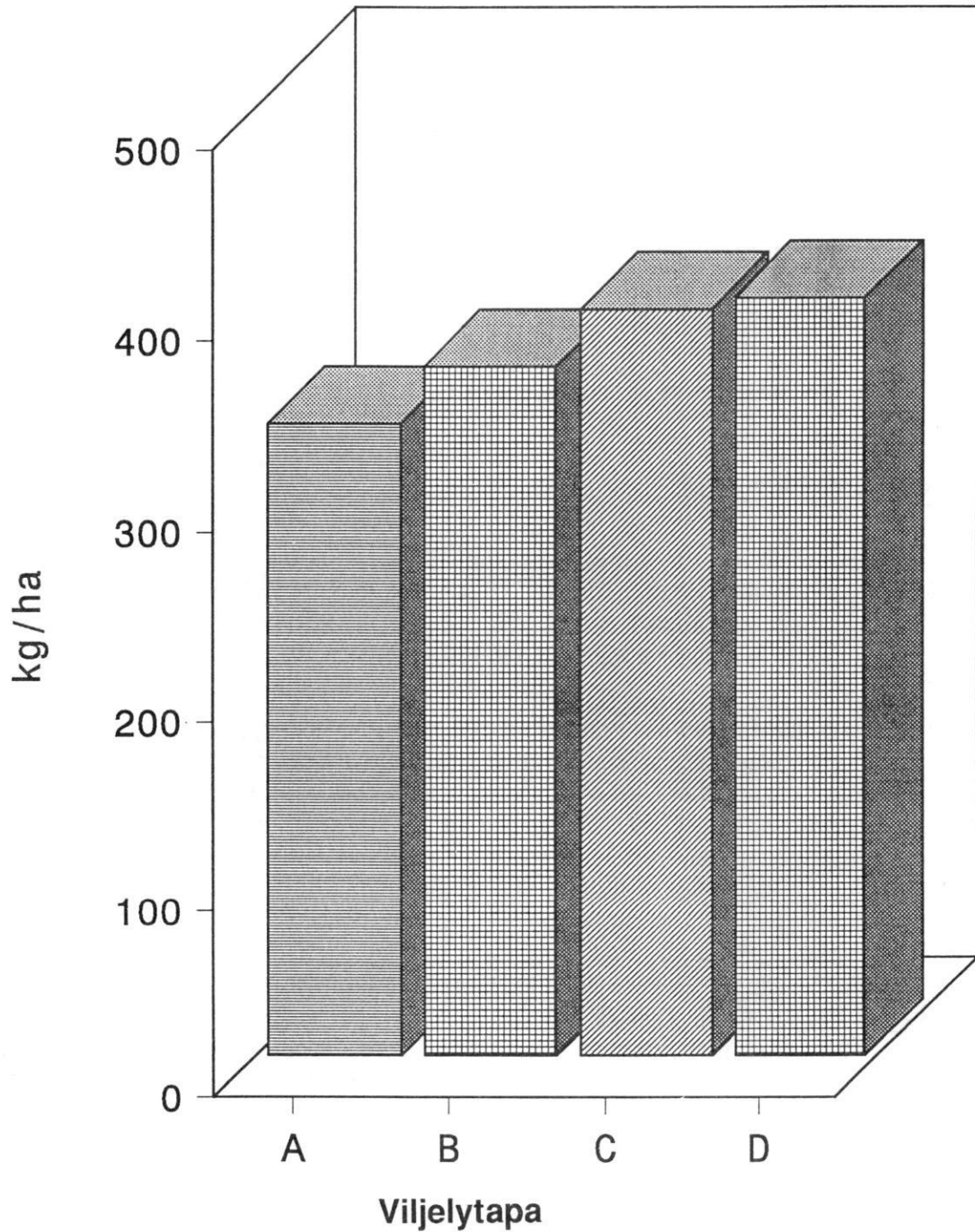
#### 3.1 Mikrobibiomassa

Mikrobibiomassan määrässä oli suuria eroja koepaikkojen välillä. Satakunnan tutkimusaseman koekentässä oli kaikkien tehtyjen määritysten keskiarvon mukaan mikrobibiomassan hiiltä  $575 \pm 93$  kg hehtaarilla, Keski-Suomen kentässä  $370 \pm 68$  kg, Etelä-Pohjanmaan  $249 \pm 68$  kg, Sata-Hämeen  $423 \pm 73$  kg ja Karjalan kentässä  $273 \pm 120$  kg hehtaarilla muokkauskerroksessa.

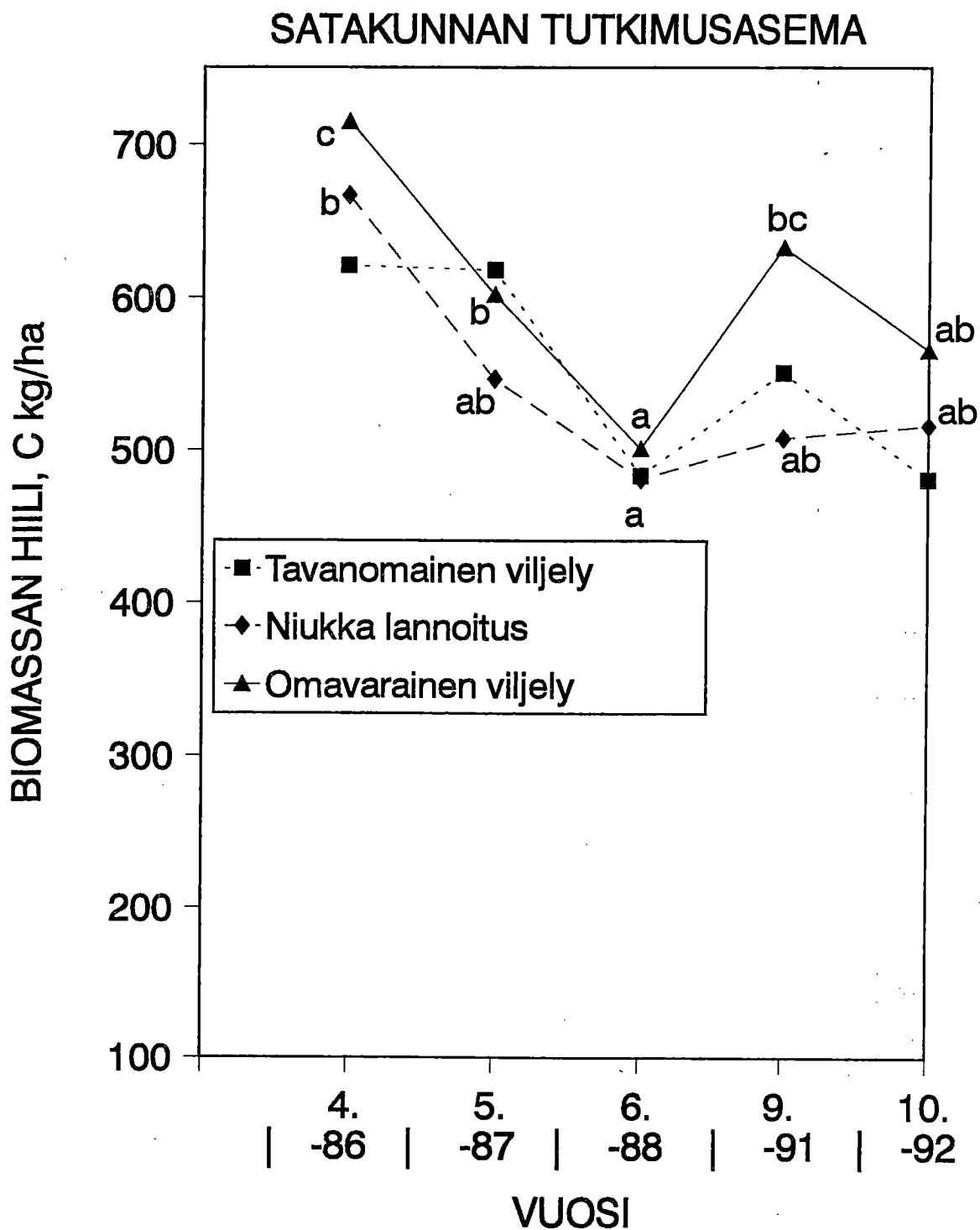
Viljelytapojen vaikutuksen suunta oli selvä, mutta merkitseviä eroja oli vähän. Mikrobibiomassan hiilen kaikkien koepaikkojen keskiarvo oli tavanomaisessa viljelyssä 339 kg hehtaarilla (vaihtelu 104–622 kg), niukkaa lannoitusta käytettäessä 369 kg (130–666 kg) ja omavaraisessa viljelyssä keskimäärin 401 kg (150–762 kg) (Kuva 2). Mikrobibiomassan hiilen osuus orgaanisesta hiilestä oli tavanomaisessa viljelyssä 0,6 % ja niukkaa lannoitusta käytettäessä sekä omavaraisessa viljelyssä 0,7 %. Biomassahiilen määritysten hajonta oli kuitenkin suurta. Tämä johtuu analyysimenetelmän epätarkkuudesta ja suurehkoista kerranteiden välisestä vaihtelusta. Kaikkien koepaikkojen keskiarvoja voidaan pitää ainoastaan suuntaa osoittavina erilaisten ympäristöolojen takia. Menetelmällä saatuja tuloksia voidaan luotettavammin käyttää viljelytapojen vertailuun kullakin koepaikalla vuosittain (Kuvat 3–6, Taulukko 4). BECK (1986) on osoittanut kahtakymmentä tilapia (tavanomainen/vaihtoehtoinen viljely) vertaavassa tutkimuksessa, että paikalliset olosuhteet vaikuttavat mikrobitoiminnan intensiivisyyteen enemmän kuin viljelytapa.

Vuosien väliset vaihtelut olivat kaikilla koepaikoilla suuret. Kokeen alussa oma varaisille kierroille annetun karjanlannan mikrobien toimintaa stimuloiva vaikutus oli havaittavissa vielä toisena ja kolmantena vuonna kokeen alkamisesta suurempina mikrobibiomassan hiilen määrinä. Merkitseviä eroja omavaraisen ja tavanomaisen viljelyn välillä oli kuitenkin ainoastaan Karjalan tutkimusaseman kokeessa, jossa toisena ja kolmantena vuonna kokeen alkamisesta omavaraisilla kierroilla oli merkittävästi enemmän mikrobibiomassaa kuin tavanomaisessa viljelyssä. Tanskalaisessa karjanlannan ja väkilannoitteiden vertailukokeessa (EILAND 1980) biomassan määrä oli lantaa saaneella koalueella samaa suuruusluokkaa kuin tässä kokeessa. Toisaalta on todettu, että erot orgaanisen ja väkilannoituksen vaikutuksen välillä ovat olleet odotettua pienemmät, koska väkilannoituksella aikaansaatu runsaampi kasvu jättää maahan paljon kasvijätteitä ja juuria. EILAND on tullut pitkäaikaisten kokeiden perusteella siihen tulokseen, että karjanlannan edullinen

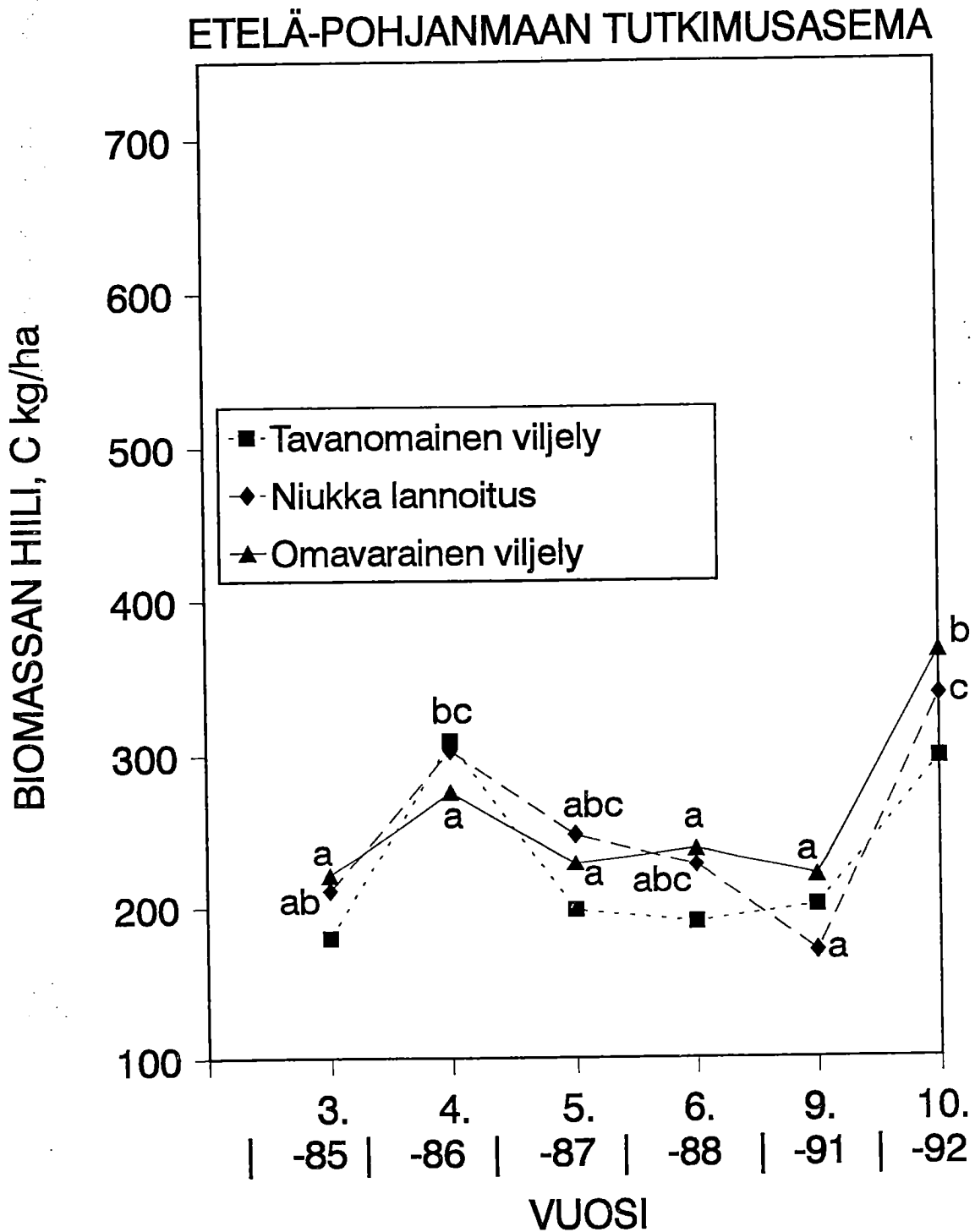
## MIKROBIBIOMASSAN C KG/HA



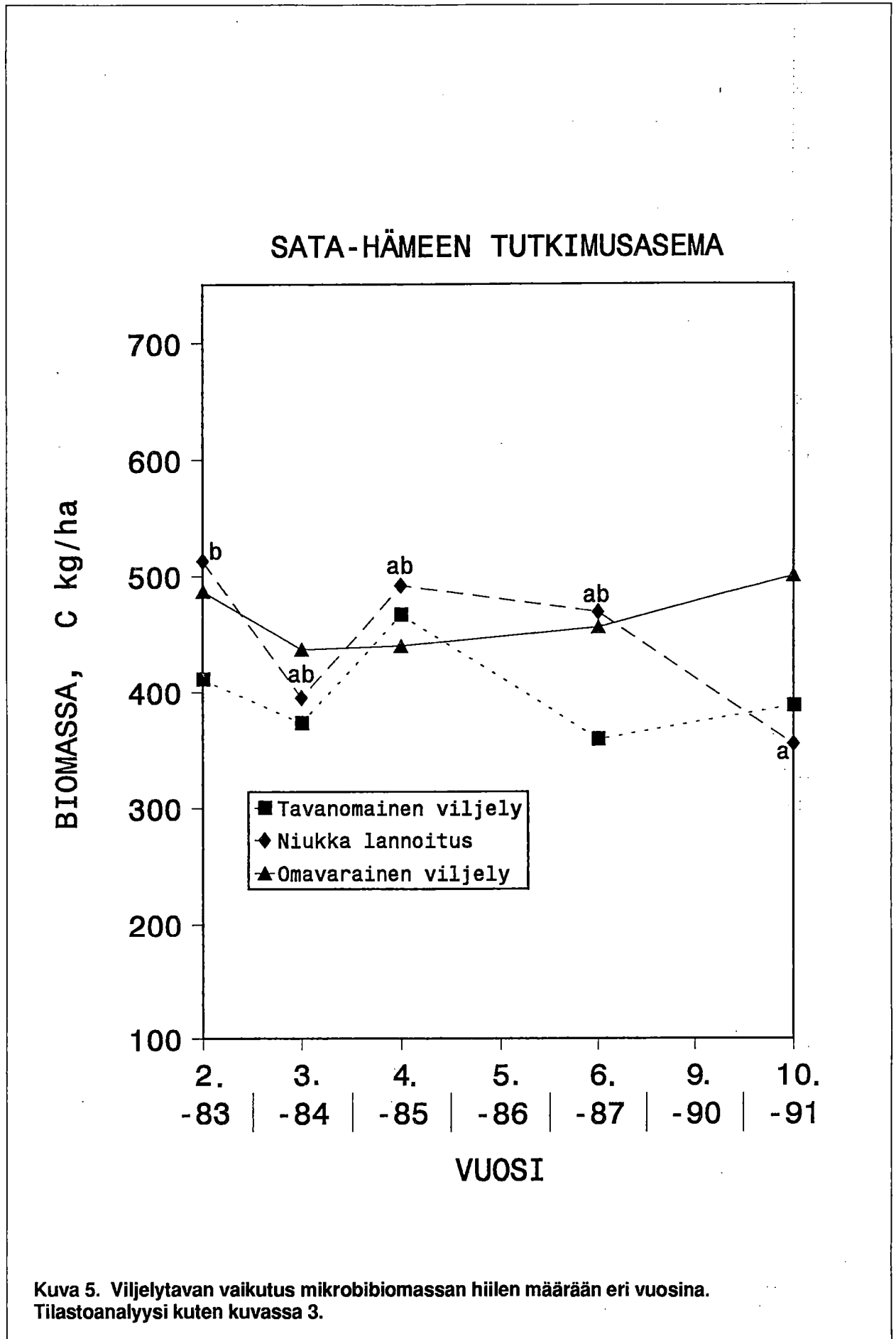
Kuva 2. Viljelytavan vaikutus mikrobibiomassan hiilen määrään keskimäärin kaikkina vuosina kaikissa kokeissa.  
A= tavanomainen viljely, B= niukka lannoitus, C-D= omavarainen viljely.

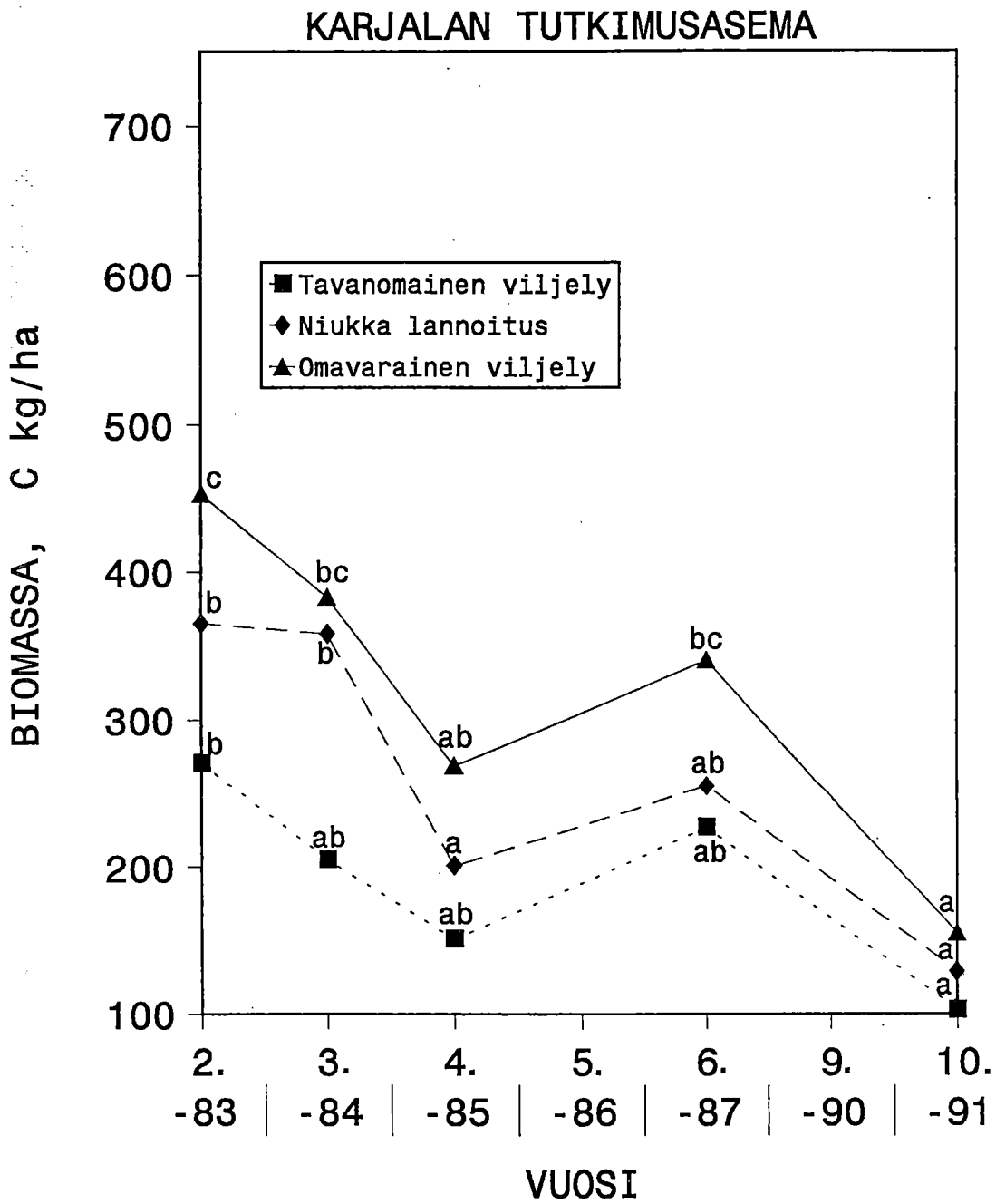


Kuva 3. Viljelytavan vaikutus mikrobibiomassan hiilen määrään eri vuosina. Tilastoanalyysi on tehty erikseen jokaiselle viljelytavalle. Eri kirjainmerkillä merkityt pisteet samalla viljelytavalla poikkeavat merkitsevästi toisistaan ( $P > 0,05$ ).



Kuva 4. Viljelytavan vaikutus mikrobibiomassan hiilen määrään eri vuosina. Tilastoanalyysi kuten kuvassa 3.





Kuva 6. Viljelytavan vaikutus mikrobibiomassan hiilen määrään eri vuosina. Tilastoanalyysi kuten kuvassa 3.

**Taulukko 4. Viljelytavan vaikutus mikrobiomassaan eri koepaikoilla.**

	Biomassan C kg/ha					
	Viljelytapa	Tavanomainen		Omavarainen		
		A	B	C	D	
	Vuosi	Kierto				
SAT	86 (4.)	3	622	666	762	668
	87 (5.)	1	618	546	574	630
	88 (6.)	2	482	482	508	494
	91 (9.)	1	550 <sup>a</sup>	508 <sup>a</sup>	672 <sup>b</sup>	594 <sup>a</sup>
	92 (10.)	3	481	516	538	593
Keskim.			551	544	611	596
KES	86 (5.)	3	386	372	442	392
	89 (9.)	1	340	384	392	334
	92 (11.)	3	332	354	412	301
Keskim.			352	370	415	342
EPO	85 (3.)	1	180	210	234	208
	86 (4.)	3	310	304	240	312
	87 (5.)	1	198	248	240	218
	88 (6.)	2	190	228	234	244
	91 (9.)	1	202	172	250	190
	92 (10.)	3	298	339	390	345
Keskim.			229	250	265	253
SAH	83 (2.)	2	410	514	448	526
	84 (3.)	1	374	396	426	448
	85 (4.)	3	468	492	430	450
	87 (6.)	2	360	460	458	454
	91 (10.)	3	388 <sup>ab</sup>	356 <sup>a</sup>	480 <sup>ab</sup>	522 <sup>b</sup>
Keskim.			400 <sup>a</sup>	444 <sup>ab</sup>	448 <sup>ab</sup>	480 <sup>b</sup>
KAR	83 (2.)	2	270 <sup>a</sup>	364 <sup>a</sup>	366 <sup>a</sup>	538 <sup>b</sup>
	84 (3.)	1	206 <sup>a</sup>	358 <sup>b</sup>	380 <sup>b</sup>	386 <sup>b</sup>
	85 (4.)	3	150	200	270	268
	87 (6.)	2	226	254	314	366
	91 (10.)	3	104	130	150	160
Keskim.			192 <sup>a</sup>	262 <sup>ab</sup>	296 <sup>ab</sup>	344 <sup>b</sup>
Kaikki keskim.			339	369	401	402

vaikutus mikrobitoimintaan johtuu pääasiassa parantuneista fysikaalisista oloista maassa, koska karjanlanta sisältää runsaasti hajoamatonta ainesta.

Neljäntenä, viidentenä ja kuudentena vuonna kokeen alkamisesta viljelytapojen välillä ei ollut merkitseviä eroja missään kokeessa. Sen sijaan yhdeksäntenä tai kymmenentenä vuonna kokeen alkamisesta mikrobiomassan määrä omavaraisessa kierrossa oli merkitsevästi suurempi kuin tavanomaisessa kierrossa sekä tiiviillä hiesusavella (SAT) että hiesulla (SAH) (Taulukko 4).

Vuosien aikana useilla koepaikoilla havaittava trendi oli mikrobiomassan väheneminen kaikilla viljelytavoilla, eniten niukasti lannoitetuilla ruuduilla. Mikrobiomassan väheneminen ko-



keen aikana oli jyrkin Karjalan tutkimusasemalla (Kuva 6). Tähän lienee vaikuttanut koalueen viljelyhistoria, jonka mukaan alue oli ollut vuosia pakettipeltona. Pakettinurmen edullinen vaikutus mikrobitoimintaan näyttää olevan lyhytaikainen siirryttäessä säännölliseen muokkaukseen. Muokkausten on muissakin kokeissa todettu vähentävän mikrobibiomassan määrää (DORAN 1987).

Mikrobien määrää kasvukauden eri aikoina on selvitetty useissa tutkimuksissa (ELAND 1981, GRANATSTEIN et al. 1987, ROSS et al. 1981), mutta tulokset ovat ristiriitaisia. Yleensä mikrobimäärä lisääntyy jyrkästi, kun orgaanista ainesta muokataan maahan (CAMPBELL et al. 1991). Tässä kokeessa mikrobibiomassan hiili on määritetty syksyllä rukiin sadonkorjuun jälkeen, jolloin edellisenä syksynä annetun viherlannoituksen vaikutus on jo tasaantunut.

Mikrobibiomassan määrään vaikuttavat siis monet tekijät, jotka on otettava huomioon, kun tuloksia verrataan. Viljelytapojen vaikutusta mikrobien määrään on vaikea osoittaa, koska erot maan ominaisuuksissa, säässä ja alueen viljelyhistoriassa ovat suuret. Syyt ja vaikutussuhteet ovat vaikeasti tulkittavissa. Myös muokkauksen tehokkuus vaikuttaa siihen, missä maakerroksessa mikrobit toimivat. Muokkaamattomassa maassa mikrobibiomassan määrä on suurin maan pintakerroksessa, muokatussa taas 7,5–15 cm:n syvyydessä (GRANATSTEIN et al. 1987, DORAN 1987). Viljelytoimenpiteiden vaikutus on tullut selvimmän esiin 7,5–15 cm syvyydessä (CAMPBELL et al. 1981).

Tässä kokeessa mikrobibiomassan hiilen määrällä oli merkitsevä korrelaatio monien maan ominaisuuksien kanssa. Hiilen määrä korreloi positiivisesti maan pH:n ( $r = .83^{**}$ ) ja magnesiumin ( $r = .80^{**}$ ) sekä useiden hivenaineiden pitoisuuksien kanssa. On tosin huomattava, että maan ominaisuuksilla on usein vahvat keskinäiset riippuvuudet. Tehoisan lämpötilan summa ja mikrobibiomassan hiili korreloivat keskenään positiivisesti. Sadesumman ja hiilen välillä oli negatiivinen korrelaatio. Se johtui useista sateisista ja kylmistä vuosista. ROSS et al. (1981) ovat havainneet, että kylminä ja märkinä ajanjaksoina ei ole eroja viljelytapojen välillä mikrobibiomassan määrissä. Tämä osoittaa, että kun kasvien ravinnehuolto perustuu pääasiassa orgaanisen aineksen hajoamiseen, märkyys ja kylmyys ovat viljelyn pahimpia riskitekijöitä.

Askeltava regressioanalyysi osoitti, että mikrobibiomassan hiilen määrän vaihtelut olivat yhteydessä maan ominaisuuksien vaihteluihin. Kun askeltavan regressioanalyysin selittäjiksi otettiin pH, magnesium, boori, orgaaninen hiili, kokonaistyyppi, hiilen ja typen suhde, maan hyötykapasiteetti sekä sademäärä ja tehoisan lämpötilan summa, pH:n vaihtelut selittivät 79 % mikrobibiomassan hiilen vaihteluista. Muut merkitsevät selittäjät, orgaaninen hiili ja magnesium, nostivat selitystasetta 88 %:iin. Myös GEHLEN ja SCHRÖDER (1986) ovat osoittaneet, että erot mikrobibiomassan määrissä viljelytapojen välillä selittyvät osittain maan happamuuden eroilla. Muissa kokeissa on osoitettu mikrobibiomassan määrällä olevan merkitseviä korrelaatioita maan vesipitoisuuden ja mineraalityypen määrän (DORAN 1987), maan kokonaistypen ja orgaanisen hiilen (ADAMS ja LAUGHLIN 1981) sekä humuspitoisuuden kanssa (GEHLEN ja SCHRÖDER 1986). Kun käsillä olevasta tutkimuksesta saadaan lisää tuloksia, mikrobibiomassan määrään vaikuttavia tekijöitä tulisi selvittää tarkemmin.

On ilmeistä, että pyrittäessä lisäämään maan biologista aktiivisuutta oleellisesti, tulisi mikrobis-toa ruokkia paljon suuremmilla orgaanisen aineksen lisäyksillä kuin mitä tässä tutkimuksessa on tehty. Myös happamuuden vähentäminen kalkitsemalla edistää mikrobien toimintaa.

### 3.2 Maan viljavuus, hiili ja typpi

Ensimmäisen kuusivuotisen kierron aikana kasveille käyttökelpoisessa muodossa olevan fosforin ja kaliumin määrä oli vähentynyt omavaraisessa viljelyssä (SIPPOLA et al. 1990). Tavanomaisessa viljelyssä boori oli lisääntynyt, omavaraisissa kierroissa vähentynyt. Ensimmäisen kierron aikana ei tapahtunut selviä muutoksia orgaanisen hiilen eikä siten humuksenkaan määrissä, ei myöskään kokonaistypen määrissä.

Viljelytapojen vaikutusta maan viljavuuden kehittymiseen seurattiin myös toisen 6-vuotisen kierron alkuvuosien aikana. Viljavuusanalyysien tuloksia on esitetty koepaikoittain ja vuosittain liitteissä 2–10. Suurimmat erot olivat edelleen kasveille käyttökelpoisen kaliumin, fosforin ja boorin määrissä (Kuvat 7–9, liitteet 3–4). Suositusten mukainen lannoittaminen oli 9–10 vuoden viljelyn aikana nostanut fosfori- ja kaliumlukuja verrattuna lähtötilanteeseen. Niukka lannoitus oli pitänyt ne ennallaan. Sen sijaan omavaraisessa viljelyssä fosforin ja kaliumin kasveille käyttökelpoiset määrät olivat edelleen vähentyneet, mutta eivät yhtä paljon kuin ensimmäisen 6-vuotisen kierron aikana. Kaliumia oli keskimäärin viidenneksen ja liukoista fosforia kolmanneksen vähemmän 9–10 vuoden viljelyn jälkeen kuin kokeen alkaessa. Karjalan tutkimusasemalla kasveille käyttökelpoisten ravinteiden määrä oli vähentynyt myös tavanomaisessa viljelyssä. Ero tavanomaisen ja omavaraisen viljelyn välillä oli kasvanut. Fosforia oli omavaraisissa kierroissa usein vain puolet siitä mitä tavanomaisessa viljelyssä.

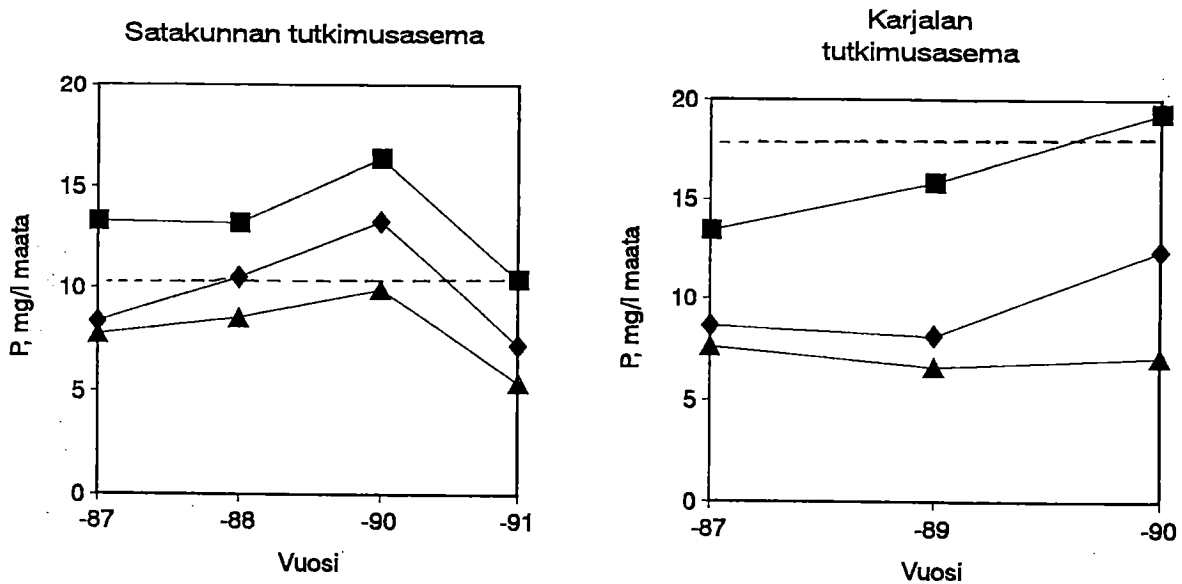
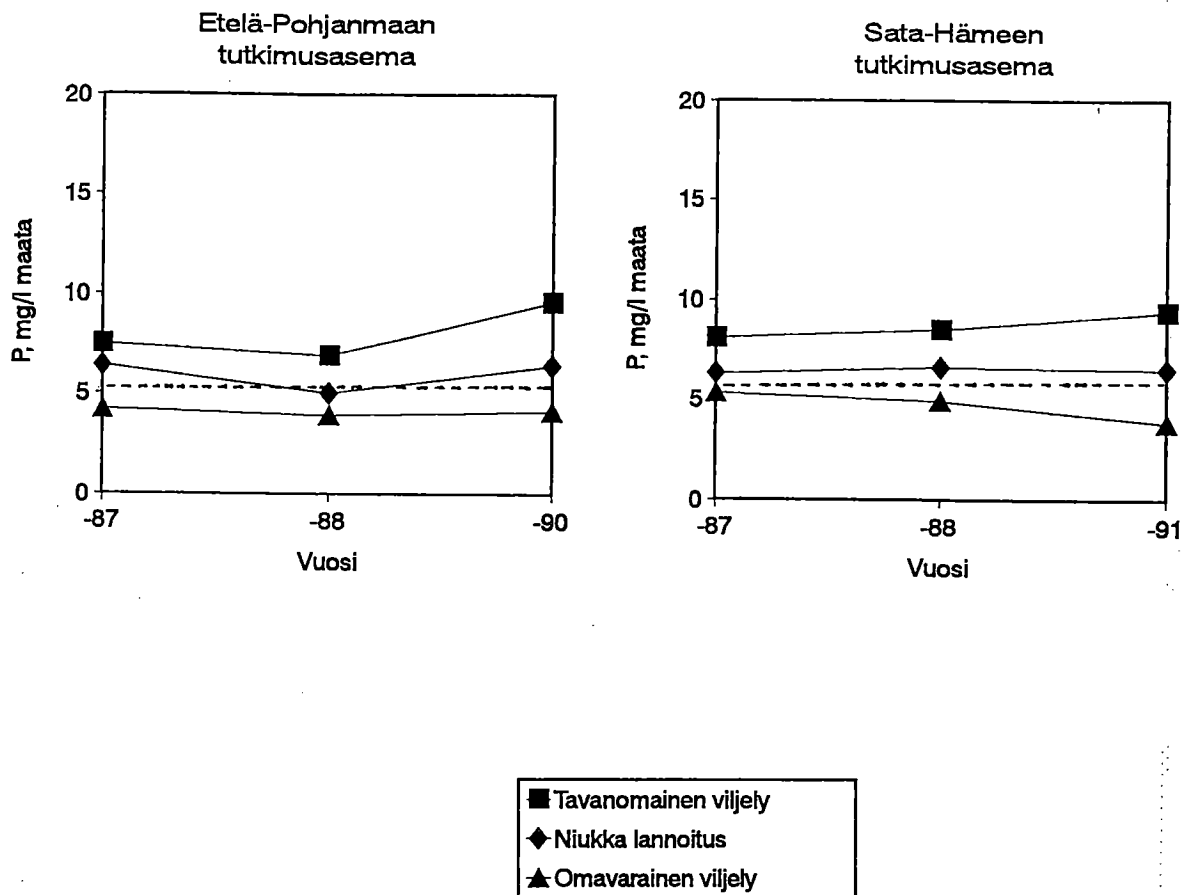
Kasveille käyttökelpoisen boorin määrä oli tavanomaisessa viljelyssä noussut, omavaraisessa viljelyssä vähentynyt lähtötilanteeseen verrattuna. Erot viljelytapojen välillä olivat miltei poikkeuksetta jokaisessa rinnakkaiskierrossa merkitseviä (Liite 5).

Muiden ravinteiden pitoisuuksissa ei ollut suuria eroja viljelytapojen välillä. Maan happamuus oli hieman korkeampi omavaraisissa kierroissa. Sata-Hämeen ja Etelä-Pohjanmaan tutkimusasemilla, joilla pH oli luontaisesti alhaisempi kuin muilla koepaikoilla, se oli noussut merkitsevästi omavaraisessa viljelyssä (Liite 2). Useissa kokeissa johtoluku ja kalsiumin määrä olivat merkitsevästi alhaisemmat omavaraisissa kierroissa (Liitteet 2–3).

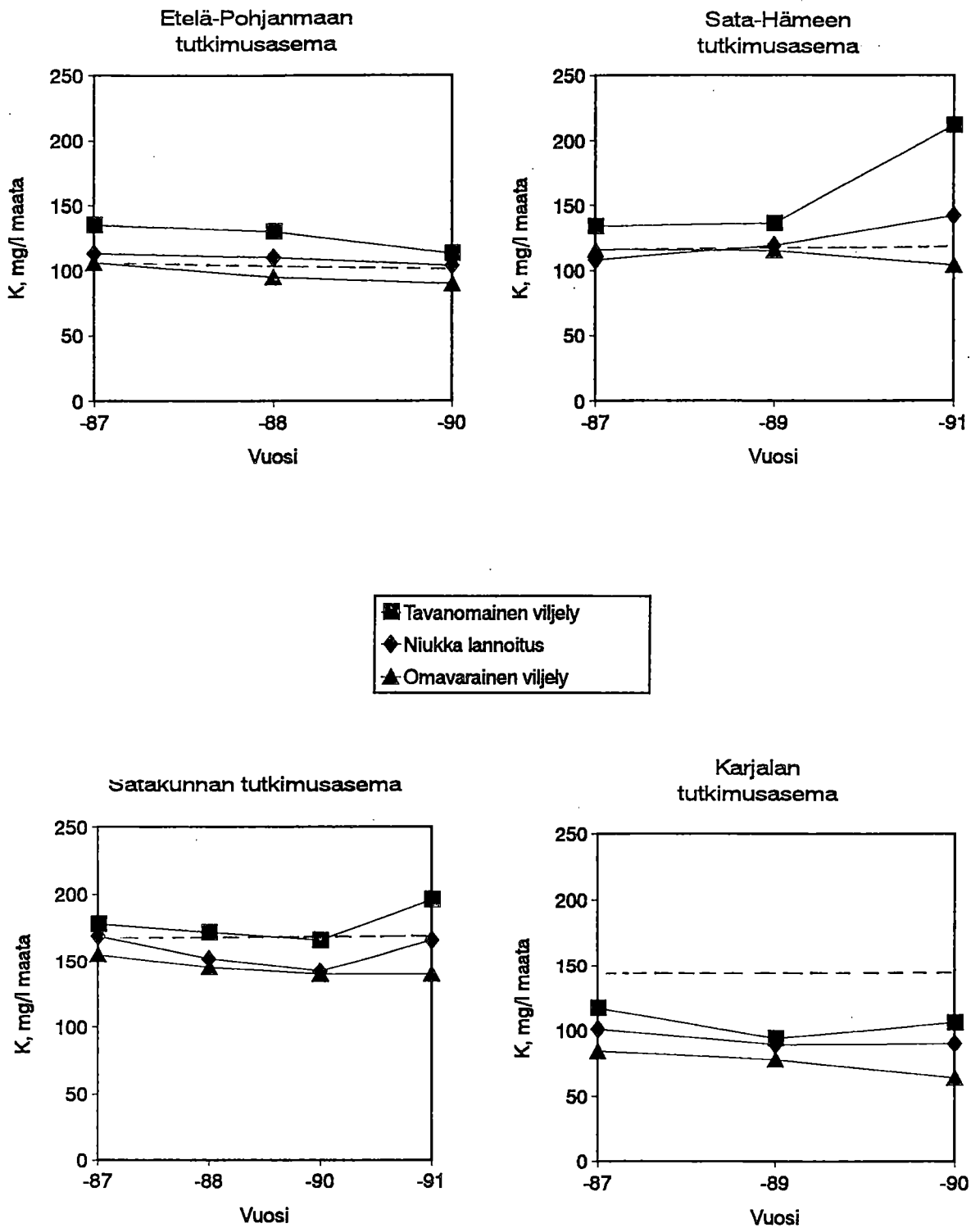
Orgaanisen hiilen ja kokonaistypen määrät olivat omavaraisen viljelyn kierroissa korkeammat kuin tavanomaisessa viljelyssä, mutta erot eivät olleet merkitsevät (Liitteet 8–9). Eräissa muissa kokeissa viljelytoimenpiteiden on osoitettu vaikuttavan nopeammin mikrobibiomassan hiilen kuin orgaanisen hiilen tai typen kokonaismäärään (GRANATSTEIN et al. 1987). Viljelytavan vaikutus raskasmetallien liukoiseen määrään maassa oli ristiriitainen (Liite 10). Eräissä tapauksissa lyijyä ja kadmiumia oli omavaraisesti viljeltäessä maassa enemmän kuin tavanomaisesti viljeltäessä. Ero oli kuitenkin pieni.

Pohjamaan viljavuusluvuissa ei ollut merkitseviä eroja viljelytapojen välillä missään rinnakkaiskierrossa. Kasveille käyttökelpoisten ravinteiden määrät on esitetty kaikkien rinnakkaiskiertojen keskiarvoina liitteessä 11.

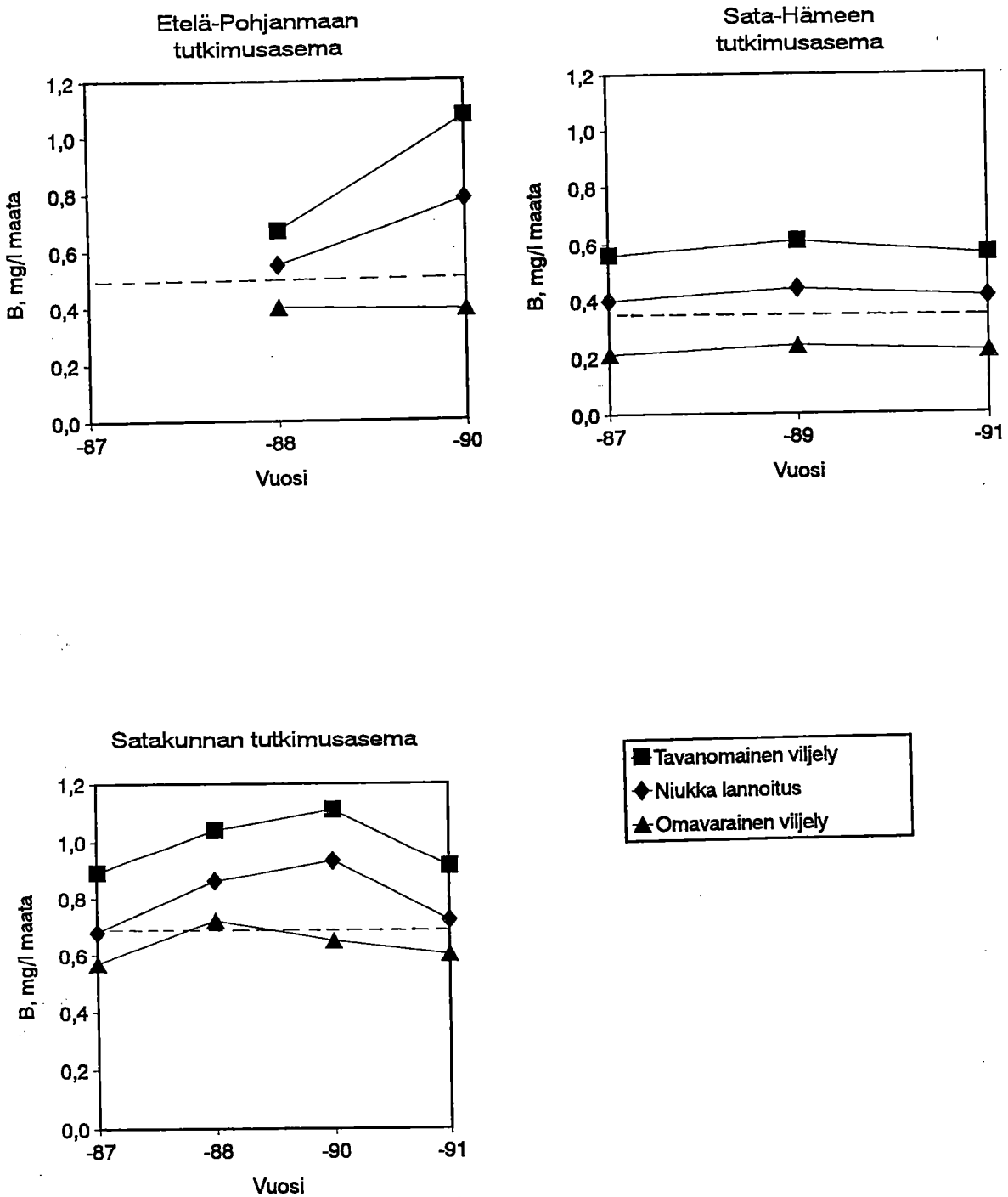
Sekä ammonium- että nitraattityypen määrät olivat 9–10 vuoden kuluttua kokeen alkamisesta alhaisimmat ja vaihtelu vähäisintä niukan lannoituksen saaneilla koeruuduilla (Taulukko 5). Nitraattityppeä oli merkitsevästi enemmän runsaan kuin niukan lannoituksen (EPO) tai omavaraisen viljelyn kierroissa (SAH). Hehtaaria kohti laskettuna huuhtoutumiselle altista nitraattityppeä oli runsaan lannoituksen kierrossa 20 kg/ha, niukalla lannoituksella 9 kg/ha ja apilaviherlannoituksen saaneissa omavaraisissa kierroissa 12 kg/ha. Maassa oli ammoniumtyppeä vastaavasti 3,3 ja 5 kg/ha. Ammoniumtyppeä oli omavaraisessa viljelyssä enemmän kuin tavanomaisen viljelyn kierroissa, mutta merkitseviä eroja viljelytapojen välillä ei ollut.



Kuva 7. Viljelytavan vaikutus kasveille käyttökelpoisen fosforin määrään maassa eri koepaikoilla. Katkoviiva esittää tilannetta kokeen alkaessa.



Kuva 8. Viljelytavan vaikutus kasveille käyttökelpoisen kaliumin määrään maassa eri koepaikoilla. Katkoviiva esittää tilannetta kokeen alkaessa.



Kuva 9. Viljelytavan vaikutus kasveille käyttökelpoisen boorin määrään maassa eri koepaikoilla. Katkoviiva esittää tilannetta kokeen alkaessa.

**Taulukko 5. Nitraatti- ja ammoniumtyypen määrä maassa yhdeksän (SAT, EPO) ja kymmenen (SAH, KAR) vuoden kuluttua kokeen alkamisesta (1991) syksyllä rukiin korjuun jälkeen.**

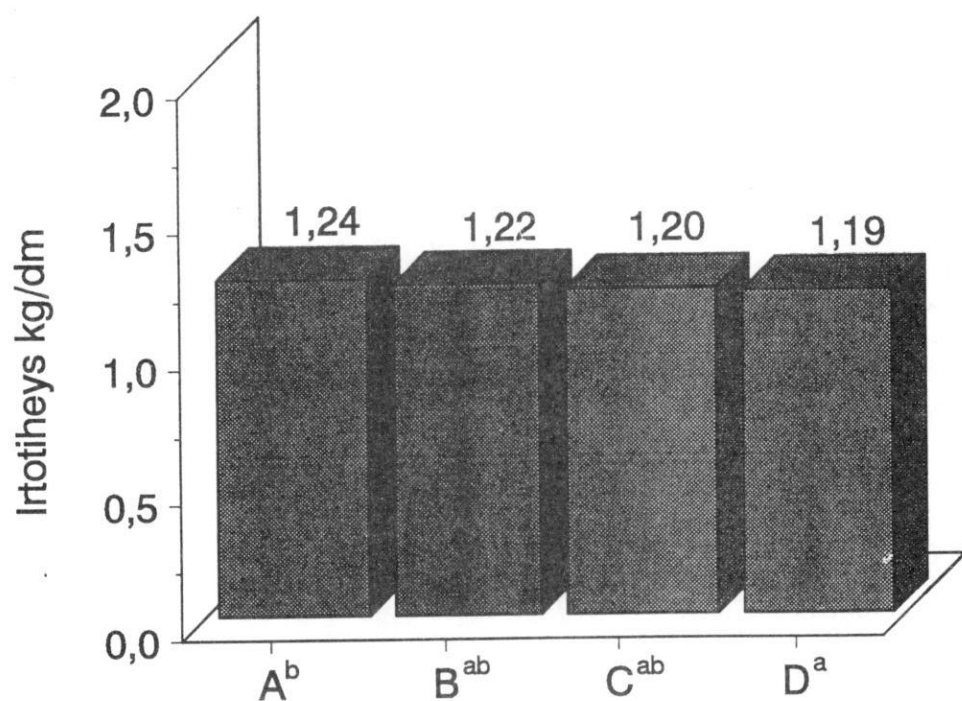
	Viljelytapa			
	Tavanomainen A	B	Omavarainen C	D
Nitraattityppi, mg/l maata				
SAT	8,2	5,4	6,1	5,4
EPO	12,4 <sup>b</sup>	4,4 <sup>a</sup>	8,1 <sup>ab</sup>	7,5 <sup>ab</sup>
SAH	13,3 <sup>b</sup>	4,9 <sup>a</sup>	3,7 <sup>a</sup>	4,3 <sup>a</sup>
KAR	5,2	2,8	7,2	4,8
Keskimäärin	9,7 <sup>b</sup>	4,4 <sup>a</sup>	6,3 <sup>ab</sup>	5,5 <sup>a</sup>
Standardipoikkeama	±4,2	±1,7	±4,2	±3,2
Ammoniumtyppi, mg/l maata				
SAT	1,4	1,2	1,3	1,5
EPO	2,7	1,7	3,3	3,8
SAH	1,2	1,2	1,0	1,4
KAR	1,1	1,2	4,3	1,4
Keskimäärin	1,6	1,3	2,5	2,0
Standardipoikkeama	±0,8	±0,4	±2,4	±1,4

Viherlannoituksen sisältämän typen kulkua ja sen huuhtoutumista selvittäviä tutkimuksia on vähän. Useimmissa tutkimuksissa on selvitetty vihermassan käyttöä kevätiljan lannoitteena. Maissin on osoitettu käyttävän apilan tai sinimailasen tyypestä (15N) 5–25 %. Tällöin häviöt ovat 6–30 % (AZAM et al. 1985, HARRIS ja HESTERMAN 1990). Tyypestä jäi näissä kokeissa maahan 46 %, josta suurin osa (96 %) orgaaniseen fraktioon. Mikrobibiomassan osuus oli tästä 18 %. Vaikka kasvi käyttää yhtenä kasvukautena viherlannoituksen tyypestä vain osan, häviöt jäävät suhteellisen pieniksi, koska voimakkaasti runsastunut mikrobisto lisää typen immobilisaatiota (JÄGGI, WALTHER ja OBERHOLZER 1988).

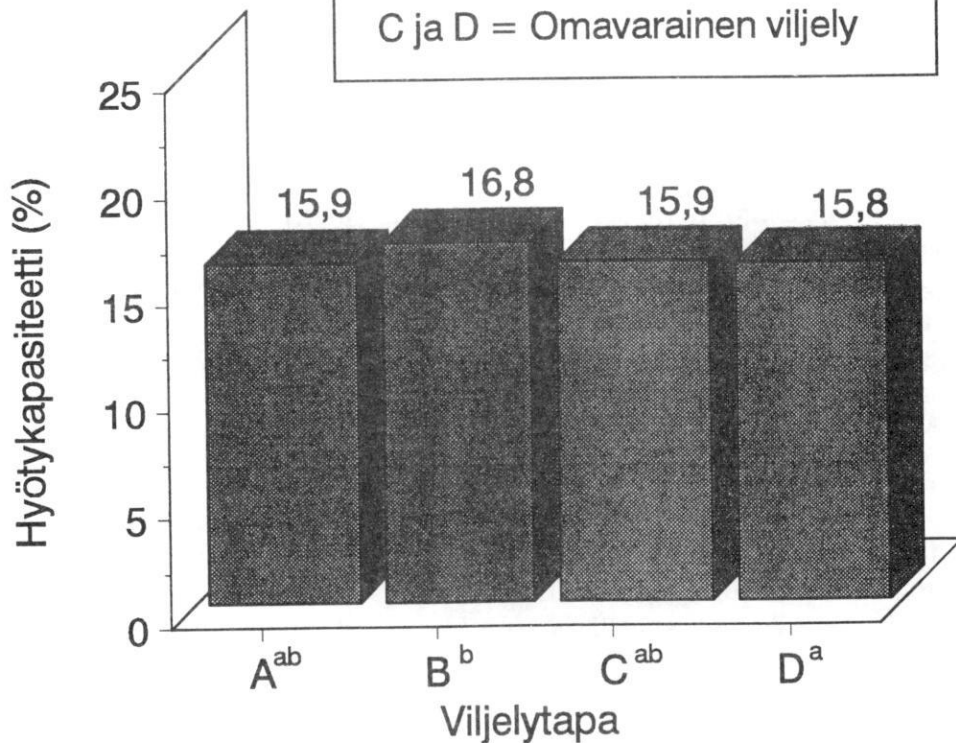
Rukiin pitkän kasvuajan takia on vaikeata tehdä arvioita siitä, paljonko rukiin lannoitukseksi käytetyn runsaan apilamassan tyypestä on ollut alttiina huuhtoutum iselle. Muiden tutkimusten perusteella voidaan olettaa, että puna-apilan käyttö viherlannoituksena on typen huuhtoutumisen kannalta hyvä vaihtoehto. Inkubointikokeissa puna-apilan sisältämä typpi mineraloitui hitaasti ja siitä mineraloitui pienempi osa kuin monien muiden apilalajien tyypestä. Kenttäkokeissa puna-apilasta mineraloitui kyntöajasta riippuen talven aikana vain 1–2 kg tyyppiä tonnista kuiva-ainetta (MARSTORP ja KIRCHMANN 1991, KIRCHMANN ja MARSTORP 1991).

Tässä kokeessa apilan kuiva-ainetta on muokattu maahan rukiin lannoitukseksi keskimäärin 7220 kg/ha (n=120) ja se on sisältänyt tyyppiä 190 kg/ha. Kymmenen vuoden kuluttua kokeen alkamisesta huuhtoutumiselle altista mineraalityppiä oli muokkauskerroksessa rukiin sadon korjuun jälkeen neljällä koepaikalla keskimäärin 16–17 kg/ha. Määrä on 7–8 % edellisestä syksynä maahan muokatun apilan sisältämästä typpimäärästä.

Elävä kasvusto käyttää yleensä tarkkaan mineraalimuodossa olevan typen kasvuunsa. Ruotsalaisissa astiakokeissa raiheinä käytti 90 % lannoitteena käytetyn puna-apilan vapautuvasta tyypestä. Typpi on hyvin usein minimitekijä ja huuhtoutumisriski on pieni, jos typpimäärä on kokeessa todettua suuruusluokkaa. Omavaraisesti viljeltäessä tyyppiä saattaa sadon korjuun jälkeen vapautua liukoiseen muotoon enemmän kuin tavanomaisesti viljeltäessä. Tällöin huuhtoutumisriski on olemassa. Tätä tulisi kuitenkin selvittää tarkemmin.



A = Tavanomainen viljely  
 B = Niukka lannoitus  
 C ja D = Omavarainen viljely



Kuva 10. Viljelytavan vaikutus maan hyötykapasiteettiin (vesi-%) ja irtotiheyteen (tilavuuspaino) keskimäärin kaikkina vuosina kaikissa kokeissa. Viljelytavat, joita osoittavan kirjaimen yläindeksissä ei ole yhteistä kirjainta, eroavat merkitsevästi toisistaan tasolla  $P > 0,05$ .

### 3.3 Maan hyötykapasiteetti ja tilavuuspaino

Vertailluilla viljelytavoilla ei näyttänyt olleen suurta vaikutusta maan hyötykapasiteettiin (vesi-%) (Kuva 10, liite 12). Suurin hyötykapasiteetti oli puolitetun väkilannoituksen saaneissa maissa. Se oli noin 1 %-yksikköä muita suurempi. Tulos johtui lähinnä pienestä vesipitoisuudesta lakastumisrajalla. Kompostia saaneen koejäsenen irtotiheys oli keskimäärin alhaisin kuvastaen orgaanisen aineen maata keventävää vaikutusta kuten voi odottaakin. Tällä ei kuitenkaan ollut hyötykapasiteettiin positiivista vaikutusta, sillä kenttäkapasiteetin suurenemista enemmän suureni lakastumisrajan kosteuspitoisuus.

## KIRJALLISUUS

- ADAMS, T. McM. & LAUGHLIN, R.J. 1981. The effects of agronomy on the carbon and nitrogen contained in the soil biomass. *J. Agrig. Sci., Camb.* 97, 319–327.
- ANON. 1988. SPSS-X users guide. 1072 p. 3rd edition. Chicago, USA.
- AZAM, F., MALIK, K.A. & SAJJAD, M.I. 1985. Transformations in soil and availability to plants of  $^{15}\text{N}$  applied as inorganic fertilizer and legume residues. *Plant and Soil.* 86: 1, 3–13.
- BECK, T. 1986. Soil microbiological studies. *Bayer Landwirtsch. Jahrb.* 6 3: 996–1002.
- BOLTON, H Jr., ELLIOT, LF., PAPENDICK, RI. & BEZDICEK, DF. 1985. Soil microbial biomass and selected soil enzyme activities: effect of fertilization and cropping practice. *Soil Biol. Biochem.* 17: 297–302.
- CAMPBELL, C.A., BIEDERBECK, V.O., ZENTNER, R. P. & LAFOND, G.P. 1991. Effect of crop rotations and cultural practices on soil organic matter, microbial biomass and respiration in a thin Black Chernozem. *Can. J. Soil Sci.* 71: 363–376.
- COOK, R. J. & BAKER, K.F. 1983. The nature and practice of biological control of plant pathogens. *AM. Phytopathol. Soc. St. Paul. Minn.*
- DORAN, J. W. 1987. Microbial biomass and mineralizable nitrogen distributions in no-tillage and plowed soils. *Biol. Fertil. Soils* 5: 68–75.
- EILAND, F. 1980. The effects of manure and NPK fertilizers on the soil microorganisms in a Danish long-term field experiment. *Danish J. Plant Soil Sci.* 84: 447–454.
- ERVÖ, R. 1982. Muokkauskerroksen humustason muutos eräissä koeasemien lohkoissa. 11 p. MTTK/Maantutkimusosaston tiedote 17.
- GEHLEN, P. & SCHRÖDE R, D. 1986. Untersuchungen mikrobiologischer Parameter auf "konventionell" und "biologisch" bewirtschafteten Flächen unterschiedlicher Nutzung. *Veröff. Landwirtsch. -chem. Bundesanstalt Linz/Donau* 18: 209–222.
- GRANATSTEIN, D.M., BEZDICEK, D.F., COCHRAN, V.L., ELLIOTT, L.F. & HAMMEL, J. 1987. Long-term tillage and rotation effects on soil microbial biomass, carbon and nitrogen. *Biol. Fertil. Soils* 5: 265–270.
- HARRIS, G. H. & HESTERMAN, O.B. 1990. Quantifying the nitrogen contribution from alfalfa to soil and two succeeding crops using nitrogen-15. *Agronomy Journal* 82: 1, 129–134.
- HEINONEN-TANSKI, H. 1990. Conventional and organic cropping systems at Suitia III: Microbial activity in soils. *J. Agric. Sci. Finl.* 62: 321–330.
- JENKINSON, D.S. & POWLSON, D.S. 1976. The effects of biological treatments on metabolism in soil. I. Fumigation with chloroform. *Soil Biol. Biochem.* 8: 167–213.



- JÄGGI, W. 1976. Die Bestimmung der CO<sub>2</sub>-Bildung als Mass der bodenbiologischen Aktivität. Schweiz. Landw. Forsch. 15: 371–380.
- , W., WALTHER, U. & OBERHOLZER, H.R. 1988. Wirkung verschiedener organischer Substanzen und eines Bakterienpräparates auf mikrobiologische Kennwerte des Bodens und den Pflanzenertrag. Landw. Schweiz 1 (6): 367–371.
- JÄNTTI-HASA, P. & KAINULAINEN, T. 1992. Hidasliukoisten lannoitteiden vaikutus maan mikrobitoimintaan. Kuopion yliopiston ympäristötieteiden laitosten monistesarja 2. 23 p.
- KIRCHMANN, H. & MARSTORP, H. 1991. Calculations of N mineralization from six green manure legumes under field conditions from autumn to spring. Acta Agric. Scand. 41: 253–258.
- MARSTORP, H. & KIRCHMANN, H. 1991. Carbon and nitrogen mineralization and crop uptake of nitrogen from six green manure legumes decomposing in soil. Acta Agric. Scand. 41: 243–252.
- REGANOLD, J. P. 1988. Comparison of soil properties as influenced by organic and conventional farming systems. Am.J.Alternative Agric. Greenbelt, Md. 3 (4): 144–155.
- ROSS, D.J., TATE, K.R., CAIRNS, A. & MEYRICK, K.F. 1981. Fluctuations in microbial biomass indices at different sampling times in soils from tussock grasslands. Soil Biol. Biochem. Vol. 13: 109–114.
- SCHRODER, D., HOFFMANN, G. & WERITZ, N. 1987. Soil characteristics of farms with and without livestock in the Lower Rhine region (Summary). Leistungsförderer in der Tierproduktion. Möglichkeiten und Grenzen. Schriftenreihe, 20, Kongressband. P. 455–466.
- SIPPOLA, J. 1982. A comparison between a dry-combustion method and a rapid wet-combustion method for determining soil organic carbon. Ann. Agric. Fenn. 21: 146–148.
- 1984. Kokemuksia maan biomassan mittaamisesta. Jyväskylän yliopiston biologian laitoksen tiedonantoja 40: 96–98.
- , RINNE, K., SIMOJOKI, P. & RINNE, S-L. 1985. Mahdollisuudet ulkomaisista energiapanoksista riippumattomaan, omavaraiseen maataloustuotantoon. Suomen Akatemian tutkimussopimuksen nro 24/069 loppuraportti. 59 p.
- , SIMOJOKI, P. & RINNE, S.L. 1990. Omavaraisessa viljelyssä huomio fosforiin ja kaliumiin. Koetoim. ja Käyt. 47: 27.
- WEISSKOPF, P., JÄGGI, W., KELLER, E.R. & SCHWENDIMANN, F. 1988. Erhaltung der Ertragsfähigkeit des Bodens auf lange Sicht unter dem Einfluss verschiedener Fruchtfolgen, Düngungsregimes und Unkrautbekämpfungsverfahren. III Vergleich der Veränderungen von bodenmikrobiologischen Merkmalen der Ertragsfähigkeit eines Bodens nach 10 Versuchs Jahren. Schweiz. Landw. Fo. 28 (3/4): 219–232.

**Kesäkuukausien sademäärät ja tehoisan lämpötilan summat.****Satakunnan tutkimusasema**

Kesäkuukausien sademäärät, mm							
Vuosi	V	VI	VII	VIII	IX	X	Yht.
1983	45,0	78,1	65,7	17,4	81,1	101,5	388,8
1984	39,2	72,8	126,1	58,1	74,2	96,8	467,2
1985	30,0	63,8	43,6	78,5	51,7	24,6	292,2
1986	46,7	16,3	45,8	78,2	82,8	60,9	330,7
1987	29,3	92,5	68,9	129,2	113,2	34,0	467,1
1988	66,5	54,5	97,5	101,5	84,8	56,8	461,6
1989	33,4	70,2	49,0	77,6	22,5	42,5	295,2
1990	18,4	18,6	93,4	53,7	38,0	47,3	269,4
1991	40,2	76,4	44,2	93,2	93,7	41,9	389,6
Norm. (1961–1990)	33,0	48,0	71,0	77,0	65,0	54,0	361,0

Kesäkuukausien tehoisan lämpötilan summat, C°							
Vuosi	V	VI	VII	VIII	IX	X	Yht.
1983	187,5	253,6	339,7	286,6	188,9	42,3	1298,6
1984	240,1	262,4	305,6	283,1	136,3	80,0	1307,5
1985	121,4	262,9	320,4	321,2	130,3	78,6	1234,8
1986	178,9	335,8	341,0	242,6	65,5	36,7	1200,5
1987	85,5	217,1	295,5	208,6	106,0	71,7	984,4
1988	183,6	344,7	423,7	277,7	182,5	52,9	1465,1
1989	164,8	300,3	344,1	281,5	188,3	24,7	1303,7
1990	134,8	280,9	336,2	319,8	101,1	37,9	1210,7
1991	72,6	213,0	359,7	347,2	122,9	62,3	1177,7
Norm. (1957–1990)	142,4	278,4	327,5	301,2	136,2	36,0	1222,0

**Keski-Suomen tutkimusasema**

Kesäkuukausien sademäärät, mm							
Vuosi	V	VI	VII	VIII	IX	X	Yht.
1981	9,8	156,7	145,8	113,1	36,3	98,3	560,0
1982	47,2	41,4	21,6	107,4	41,0	40,7	299,3
1983	59,5	98,0	104,7	29,2	81,1	94,6	467,1
1984	23,7	48,1	94,7	30,1	85,4	100,4	382,4
1985	48,2	27,3	113,3	95,3	67,5	60,9	412,5
1986	59,8	14,3	102,7	133,9	70,8	64,9	446,4
1987	54,2	102,0	77,8	137,3	90,5	29,8	491,6
1988	78,6	91,4	51,2	106,1	70,5	49,1	446,9
1989	47,9	49,5	93,8	89,6	26,2	46,7	353,7
1990	36,1	29,2	137,0	138,0	44,3	27,5	412,1
1991	46,4	92,8	59,1	95,8	89,8	44,0	427,9
Norm. (1961–1990)	40,0	56,0	78,0	91,0	71,0	56,0	392,0

Kesäkuukausien tehoisan lämpötilan summat, C°							
Vuosi	V	VI	VII	VIII	IX	X	Yht.
1981	195,2	218,4	361,6	233,6	110,8	43,1	1162,7
1982	105,1	154,1	355,0	283,7	95,9	19,1	1012,9
1983	177,2	250,9	359,6	262,7	157,3	22,3	1230,0
1984	240,9	235,5	309,6	253,0	100,7	49,3	1189,0
1985	106,6	249,6	320,1	304,9	106,5	53,1	1140,8
1986	160,9	342,2	348,8	219,7	41,5	17,0	1130,1
1987	79,2	230,6	284,9	169,2	70,6	47,9	882,4
1988	139,5	324,7	440,0	254,1	138,5	33,3	1330,1
1989	152,2	317,6	336,2	260,0	146,4	7,7	1220,1
1990	109,2	244,4	300,3	286,4	64,3	21,4	1026,0
1991	48,5	224,7	357,7	309,8	89,8	44,4	1074,9
Norm.	114,7	273,0	331,7	266,6	98,0	5,0	1089,0

### Etelä-Pohjanmaan tutkimusasema

Kesäkuukausien sademäärät, mm							
Vuosi	V	VI	VII	VIII	IX	X	Yht.
1983	45,4	34,1	78,3	24,4	53,6	85,1	320,9
1984	16,5	76,8	136,8	38,3	64,6	82,7	415,7
1985	32,8	40,3	36,7	93,4	52,0	61,9	317,1
1986	35,7	10,6	113,6	74,7	77,3	46,4	358,3
1987	34,8	63,9	30,2	60,4	81,9	9,4	280,6
1988	43,4	52,9	93,0	97,0	67,2	47,5	401,0
1989	27,2	52,6	85,2	94,4	32,2	48,3	339,9
1990	31,3	47,9	92,2	49,4	25,1	22,8	268,7
1991	55,7	146,7	26,0	59,5	88,0	38,3	414,2
Norm. (1961–1990)	38,0	42,0	68,0	70,0	61,0	50,0	329,0

Kesäkuukausien tehoisan lämpötilan summat, C°							
Vuosi	V	VI	VII	VIII	IX	X	Yht.
1983	173,9	244,5	330,9	252,9	168,0	28,6	1198,8
1984	243,6	251,9	309,9	262,8	117,2	61,4	1246,8
1985	92,3	255,5	323,3	303,0	123,9	61,4	1159,4
1986	170,4	336,8	322,3	219,5	54,4	27,8	1131,2
1987	72,8	229,7	297,5	179,6	87,7	75,3	942,6
1988	158,1	313,7	420,2	267,5	164,1	46,3	1369,9
1989	152,4	290,8	333,7	275,0	163,5	13,9	1229,3
1990	116,5	256,5	317,5	301,3	94,6	32,0	1118,4
1991	55,6	219,3	354,0	330,7	94,6	55,7	1109,9
Norm. (1966–1991)	129,0	273,0	332,0	272,0	113,0	29,0	1158,0

**Sata-Hämeen tutkimusasema**

Kesäkuukausien sademäärät, mm							
Vuosi	V	VI	VII	VIII	IX	X	Yht.
1982	50,6	25,5	23,5	116,5	50,4	24,2	290,7
1983	37,3	89,6	65,6	30,2	85,3	99,1	407,1
1984	16,8	90,9	100,8	39,4	70,7	84,0	402,6
1985	37,9	55,1	53,9	97,9	75,8	36,9	357,5
1986	49,8	13,3	87,7	134,5	99,7	50,9	435,9
1987	47,4	83,1	40,5	132,6	102,2	34,1	439,9
1988	69,6	109,6	112,7	136,6	69,9	44,5	542,9
1989	39,4	53,3	58,0	76,4	21,3	46,6	295,0
1990	32,3	21,8	77,7	79,1	39,7	37,8	288,4
1991	49,6	92,0	29,1	70,9	98,6	46,6	386,8
Norm. (1961–1990)	35,0	54,0	70,0	84,0	65,0	53,0	361,0

Kesäkuukausien tehoisan lämpötilan summat, C°							
Vuosi	V	VI	VII	VIII	IX	X	Yht.
1982	108,8	193,6	363,2	324,4	135,2	28,6	1153,8
1983	188,6	252,6	353,4	284,6	181,9	33,3	1294,4
1984	249,5	251,6	304,6	275,5	124,5	67,1	1272,8
1985	116,9	258,9	320,7	314,4	122,2	67,3	1200,4
1986	176,0	339,9	344,9	231,0	53,0	31,3	1176,1
1987	80,6	215,7	292,7	196,5	99,4	65,1	950,0
1988	180,0	335,0	426,3	270,1	168,6	49,8	1429,8
1989	159,9	309,7	349,1	274,4	180,9	20,9	1294,9
1990	123,2	275,5	322,8	310,5	93,3	32,9	1158,2
1991	67,1	215,2	359,2	342,3	113,4	56,5	1153,7
Norm. (1970–1991)	145,0	275,7	343,4	283,0	127,3	36,5	1210,9

**Karjalan tutkimusasema**

Kesäkuukausien sademäärät, mm							
Vuosi	V	VI	VII	VIII	IX	X	Yht.
1982	64,2	81,7	44,3	85,1	30,0	27,1	332,4
1983	45,9	78,4	27,5	47,0	80,5	108,1	387,4
1984	11,5	41,0	93,6	43,8	70,2	109,5	369,6
1985	27,9	107,4	102,6	74,8	64,7	77,7	455,1
1986	71,5	27,8	76,2	117,4	80,7	32,6	406,2
1987	30,5	107,8	96,8	192,7	76,8	19,1	523,7
1988	46,3	54,2	94,5	108,1	78,0	62,1	443,2
1989	29,6	30,2	45,9	79,9	77,6	57,4	320,6
1990	34,1	27,7	78,4	56,0	17,4	43,1	256,7
1991	40,7	103,9	120,6	129,5	79,6	52,7	527,0
Norm. (1961–1990)	36,0	57,0	70,0	80,0	65,0	65,0	373,0

Kesäkuukausien tehoisan lämpötilan summat, C°							
Vuosi	V	VI	VII	VIII	IX	X	Yht.
1982	106,8	163,6	352,5	269,1	102,5	17,6	1012,1
1983	186,0	246,3	380,2	276,3	155,5	22,3	1266,6
1984	238,9	266,0	327,1	252,8	106,4	51,3	1242,5
1985	108,4	223,6	302,7	325,6	118,9	50,6	1129,8
1986	127,7	343,7	364,3	229,8	57,2	11,9	1134,6
1987	106,8	258,1	289,5	190,0	80,7	41,4	966,5
1988	149,6	331,9	426,6	269,1	143,4	42,7	1363,3
1989	168,8	335,6	346,8	270,9	158,9	10,7	1291,7
1990	89,0	216,1	314,5	270,2	73,4	20,3	983,5
1991	92,6	249,5	343,1	295,4	101,7	59,0	1141,3
Norm.	112,0	270,0	338,0	264,0	99,0		1083,0

**Viljelytavan vaikutus maan happamuuteen ja johtolukuun eri koe-  
paikoilla.**

			Viljelytapa				
			Tavanomainen		Omavarainen		
			A	B	C	D	
			pH				
	Vuosi	Rinnakk. kierto					
SAT	87	1	6,68	6,75	6,73	6,68	
	88	2	6,64	6,65	6,68	6,65	
		3	6,51	6,66	6,67	6,74	
		2	6,45	6,58	6,68	6,62	
	91	1	6,62	6,75	6,65	6,57	
KES	89	1	6,85	6,93	6,68	6,87	
		2	6,62	6,69	6,73	6,70	
EPO	87	1	5,70	5,78	5,87	5,82	
	88	2	5,91	5,96	5,99	5,95	
		3	5,82	5,87	5,95	5,93	
		2	5,40 <sup>a</sup>	5,60 <sup>ab</sup>	5,92 <sup>c</sup>	5,75 <sup>bc</sup>	
SAH	87	2	6,42	6,58	6,60	6,54	
		3	6,33	6,53	6,49	6,56	
	89	2	6,15	6,33	6,41	6,39	
91	3	6,21 <sup>a</sup>	6,44 <sup>ab</sup>	6,47 <sup>ab</sup>	6,57 <sup>b</sup>		
	KAR	87	2	6,18	6,24	6,29	6,38
		3	6,22	6,18	6,28	6,43	
89	2	6,00	6,08	6,20	6,30		
90	1	6,47	6,45	6,15	6,05		
Keskimäärin			6,27	6,37	6,39	6,39	
			Johtoluku				
SAT	87	1	0,69 <sup>b</sup>	0,59 <sup>ab</sup>	0,52 <sup>a</sup>	0,54 <sup>a</sup>	
	88	2	0,52	0,51	0,48	0,43	
		3	0,64	0,47	0,49	0,51	
		2	1,14 <sup>b</sup>	0,79 <sup>a</sup>	0,65 <sup>a</sup>	0,62 <sup>a</sup>	
	91	1	0,86	0,76	0,77	0,61	
KES	89	1	0,78	0,84	0,68	0,71	
		2	0,76	0,73	0,69	0,74	
EPO	87	1	1,06 <sup>b</sup>	0,80 <sup>a</sup>	0,67 <sup>a</sup>	0,71 <sup>a</sup>	
	88	2	0,75	0,63	0,66	0,66	
		3	0,81 <sup>b</sup>	0,73 <sup>ab</sup>	0,62 <sup>a</sup>	0,60 <sup>a</sup>	
		2	1,10 <sup>b</sup>	1,03 <sup>b</sup>	0,62 <sup>a</sup>	0,56 <sup>a</sup>	
SAH	87	2	0,46	0,47	0,47	0,49	
		3	0,66 <sup>b</sup>	0,56 <sup>ab</sup>	0,54 <sup>ab</sup>	0,52 <sup>a</sup>	
	89	2	0,84 <sup>c</sup>	0,70 <sup>b</sup>	0,59 <sup>ab</sup>	0,57 <sup>a</sup>	
91	3	0,83 <sup>b</sup>	0,58 <sup>a</sup>	0,47 <sup>a</sup>	0,45 <sup>a</sup>		
KAR	87	2	0,51	0,46	0,46	0,49	
		3	0,56	0,49	0,50	0,48	
	89	2	1,01 <sup>b</sup>	0,71 <sup>a</sup>	0,64 <sup>a</sup>	0,77 <sup>a</sup>	
	90	1	0,77	0,70	1,01	0,94	
Keskimäärin			0,78 <sup>b</sup>	0,66 <sup>a</sup>	0,61 <sup>a</sup>	0,60 <sup>a</sup>	

Luvut, joiden yläindeksissä ei ole yhteistä kirjainta, eroavat merkitsevästi toisistaan tasolla P=0,05.

**Viljelytavan vaikutus kasveille käyttökelpoisen fosforin ja kaliumin määrään eri koepaikoilla.**

			Viljelytapa			
			Tavanomainen		Omavarainen	
			A	B	C	D
			P mg/l maata			
	Vuosi	Rinnakk. kierto				
SAT	87	1	13,3 <sup>b</sup>	8,3 <sup>a</sup>	7,9 <sup>a</sup>	7,4 <sup>a</sup>
	88	2	12,5	10,3	8,5	8,4
		3	14,0 <sup>b</sup>	10,7 <sup>ab</sup>	8,2 <sup>a</sup>	8,9 <sup>a</sup>
	90	2	16,4	13,3	10,2	9,6
	91	1	10,4 <sup>b</sup>	7,2 <sup>ab</sup>	5,7 <sup>a</sup>	5,0 <sup>a</sup>
KES	89	1	32,8	38,2	21,2	23,0
		2	30,6 <sup>b</sup>	28,7 <sup>b</sup>	23,5 <sup>a</sup>	24,5 <sup>a</sup>
EPO	87	1	7,5 <sup>c</sup>	6,4 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	4,1 <sup>a</sup>	4,3 <sup>ab</sup>
	88	2	7,1 <sup>b</sup>	4,9 <sup>ab</sup>	4,0 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>
		3	6,7 <sup>c</sup>	5,2 <sup>b</sup>	3,7 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>
	90	2	9,6 <sup>c</sup>	6,4 <sup>b</sup>	4,5 <sup>ab</sup>	3,7 <sup>a</sup>
SAH	87	2	7,1	5,7	4,8	4,7
		3	9,1 <sup>b</sup>	6,9 <sup>a</sup>	5,9 <sup>a</sup>	5,7 <sup>a</sup>
	89	2	8,5 <sup>b</sup>	6,6 <sup>ab</sup>	4,9 <sup>a</sup>	4,9 <sup>a</sup>
		3	9,4 <sup>b</sup>	6,5 <sup>ab</sup>	4,1 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>
Keskimäärin		13,0 <sup>b</sup>	11,0 <sup>ab</sup>	8,1 <sup>a</sup>	8,1 <sup>a</sup>	
			K mg/l maata			
SAT	87	1	178	169	155	155
	88	2	175	152	142	138
		3	169	152	157	145
	90	2	166	142	140	140
	91	1	196 <sup>b</sup>	166 <sup>ab</sup>	150 <sup>ab</sup>	139 <sup>a</sup>
KES	89	1	97 <sup>b</sup>	94 <sup>b</sup>	81 <sup>a</sup> <sup>b</sup>	73 <sup>a</sup>
		2	89 <sup>b</sup>	89 <sup>b</sup>	79 <sup>a</sup>	78 <sup>a</sup>
EPO	87	1	135	113	106	106
	88	2	124	110	107	91
		3	136 <sup>c</sup>	110 <sup>b</sup>	96 <sup>ab</sup>	86 <sup>a</sup>
	90	2	113 <sup>b</sup>	104 <sup>ab</sup>	98 <sup>ab</sup>	82 <sup>a</sup>
SAH	87	2	132	111	108	116
		3	136 <sup>b</sup>	106 <sup>a</sup>	132 <sup>b</sup>	108 <sup>a</sup>
	89	2	136	119	112	117
3		212 <sup>c</sup>	142 <sup>b</sup>	122 <sup>b</sup>	86 <sup>a</sup>	
KAR	87	2	109	94	78	77
		3	125	109	99	81
	89	2	94	89	73	82
		1	106 <sup>b</sup>	90 <sup>ab</sup>	70 <sup>a</sup>	58 <sup>a</sup>
Keskimäärin		138 <sup>c</sup>	119 <sup>b</sup>	111 <sup>ab</sup>	103 <sup>a</sup>	

Luvut, joiden yläindeksissä ei ole yhteistä kirjainta, eroavat merkitsevästi toisistaan tasolla P=0,05.

**Viljelytavan vaikutus kasveille käyttökelpoisen kalsiumin ja magnesiumin määrään eri koepaikoilla.**

	Vuosi	Rinnakk. kierto	Viljelytapa			
			Tavanomainen		Omavarainen	
			A	B	C	D
			Ca mg/l maata			
SAT	87	1	2272	2319	2281	2314
	88	2	2209	2247	2185	2287
		3	2217	2238	2352	2296
	90	2	2172	2225	2196	2298
	91	1	2151	2156	2113	2161
KES	89	1	2264	3507	2287	3111
		2	2058	2075	2184	2168
EPO	87	1	941	912	1014	937
	88	2	922	944	952	938
		3	956	944	1023	1003
	90	2	898	942	1029	976
SAH	87	2	1429 <sup>a</sup>	1556 <sup>ab</sup>	1705 <sup>b</sup>	1585 <sup>ab</sup>
		3	1502	1521	1589	1656
	89	2	1355	1456	1559	1481
	91	3	1419	1432	1528	1508
KAR	87	2	1875	1593	1805	2051
		3	1621 <sup>ab</sup>	1602 <sup>a</sup>	2033 <sup>ab</sup>	2076 <sup>b</sup>
	89	2	1845	1571	1859	2114
	90	1	1956	2068	1779	1915
Keskimäärin			1687	1753	1762	1885
			Mg mg/l maata			
SAT	87	1	433	485	414	441
	88	2	458	435	394	419
		3	434	442	448	430
	90	2	466	445	399	427
	91	1	419	450	407	424
KES	89	1	269	287	272	264
		2	274	283	285	280
EPO	87	1	168	159	162	154
	88	2	173	173	179	176
		3	181	187	194	185
	90	2	173	178	187	184
SAH	87	2	265	274	274	276
		3	234	256	235	269
	89	2	312	298	280	296
	91	3	221	250	237	253
KAR	87	2	102 <sup>ab</sup>	82 <sup>a</sup>	93 <sup>ab</sup>	115 <sup>b</sup>
		3	89	92	131	111
	89	2	105 <sup>ab</sup>	90 <sup>a</sup>	99 <sup>ab</sup>	121 <sup>b</sup>
	90	1	95	108	99	117
Keskimäärin			256	262	252	260

Luvut, joiden yläindeksissä ei ole yhteistä kirjainta, eroavat merkitsevästi toisistaan tasolla P=0,05.



**Viljelytavan vaikutus kasveille käyttökelpoisen boorin ja kuparin määrään eri koepaikoilla.**

			Viljelytapa			
			Tavanomainen		Omavarainen	
			A	B	C	D
			B mg/l maata			
	Vuosi	Rinnakk. kierto				
SAT	87	1	0,89 <sup>b</sup>	0,68 <sup>ab</sup>	0,58 <sup>a</sup>	0,55 <sup>a</sup>
	88	2	0,90	0,85	0,73	0,67
		3	1,18 <sup>c</sup>	0,87 <sup>b</sup>	0,76 <sup>ab</sup>	0,69 <sup>a</sup>
	90	2	1,11 <sup>b</sup>	0,93 <sup>ab</sup>	0,63 <sup>a</sup>	0,69 <sup>a</sup>
	91	1	0,91 <sup>b</sup>	0,72 <sup>ab</sup>	0,61 <sup>a</sup>	0,58 <sup>a</sup>
KES	89	1	0,64 <sup>b</sup>	0,60 <sup>b</sup>	0,36 <sup>a</sup>	0,36 <sup>a</sup>
		2	0,61 <sup>c</sup>	0,46 <sup>b</sup>	0,33 <sup>a</sup>	0,35 <sup>ab</sup>
EPO	88	2	0,67 <sup>c</sup>	0,55 <sup>b</sup>	0,41 <sup>a</sup>	0,39 <sup>a</sup>
	90	2	1,07 <sup>c</sup>	0,78 <sup>b</sup>	0,41 <sup>a</sup>	0,36 <sup>a</sup>
SAH	87	2	0,43 <sup>b</sup>	0,36 <sup>b</sup>	0,19 <sup>a</sup>	0,19 <sup>a</sup>
		3	0,69 <sup>b</sup>	0,45 <sup>ab</sup>	0,21 <sup>a</sup>	0,25 <sup>a</sup>
	89	2	0,61 <sup>c</sup>	0,44 <sup>b</sup>	0,23 <sup>a</sup>	0,25 <sup>a</sup>
	91	3	0,56 <sup>c</sup>	0,41 <sup>b</sup>	0,24 <sup>a</sup>	0,20 <sup>a</sup>
KAR	90	1	0,67 <sup>b</sup>	0,52 <sup>ab</sup>	0,33 <sup>a</sup>	0,34 <sup>a</sup>
Keskimäärin			0,78 <sup>c</sup>	0,62 <sup>b</sup>	0,43 <sup>a</sup>	0,42 <sup>a</sup>
			Cu mg/l maata			
SAT	87	1	9,36	8,36	8,65	8,57
	88	2	7,54	7,79	7,12	7,28
		3	7,68	7,47	7,81	7,47
	90	2	9,90 <sup>b</sup>	8,82 <sup>ab</sup>	7,82 <sup>a</sup>	8,75 <sup>ab</sup>
	91	1	8,53	7,87	7,76	8,00
KES	89	1	4,82 <sup>a</sup>	5,55 <sup>ab</sup>	5,51 <sup>ab</sup>	6,18 <sup>b</sup>
		2	5,48 <sup>ab</sup>	5,50 <sup>ab</sup>	5,69 <sup>b</sup>	5,22 <sup>a</sup>
EPO	88	2	5,66	5,13	4,73	4,83
		3	5,86	5,32	5,32	5,27
	90	2	6,70	5,33	4,70	4,58
SAH	87	2	1,97 <sup>ab</sup>	2,07 <sup>b</sup>	1,70 <sup>a</sup>	1,68 <sup>a</sup>
		3	3,24 <sup>b</sup>	2,59 <sup>ab</sup>	1,85 <sup>a</sup>	1,94 <sup>a</sup>
	89	2	2,79 <sup>c</sup>	2,10 <sup>b</sup>	1,65 <sup>ab</sup>	1,59 <sup>a</sup>
	91	3	2,46 <sup>b</sup>	2,18 <sup>ab</sup>	2,03 <sup>a</sup>	2,01 <sup>a</sup>
KAR	90	1	3,67	3,18	3,04	3,17
Keskimäärin			5,70	5,29	5,03	5,10

Luvut, joiden yläindeksissä ei ole yhteistä kirjainta, eroavat merkitsevästi toisistaan tasolla P=0,05.

**Viljelytavan vaikutus kasveille käyttökelpoisen sinkin ja mangaanin määrään eri koepaikoilla.**

			Viljelytapa			
			Tavanomainen		Omavarainen	
			A	B	C	D
			Zn mg/l maata			
	Vuosi	Rinnakk. kierto				
SAT	87	1	0,99	1,04	1,19	1,13
	88	2	0,88	0,93	0,99	0,95
		3	0,96	0,98	0,98	0,97
	90	2	1,07	1,01	0,96	1,17
	91	1	1,08	0,89	1,08	1,45
KES	89	1	0,79	0,90	0,71	0,83
		2	0,92	0,84	0,83	0,76
EPO	88	2	1,94	1,77	1,73	1,79
		3	2,13	2,01	2,18	2,23
	90	2	2,02	2,01	1,64	1,71
SAH	87	2	0,53	0,54	0,55	0,58
		3	0,63 <sup>ab</sup>	0,53 <sup>a</sup>	0,60 <sup>ab</sup>	0,72 <sup>b</sup>
	89	2	0,48	0,44	0,45	0,47
		3	0,63	0,47	0,57	0,55
KAR	90	1	2,06	1,88	1,96	2,33
Keskimäärin			1,14	1,08	1,09	1,18
			Mn mg/l maata			
SAT	87	1	37,2	43,1	39,2	38,7
	88	2	32,8	42,8	39,9	31,1
		3	33,8	37,5	30,9	40,1
	90	2	40,5	44,8	50,3	35,2
	91	1	44,6	39,4	35,4	30,7
KES	89	1	60,7	79,8	72,1	80,2
		2	61,2	63,4	61,7	55,6
EPO	88	2	47,5	52,7	50,6	43,1
		3	48,6	45,1	42,8	48,5
	90	2	34,6 <sup>b</sup>	34,1 <sup>ab</sup>	28,0 <sup>ab</sup>	24,5 <sup>a</sup>
SAH	87	2	39,8	39,7	28,1	29,8
		3	52,8	40,7	47,6	42,5
	89	2	59,1	54,7	31,9	36,5
		3	50,3	45,0	41,5	37,5
KAR	90	1	54,5	43,5	34,0	66,4
Keskimäärin			46,5	46,5	42,3	42,7

Luvut, joiden yläindeksissä ei ole yhteistä kirjainta, eroavat merkitsevästi toisistaan tasolla  $P=0,05$ .

**Viljelytavan vaikutus kasveille käyttökelpoisen raudan ja kobolttin määrään eri koepaikoilla.**

	Vuosi	Rinnakk. kierto	Viljelytapa			
			Tavanomainen		Omavarainen	
			A	B	C	D
			Fe mg/l maata			
SAT	87	1	605	566	540	586
	88	2	503	539	430	453
		3	515	446	552	459
	90	2	611	542	428	543
	91	1	664	471	425	461
KES	89	1	611	665	730	805
		2	645 <sup>ab</sup>	622 <sup>ab</sup>	671 <sup>b</sup>	576 <sup>a</sup>
EPO	88	2	670	692	653	623
		3	646	592	544	562
	90	2	493	486	470	471
SAH	87	2	289 <sup>b</sup>	265 <sup>ab</sup>	250 <sup>a</sup>	254 <sup>ab</sup>
		3	270	259	281	291
	89	2	322 <sup>b</sup>	303 <sup>ab</sup>	269 <sup>ab</sup>	267 <sup>a</sup>
	91	3	286	270	270	270
KAR	90	1	491	543	510	596
Keskimäärin			508	484	468	481
			Co mg/l maata			
SAT	87	1	0,85	0,95	0,95	0,89
	88	2	0,81	0,91	0,87	0,72
		3	0,74	0,84	0,77	0,88
	90	2	1,00	1,02	1,16	0,91
	91	1	0,98	0,99	0,97	0,85
KES	89	1	0,95 <sup>a</sup>	1,11 <sup>ab</sup>	1,16 <sup>ab</sup>	1,23 <sup>b</sup>
		2	1,03	1,06	1,03	0,93
EPO	88	2	1,03	1,19	1,16	1,01
		3	1,21	1,25	1,26	1,44
	90	2	0,77	0,90	0,85	0,67
SAH	87	2	0,64	0,64	0,46	0,43
		3	0,64	0,65	0,63	0,60
	89	2	1,12	0,94	0,64	0,70
	91	3	0,74	0,77	0,63	0,59
KAR	90	1	0,58	0,54	0,50	0,69
Keskimäärin			0,87	0,92	0,87	0,84

Luvut, joiden yläindeksissä ei ole yhteistä kirjainta, eroavat merkitsevästi toisistaan tasolla P=0,05.

**Viljelytavan vaikutus kasveille käyttökelpoisen molybdeenin määrään sekä orgaanisen hiilen pitoisuuteen eri koepaikoilla.**

	Vuosi	Rinnakk. kierto	Viljelytapa			
			Tavanomainen		Omavarainen	
			A	B	C	D
			Mo mg/l maata			
SAT	87	1	0,03	0,03	0,03	0,02
	88	2	0,02	0,03	0,02	0,02
		3	0,03	0,03	0,02	0,03
	90	2	0,03	0,03	0,03	0,03
	91	1	0,10	0,09	0,09	0,08
KES	89	1	0,06	0,05	0,06	0,06
		2	0,06	0,06	0,06	0,05
EPO	80	2	0,04	0,02	0,05	0,03
		3	0,04 <sup>ab</sup>	0,01 <sup>a</sup>	0,06 <sup>b</sup>	0,8 <sup>b</sup>
	90	2	0,04	0,04	0,05	0,04
SAH	87	2	0,03	0,03	0,03	0,03
		3	0,02	0,03	0,03	0,03
	89	2	0,04	0,04	0,03	0,03
	91	3	0,04	0,05	0,06	0,07
KAR	90	1	0,04	0,04	0,04	0,04
Keskimäärin			0,04	0,04	0,04	0,04
			C %			
SAT	87	1	2,644	2,496	2,592	2,685
	88	2	2,577	2,561	2,588	2,649
		3	2,633	2,418	2,839	2,635
	90	2	2,546	2,487	2,391	2,607
	91	1	2,526	2,388	2,387	2,946
KES	89	1	1,951	2,157	2,028	2,150
		2	2,173	2,084	2,262	2,268
EPO	87	1	2,434	2,092	2,312	2,338
	88	2	2,148	2,050	2,102	2,153
	90	2	2,153	2,031	1,980	2,150
SAH	87	2	2,611	2,692	2,981	3,106
		3	2,853	2,687	3,081	2,989
	89	2	2,029	2,208	2,489	2,382
	91	3	2,804	2,452	3,008	2,896
KAR	87	2	4,552	3,194	4,081	4,819
		3	3,521	3,653	5,904	4,508
	90	1	3,282	3,685	4,383	5,837
Keskimäärin			2,672	2,549	2,906	3,001

Luvut, joiden yläindeksissä ei ole yhteistä kirjainta, eroavat merkitsevästi toisistaan tasolla P=0,05.

**Viljelytavan vaikutus kokonaistypen pitoisuuteen ja hiilen ja typen suhteeseen maassa eri koepaikoilla.**

	Vuosi	Rinnakk. kierto	Viljelytapa			
			Tavanomainen		Omavarainen	
			A	B	C	D
N %						
SAT	87	1	0,184	0,169	0,183	0,190
	88	2	0,197	0,195	0,187	0,203
		3	0,196	0,196	0,218	0,207
		90	2	0,197	0,218	0,204
	91	1	0,177	0,168	0,169	0,187
KES	89	1	0,142	0,152	0,149	0,156
		2	0,160	0,155	0,163	0,160
EPO	87	1	0,183	0,181	0,179	0,178
	88	2	0,168	0,160	0,183	0,191
	90	2	0,179	0,184	0,184	0,184
SAH	87	2	0,183	0,197	0,210	0,210
		3	0,212	0,188	0,213	0,218
	89	2	0,158	0,175	0,196	0,193
	91	3	0,187	0,162	0,203	0,190
KAR	87	2	0,266	0,152	0,191	0,223
		3	0,234	0,169	0,256	0,259
	89	2	0,188	0,163	0,179	0,214
	90	1	0,171	0,191	0,205	0,249
<b>Keskimäärin</b>			0,188 <sup>ab</sup>	0,176 <sup>a</sup>	0,193 <sup>ab</sup>	0,202 <sup>b</sup>
C/N						
SAT	87	1	14,35	14,75	14,19	14,17
	88	2	13,08	13,15	13,84	13,11
		3	13,39	12,53	13,05	12,69
		90	2	13,00	11,38	11,76
	91	1	14,30	14,20	14,05	15,81
KES	89	1	13,69	14,16	13,62	13,79
		2	13,56	13,40	13,90	14,14
EPO	87	1	13,34	12,37	12,96	13,12
	88	2	13,59	12,77	11,54	11,29
	90	2	12,07	11,03	10,76	11,75
SAH	87	2	14,18	13,70	14,26	14,84
		3	13,49	14,30	14,44	13,73
	89	2	12,87	12,60	12,74	12,32
	91	3	14,99	15,08	14,76	15,26
KAR	87	2	17,16	20,96	21,19	21,20
		3	15,59	21,60	21,44	17,91
	90	1	19,15	19,35	21,09	22,33
<b>Keskimäärin</b>			14,24	14,55	14,68	14,69

Luvut, joiden yläindeksissä ei ole yhteistä kirjainta, eroavat merkitsevästi toisistaan tasolla P=0,05.

## Viljelytavan vaikutus lyijyn, nikkelin ja kadmiumin määrään maassa eri koepaikoilla.

			Viljelytapa			
			Tavanomainen		Omavarainen	
			A	B	C	D
			Pb mg/l maata			
	Vuosi	Rinnakk. kierto				
SAT	87	1	3,42	3,02	3,14	3,06
	88	2	2,64	2,61	2,72	2,66
		3	2,45	2,22	2,47	2,63
		2	3,05	3,03	2,83	3,10
	91	1	4,04	3,85	3,71	4,07
KES	89	1	1,31	1,68	1,75	1,58
		2	1,58	1,68	1,66	1,34
EPO	88	2	2,22	2,27	2,46	2,15
		3	2,10 <sup>ab</sup>	1,85 <sup>a</sup>	2,03 <sup>a</sup>	2,70 <sup>b</sup>
	90	2	1,81 <sup>a</sup>	2,12 <sup>ab</sup>	2,45 <sup>b</sup>	2,02 <sup>ab</sup>
SAH	87	2	1,57	1,57	1,54	1,57
		3	1,67 <sup>a</sup>	1,98 <sup>ab</sup>	1,97 <sup>ab</sup>	2,48 <sup>b</sup>
	89	2	1,35	1,36	1,33	1,36
		3	1,89	1,94	2,17	2,20
KAR	90	1	1,66	1,51	1,43	1,37
Keskimäärin			2,18	2,18	2,24	2,29
			Ni mg/l maata			
SAT	87	1	1,88	1,75	2,05	1,84
	88	2	1,54	1,48	1,58	1,66
		3	1,58	1,59	1,71	1,53
		90	2	2,03	1,90	1,91
KES	89	1	0,69 <sup>a</sup>	0,81 <sup>ab</sup>	1,12 <sup>b</sup>	1,16 <sup>b</sup>
		2	1,15 <sup>b</sup>	1,09 <sup>ab</sup>	1,06 <sup>ab</sup>	0,82 <sup>a</sup>
EPO	88	2	4,20	4,33	4,08	4,75
		3	5,50	5,75	5,88	6,26
	90	2	4,20	4,46	3,90	4,57
SAH	87	2	0,63	0,61	0,60	0,61
		3	0,74	0,66	0,79	0,66
	89	2	0,64	0,49	0,51	0,51
KAR	90	1	0,76	0,76	0,83	1,17
Keskimäärin			1,96	1,98	2,00	2,13
			Cd mg/l maata			
SAT	87	1	0,24	0,24	0,25	0,24
	88	2	0,17	0,19	0,18	0,19
		3	0,18 <sup>ab</sup>	0,17 <sup>a</sup>	0,19 <sup>ab</sup>	0,20 <sup>b</sup>
		90	2	0,19	0,19	0,20
	91	1	0,26	0,25	0,24	0,25
KES	89	1	0,12	0,13	0,11	0,13
		2	0,13	0,15	0,16	0,14

Liite 10 (2/2)

	Vuosi	Rinnakk. kierto	Cd mg/l maata			
EPO	88	2	0,15	0,15	0,16	0,17
		3	0,19	0,18	0,21	0,23
	90	2	0,16	0,18	0,18	0,18
SAH	87	2	0,11	0,15	0,15	0,12
		3	0,15	0,17	0,16	0,16
	89	2	0,13	0,12	0,12	0,12
		3	0,14	0,14	0,14	0,15
KAR	90	1	0,08	0,06	0,06	0,08
Keskimäärin			0,16	0,16	0,17	0,17

Luvut, joiden yläindeksissä ei ole yhteistä kirjainta, eroavat merkitsevästi toisistaan tasolla P=0,05.

**Viljelytavan vaikutus pohjamaan ominaisuuksiin. Tilanne keskimäärin (kaikki koepaikat) 6–9 vuoden kuluttua kokeen alkamisesta.**

		Viljelytapa			
		Tavanomainen		Omavarainen	
		A	B	C	D
pH	n= 60	6,30	6,31	6,31	6,40
Johtoluku	60	0,51	0,42	0,40	0,42
Ca mg/l maata	60	1442	1366	1433	1646
K mg/l maata	60	106	110	99	100
Mg mg/l maata	60	341	331	310	354
P <sup>1)</sup> mg/l maata	36	2,11	2,31	2,26	2,19
B mg/l maata	36	0,27	0,26	0,19	0,21
Cu mg/l maata	36	2,37	2,63	2,47	2,36
Zn mg/l maata	36	0,37	0,39	0,43	0,46
Mn mg/l maata	36	50	49	36	44
Fe mg/l maata	36	296	292	285	296
Co mg/l maata	36	1,32	1,31	1,12	1,22
Mo mg/l maata	36	0,056	0,058	0,053	0,055
Org. C %	12	1,42	1,49	1,49	1,47
N %	12	0,094	0,105	0,099	0,104
C/N	12	15,10	14,45	15,18	14,35
Pb mg/l maata	36	2,09	2,13	2,16	2,42
Ni mg/l maata	24	0,39	0,45	0,45	0,43
Cd mg/l maata	36	0,14	0,16	0,16	0,15

<sup>1)</sup> Karjalan tutkimusaseman tulokset eivät ole mukana, koska koalueen fosforipitoisuuden vaihtelut kokeen alkaessa olivat suuret.



**Liite 12. Viljelytavan vaikutus kosteusprosenttiin maaveden eri jännityksillä sekä hyötykapasiteettiin ja irtotiheyteen.**

	Vuosi	Kierto		Tavanomainen		Omavarainen		
				A	B	C	D	
SAT	86	3	PF1	41,7	42,2	42,2	41,3	
			PF2	35,1	36,5	35,5	35,0	
			PF3	31,9	33,6	33,0	32,5	
			PF4,2	22,9	23,6	24,2	23,0	
			Hyötykapas.	12,1	12,8	11,1	12,7	
			Irtotiheys	1,23	1,24	1,22	1,19	
	88	2	PF1	42,0	42,1	41,9	42,1	
			PF2	35,9	35,7	35,7	36,0	
			PF3	32,3	32,5	33,2	33,6	
			PF4,2	26,7	26,3	27,0	26,2	
			Hyötykapas.	9,1	9,3	8,6	9,6	
			Irtotiheys	1,36	1,37	1,28	1,31	
	KES	86	3	PF1	44,6	44,7	45,4	44,6
				PF2	36,6 <sup>a</sup>	37,3 <sup>ab</sup>	39,6 <sup>b</sup>	37,4 <sup>ab</sup>
PF3				32,9	33,0	34,8	34,3	
PF4,2				26,2	25,2	26,3	25,6	
Hyötykapas.				10,3 <sup>a</sup>	12,0 <sup>ab</sup>	13,2 <sup>b</sup>	11,6 <sup>ab</sup>	
Irtotiheys				1,16	1,15	1,18	1,17	
89		1	PF1	43,7	43,8	39,0	43,6	
			PF2	39,5	39,1	39,8	38,8	
			PF3	35,9	35,7	35,6	34,5	
			PF4,2	22,6	22,7	23,8	21,9	
			Hyötykapas.	16,9	16,2	15,8	16,8	
			Irtotiheys	1,26	1,24	1,22	1,24	
EPO		85	1	PF1	41,9	41,6	42,3	43,5
				PF2	35,0	35,3	34,9	36,1
	PF3			32,6	31,9	31,8	33,5	
	PF4,2			20,0	18,3	19,3	21,8	
	Hyötykapas.			14,7	17,0	15,6	14,2	
	Irtotiheys			1,34	1,32	1,32	1,29	
	86	3	PF1	40,4 <sup>a</sup>	40,8 <sup>ab</sup>	41,0 <sup>ab</sup>	42,7 <sup>b</sup>	
			PF2	33,9	34,3	33,8	34,9	
			PF3	30,5	31,2	30,5	32,0	
			PF4,2	19,0	17,3	19,8	18,3	
			Hyötykapas.	14,7	17,0	13,9	16,5	
			Irtotiheys	1,30	1,29	1,29	1,24	
	88	2	PF1	41,7	41,7	39,8	40,8	
			PF2	36,4	35,8	35,3	35,4	
PF3			32,5	32,1	30,8	31,5		
PF4,2			19,1	20,7	20,9	20,4		
Hyötykapas.			17,2	15,0	14,4	14,9		
Irtotiheys			1,28	1,29	1,32	1,26		
SAH	85	3	PF1	44,9 <sup>a</sup>	48,1 <sup>b</sup>	46,7 <sup>ab</sup>	47,1 <sup>ab</sup>	
			PF2	39,3	41,2	39,7	39,5	
			PF3	36,6	38,3	36,9	35,4	
			PF4,2	16,1 <sup>a</sup>	17,7 <sup>ab</sup>	16,0 <sup>a</sup>	21,4 <sup>b</sup>	
			Hyötykapas.	23,1 <sup>b</sup>	23,4 <sup>b</sup>	23,9 <sup>b</sup>	18,0 <sup>a</sup>	
			Irtotiheys	1,10	1,05	1,11	1,10	
	87	2	PF1	44,7	44,8	46,2	45,8	
			PF2	39,5	39,4	40,8	39,8	
			PF3	37,3	37,2	38,2	37,2	
			PF4,2	22,8	21,6	22,1	22,5	
			Hyötykapas.	16,7	17,8	18,6	17,3	
			Irtotiheys	1,18	1,13	1,13	1,13	

	Vuosi	Kierto		Tavanomainen		Omavarainen		
				A	B	C	D	
KAR	85	3	PF1	44,6 <sup>a</sup>	45,8 <sup>ab</sup>	47,9 <sup>bc</sup>	49,3 <sup>c</sup>	
			PF2	37,3	37,8	39,1	40,1	
			PF3	34,2	33,9	34,3	35,9	
			PF4,2	12,6 <sup>ab</sup>	11,0 <sup>a</sup>	14,3 <sup>ab</sup>	14,6 <sup>b</sup>	
			Hyötykapas.	24,6	27,1	24,7	26,5	
				Irtotiheys	1,25 <sup>b</sup>	1,23 <sup>b</sup>	1,11 <sup>ab</sup>	1,09 <sup>a</sup>
		87	2	PF1	44,5 <sup>a</sup>	43,3 <sup>a</sup>	48,8 <sup>b</sup>	46,1 <sup>ab</sup>
	PF2			37,7 <sup>a</sup>	36,3 <sup>a</sup>	41,9 <sup>b</sup>	38,8 <sup>a</sup>	
	PF3			34,7 <sup>a</sup>	34,0 <sup>a</sup>	39,6 <sup>b</sup>	35,9 <sup>a</sup>	
	PF4,2			21,8 <sup>ab</sup>	17,6 <sup>a</sup>	26,3 <sup>b</sup>	23,1 <sup>ab</sup>	
Hyötykapas.	15,8			18,6	15,5	15,7		
			Irtotiheys	1,18 <sup>b</sup>	1,14 <sup>ab</sup>	1,06 <sup>a</sup>	1,08 <sup>a</sup>	
Keskimäärin			PF1	43,1	43,5	43,7	44,2	
			PF2	37,0 <sup>a</sup>	37,2 <sup>ab</sup>	37,8 <sup>b</sup>	37,4 <sup>ab</sup>	
			PF3	33,8	33,9	34,4	34,2	
			PF4,2	20,9 <sup>ab</sup>	20,3 <sup>a</sup>	21,9 <sup>b</sup>	21,7 <sup>b</sup>	
			Hyötykapas.	15,9 <sup>ab</sup>	16,8 <sup>b</sup>	15,9 <sup>ab</sup>	15,8 <sup>a</sup>	
			Irtotiheys	1,24 <sup>b</sup>	1,22 <sup>ab</sup>	1,20 <sup>ab</sup>	1,19 <sup>a</sup>	

## MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

(Tiedotteet vuosilta 1983–86 on lueteltu aiempien vuosikertojen numeroissa.)

1987

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1986. 72 p.
2. PALDANIUS, E. Oljen kompostointi erilaisia seosmateriaaleja typpilähteinä käyttäen. 55 p. + 1 liite.
3. LEIVISKÄ, P. & NISSILÄ, R. Säämittauksen tuloksia Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalla Ruukissa. 31 p.
4. HAKKOLA, H., HEIKKILÄ, R., RINNE, K. & VUORINEN, M. Odelman typpilannoitus, sänggenkorkeus ja niittoaika. 39 p.
5. NIEMELÄ, T. & NIEMELÄINEN, O. Kasvualustan tiivistyminen ja nurmikun kulumisen nurmikon stressitekijöinä. Kirjallisuuskatsaus. P. 1–30.  
NIEMELÄ, T. Siirtonurmikon kasvatusta ja käyttöä. Kirjallisuuskatsaus. P. 31–42.
6. LUOMA, S., RAHKO, I. & HAKKOLA, H. Kiinankaalin viljelykokeiden tuloksia 1981–1985. 25 p.
7. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1979–1986. 165 p. + 9 liitettä.
8. SEPPÄLÄ, R. & KONTTURI, M. Mallasohran reagointi typpilannoitukseen. P. 1–66.  
KUISMA, T. & KONTTURI, M. Typpilannoituksen vaikutus ohralajikkeiden mallastuvuuteen. P. 67–134.
9. YLI-PIETILÄ, M., SÄKÖ, J. & KINNANEN, H. Puuvartisten koristekasvien talvehtiminen talvella 1984–1985. 38 p.
10. VUORINEN, M. & TAKALA, M. Porkkanan ja punajuurikkaan sadetus, typpilannoitus ja kalitus poutivalla hiekkamaalla. 30 p.
11. MULTAMÄKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet. P. 1–8.  
*Domestic Varieties.* P. 9–17.
12. TUOVINEN, T. Omenakääriäisen ennustemenetelmä. P. 1–17.  
TUOVINEN, T. Pihlajanmarjakoin ennustemenetelmä. P. 18–32.
13. MÄKELÄ, K. Peittauksen vaikutus kotimaisen heinänsiemenen itävyyteen, orastuvuuteen ja sienistöön. 15 p.
14. Osa 1. YLÄRANTA, T. Radioaktiivinen laskeuma ja säteilyvalvonta. P. 1–27.  
PAASIKALLIO, A. Radionuklidien siirtyminen viljelykasveihin. P. 28–62.

Osa 2. KOSSILA, V. Radionuklidien siirtyminen kotieläimiin ja eläintuotteisiin sekä vaikutukset eläinten terveyteen ja tuotantoon. 109 p.

15. RAVANTTI, S. Alma-timotei. 38 p. + 2 liitettä.
16. LEHMUSHOVI, A. Ryhmäruusujen lajikekokeet vuosina 1981–1984. 29 p.
17. JOKINEN, R. & TÄHTINEN, H. Karkeiden kivennäismaiden ja turvemaiden kuparipitoisuus ja sen vaikutus kauran kasvuun astiakokeessa. P. 1–17.  
 JOKINEN, R. & TÄHTINEN, H. Maan kuparipitoisuuden ja happamuuden vaikutus kuparilannoituksella saatuihin kauran satotuloksiin. P. 18–37.  
 JOKINEN, R. & TÄHTINEN, H. Maan pH-luvun ja kuparilannoituksen vaikutus kauran hivenravinnepitoisuuksiin. P. 38–47.  
 JOKINEN, R. & TÄHTINEN, H. Kaura- ja ohralajikkeiden herkkyys kuparin puutteelle ja eri kuparimäärillä saadut tulokset. P. 48–62.  
 JOKINEN, R. & TÄHTINEN, H. Kuparilannoitelajien vertailu astiakokeessa kauralla. P. 63–68.
18. HIIRSALMI, H., JUNNILA, S. & SÄKÖ, J. Ahomansikasta suomalainen viljelylajike. P. 1–8.  
 HIIRSALMI, H., JUNNILA, S. & SÄKÖ, J. Mesimarjan jalostus johtanut tulokseen. P. 9–21.
19. TALVITIE, H., HIIVOLA, S-L. & JÄRVI, A. Satojen ja satovahinkojen arviointitutkimus. 87 p.
20. KEMPPAINEN, R. Puna-apilan ympärys Rhizobium-bakteerilla. *Inoculation of red clover by Rhizobium strain.* 24 p.
21. LAMPILA, M., VÄÄTÄINEN, H. & ALASPÄÄ, M. Korsirehujen vertailu kasvavien ayrshire-sonnien ruokinnassa. *Comparison of forages in the feeding of growing ayrshire bulls.* P. 1–40.  
 ARONEN, I., HEPOLA, H., ALASPÄÄ, M. & LAMPILA, M. Erisuuruiset väkirehuannokset kasvavien ayrshiresonnien olkiruokinnassa. *Different levels of concentrate supply in straw-based feeding of growing ayrshire bulls.* P. 41–66.  
 ARONEN, I., ALASPÄÄ, M., HEPOLA, H. & LAMPILA, M. Bentsoehappo säilörehun valmistuksessa. *Benzoic acid as silage preservative.* P. 67–86.
22. TURTOLA, E. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvien vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen savimaasta Jokioisten huuhtoutumiskentällä v. 1983–1986. 32 p. + 2 liitettä.
23. PIETOLA, L. & ELONEN, P. Peltokasvien sadetus normaalia kosteampina kasvukausina 1980–85. 76 p.
24. PIETOLA, L. Maan mekaaninen vastus kasvutekijänä. 94 p. + 3 liitettä.

## 1988

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1987. 83 p.
2. ANISZEWSKI, T. Puiden, pensaiden ja viljeltävän turvemaan fenologinen tutkimus. *Phenological study on the trees, bushes and arable peat land.* 120 p. + 5 liitettä.
3. RINNE, S-L., HIIVOLA, S-L., TALVITIE, H., SIMOJOKI, P., RINNE, K. & SIPPOLA, J. Viherke-sannon vaihtoehdot rukiin viljelyssä. 53 p.

4. JUNNILA, S. Pienannosherbisidit kevätiljoilla - Glean 20 DF, Ally 20 DF ja Logran 20 WG. P. 1–15.  
— Starane M kevätiljojen rikkakasvien torjunnassa. P. 16–18.  
— Kamilon B ja Kamilon D kevätiljojen rikkakasvien torjunnassa. P. 19–23.  
— Kevätviljaherbisidit Rikkahävite KH 10/77, KH 2/83 ja Ipactril. P. 24–31.
5. KIISKINEN, T. & MÄKELÄ, J. Kasvipiperäisten valkuaisrehujen sulavuus minkillä. *Smältbarhet av vegetabiliska proteinfodermedel hos mink. Digestibility of protein feedstuffs derived from plants in mink.* P. 1–13.  
KIISKINEN, T., MÄKELÄ, J. & ROUVINEN, K. Eri viljalajien sulavuus minkillä ja siniketulla. *Smältbarhet av olika spannmål hos mink och blåråv. Digestibility of different grains in mink and blue fox.* P. 14–23.
6. SIMOJOKI, P. Ohran boorinpuutos. 100 p. + 3 liitettä.
7. SIMOJOKI, P. Lupiinin viljelytekniikka. P. 3–22, 2 liitettä.  
EKLUND, E. & SIMOJOKI, P. Yksivuotisen lupiinin nystyräbakteerien eristäminen ja valikoitujen siirroskantojen testaus kenttäolosuhteissa. P. 23–34.  
ANISZEWSKI, T. Kylvöajan vaikutus lupiinin (*Lupinus angustifolius* L.) siemensatoon Keski- ja Pohjois-Suomessa. P. 35–54.  
ANISZEWSKI, T. Lupiinin siementuotanto Keski- ja Pohjois-Suomessa. P. 55–90.
8. HÄMÄLÄINEN, I. & ERVIÖ, R. Maaperäkarttaselitys, Jyväskylä. 39 p. + 14 liitettä.
9. ERVIÖ, R. & HÄMÄLÄINEN, I. Maaperäkarttaselitys, Lahti. 41 p. + 2 liitettä.
10. TAKALA, M. Palkokasvien biologiasta. 18 p. + 6 taulukkoa.
11. TAKALA, M., TAHVONEN, R. & VUORINEN, M. Väkilannoitus ja "biologiset" viljelymenetelmät perunan, porkkanan ja punajuurikkaan viljelyssä. 36 p.
12. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1980-1987. 138 p. + 1 liite.
13. LUNDEN, K. & SÄKÖ, J. Koristepuiden ja -pensaiden talvehtiminen. Talvi 1986/87. 86 p. + 4 liitettä.
14. SÄKÖ, J. & LUNDEN, K. Talven 1986-87 tuhot hedelmä- ja marjatarhoissa. 34 p.
15. RINNE, K. & MÄKELÄ, J. Karitsoiden kasvu laitumella. 18 p.
16. ILOLA, A. Katovuoden 1987 kevätiljojen siemenen orastumiskokeet. P. 1-17.  
RANTANEN, O. & SOLANTIE, R. Uusi peltoviljelyn alue- ja vyöhykejakoehdotus. P. 18-31.
17. RAHKONEN, A. & ESALA, M. Kevätviljojen ja -öljykasvien kylvöaika. 72 p.
18. JUNNILA, S. Perunaherbisidejä tehokkuustarkastuksessa. P. 1–15.  
JUNNILA, S. Lehvästön hävitys herneellä ja öljykasveilla. P. 16–24.
19. KEMPPAINEN, E. Didinin (disyandiamidi) vaikutus naudän lietelannan tehoon ohran lannoitteena. 35 p.

20. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan vertailu vasikka- ja hiehkoudella säilörehu-vilja- ja heinä-vilja-urea-ruokinnalla. 92 p.
21. PITKÄNEN, J., ELONEN, P., KANGASMÄKI, T., KÖYLIJÄRVI, J., TALVITIE, H., VIRRI, K. & VUORINEN, M. Aurattoman viljelyn vaikutukset kevätiljelysatoon ja laatuun: kuuden koevuoden tulokset. *Summary: Effects of ploughless tillage on yield and quality of cereals: results after six years.* P. 1–61.  
PITKÄNEN, J. Aurattoman viljelyn vaikutukset maan fysikaalisiin ominaisuuksiin ja maan viljavuuteen. *Summary: Effects of ploughless tillage on physical and chemical properties of soil.* P. 62–167.
22. KÄNKÄNEN, H. & KONTTURI, M. Kylvötiheyden vaikutus lehtityypiltään erilaisten herneiden sadon muodostumiseen. 69 p.

### 1989

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista. 23 p.
2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONTTURI, M. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1981–1988. 147 p. + 8 liitettä.
3. VUORINEN, M. Turvemaan kaliumlannoitus. 17 p.
4. TAKALA, M. Saderiskien ja korjuutappioiden vähentämismahdollisuuksista heinäkorjuussa. 21 p. + 12 liitettä.
5. HAKKOLA, H., PULLI, S. & HEIKKILÄ, R. Nurmikasvien siemenseoskokeiden tuloksia. 57 p.
6. HAKKOLA, H. & LUOMA, S. Perunan viljelykokeiden tuloksia 1981–88. 25 p.
7. AFLATUNI, A. & LUOMA, S. Avomaan vihannesten lajikekokeiden tuloksia 1986–88. 36 p.
8. HÄRKÖNEN, M. & MUSTALAHTI, A. Perennojen menestyminen ja kukinta-ajat Pohjois-Suomessa 1979–85. 20 p. + 2 liitettä.
9. RUOTSALAINEN, S. Marjikasvien tervetäimituotanto ja sen merkitys Suomessa. 57 p.
10. UUSI-KÄMPPI, J. Vesistöjen suojaaminen rantapeltojen valumilta. 66 p.
11. Öljykasvien viljelyn edistäminen. Yhteistutkimuksen tuloksia vuosilta 1985–1988. 95 p. Toimittanut KATRI PAHKALA.
12. JUHANOJA, S. Juurrutushormonien käyttö vesiviikunan *Ficus pumila* L. pistokkaiden juurrutuksessa. P. 2–6.  
JUHANOJA, S. & PESSALA, T. Vuodenajan vaikutus viherkasvien pistokkaiden juurtumiseen ja taimien jatkokasvatusaikaan. P. 7–22.  
JUHANOJA, S. Ampelikasvien viljelyaikatauluja. P. 23–34.  
PESSALA, T. Sulkasaniaisen lisäys. P. 35–38.
14. JOKI-TOKOLA, E. Väkiheinä ja säilörehut lihanautojen ruokintakokeissa. 46 p.

15. MÄKELÄ, K. Kesäkukkien kauppasiemenen laatu. 15 p. + 10 liitettä.
16. KÄNKÄNEN, H., HIIVOLA, S.-L. & HEIKKILÄ, R. Kalkitusajankohdan vaikutus kalkituksen tehoon. 38 p. + 1 liite.
17. ROUVINEN, K. & NIEMELÄ, P. Plasmasytoosi heikentää pentutulosta ja pentujen varhaiskehitystä minkillä. *Plasmacytos försämrar avelsresultatet och valparnas tidiga tillväxt hos mink. Plasmacytosis impairs breeding result and early kit growth in the mink..* P. 1–17.  
ROUVINEN, K. Erilaisten rasvojen sulavuus minkin ja siniketun pennuilla — emulgaattorien vaikutus. *Fettsmältbarhet hos mink- och blårävsvalpar — inverkan av emulgerande ämnen. Digestibility of different fats in mink and blue fox kits — influence of emulsifying agents.* P. 18–37.
18. JOKINEN, R. Fosforin saostukseen käytettävien kemikaalien vaikutusjätevesilietteiden ominaisuuksiin sekä käyttöarvoon lannoitteena ja maanparannusaineena. 54 p.
19. JÄRVI, A. Typpilannoitus ja kasvuston CCC-käsittely timotein siemennurmilla. P. 1–24.  
JÄRVI, A. Timotein siemennurmen typpilannoitus, riviväli ja siemenmäärä. P. 26–48.  
JÄRVI, A. Alkuperältään erilaiset timoteilajikkeet siementuotannossa. P. 50–52.
20. URVAS, L. & TARES, T. Maanäytteen ottoaika ja viljavuusluvut. 17 p.
21. SAASTAMOINEN, M. & PÄRSSINEN, P. Yty-kaura. 29 p. + 2 liitettä.
22. RAVANTTI, S. Juliska-punanata. 51 p. + 1 liite.
23. TOIVONEN, V. & LAMPILA, M. Juurikassäilörehu ohran korvaajana kasvavien ay-sonnien säilörehuvaltaisessa ruokinnassa. P. 2–43.  
TOIVONEN, V. & LAMPILA, M. Naattinauriin juurisäilörehu ohran korvaajana kasvavien ay-sonnien säilörehuvaltaisessa ruokinnassa. P. 44–66.

## 1990

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista. 40 p.
2. MARKKULA, M., TIITTANEN, K. & VASARAINEN, A. Torjunta-aineet maa- ja metsätaloudessa 1953–1987. 58 p.
3. KUMPULA, R. Mikrolisätyin mansikan emotaimiklooneissa esiintyvä muuntelu. 61 p. + 2 liitettä.
4. MELA, T., KÄNKÄNEN, H. & ILOLA, A. Heikkoitoisen kevätiljan arvo kylvösiemenenä. 28 p. + 20 liitettä.
5. SALO, Y. & PIETILÄ, E. Laari-kevävehnä. 32 p. + 2 liitettä.
6. RIEPPONEN, L., RINNE, S.-L., HIIVOLA, S.-L., SIMOJOKI, P., SIPPOLA, J. & TALVITIE, H. Oma-varaisen ja tavanomaisen viljelyn kannattavuusvertailu. 38 p. + 8 liitettä.
7. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONTTURI, M. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1982–1989. 129 p. + 2 liitettä.

8. URVAS, L. Sinkkisulfaatti timotein lannoitteena. P. 1–11.  
— Sinkkisulfaatti ja kelaatit sinkkilannoitteina. P. 12–18.
9. KOIKKALAINEN, K., HUHTA, H., VIRKAJÄRVI, P. & HEIKKILÄ, R. Pitkääikäisen säilörehunurmen kaliumlannoitus heikosti kaliumia pidättävillä mailla. 59 p.
10. AURA, E. Salaojien toimivuus savimaassa. 93 p.
11. UOSUKAINEN, M. Tervetaimiasemalla tuotannossa olevat ja lajikekokeita varten lisätyt luumulajikkeet. P. 1-29.  
UUSITALO, M. Luumujen ja kirsikan virustaudit. P. 31–42.
12. JUHANOJA, S. Kesäkukkien leikkoviljely kasvihuoneessa. P. 1–24  
JUHANOJA, S. Morsiusharson kaksivuotinen lasinalaisviljely. P. 25–32.  
JUHANOJA, S. Pikkusipulikukkien leikkoviljely kasvihuoneessa. P. 33–37.

## 1991

2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONTTURI, M. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1983–1990. 146 p. + 2 liitettä.
3. VILKKI, J. Kulta-kevättrypsi. 20 p. + 1 liite.
4. KEMPPAINEN, E. & VUORINEN, M. Maanparannusaineiden vertailu kenttäkokeessa. (Sotkamon maanparannuskoe). 22 p.
5. YLÄRANTA, T. Maataloustuotannon vaikutus kasvihuoneilmistöön Suomessa. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen. 18 p.
6. HANNUKALA, A. E. Puikulan viljelytekniikka Lapissa. 23 p.
7. URVAS, L. & HÄMÄLÄINEN, I. Viljeltyjen moreenimaiden kemialliset ominaisuudet. Kirjallisuuskatsaus. 28 p.
8. JUHANOJA, S. Freesian sadon ajoittaminen. 57 p.
9. LAURILA, L., HIIVOLA, S-L. & KARVONEN, T. Rukiin sakoluku Etelä-Pohjanmaalla. 56 p.
10. HUUSELA-VEISTOLA, E., PAHKALA, K. & MELA, T. Peltokasvit sellun ja paperin raaka-aineena. Kirjallisuustutkimus. 36 p. + 1 liite.
11. TIIRI, J. Muokkauksen vaikutus maan toimintoihin. 82 p.
12. NIEMELÄINEN, O. & HUUSELA-VEISTOLA, E. Typpilannoituksen vaikutus niittynurmikka-, nurmirölli-, puisto- ja punanatanurmikon kasvuun ja kestävyYTEEN. 38 p.
13. HUUSELA-VEISTOLA, E., NIEMELÄINEN, O. & HUHTA, H. Lajikkeen, lannoituksen ja leikkoon vaikutus niittynurmikka-natanurmikon menestymiseen. 33 p.



14. HUUSELA-VEISTOLA, E., NIEMELÄINEN, O. & HUHTA, H. Siemenmäärä nurmikon perustamisessa. 30 p.
16. NIEMELÄINEN, O., HUUSELA-VEISTOLA, E. NISSINEN, O. & TALVITIE, H. Nurmikkosiemen-seosten menestyminen eri tavoin kunnostetulla kasvualustalla. 51 p., 5 liitettä.
18. JUNNILA, S. & ERVIÖ, L-R. Uusien herbisidien tehokkuus ja käyttökelpoisuus viljakasvustoissa. 48 p.
19. ALAVIUHKOLA, T., SUOMI, K. & FRIMAN, T. Uusimmat koetulokset sikatalouden tutkimus-  
asemalta. 77p.
20. KEMPPAINEN, E., ANISZEWSKI, T. & MIETTINEN, E. Nurmikasvilajien vertailu Pohjois-Kai-  
nuussa. 17 p.
21. **Salaatin viljely ja sadon laatu. *Cultivation of lettuce and quality of yield.***  
Yhteistutkimuksen "Salaatin viljelymenetelmien kehittäminen ja viljelytoimien vaikutus salaatin laatuun" loppuraportti. 179 p.  
Toimittaneet RAILI JOKINEN ja RISTO TAHVONEN.
22. AVIKAINEN, H., HARJU, P., KOPONEN, H., MANNINEN, M., MEINANDER, B. & TAHVONEN, R. Desinfiointiaineiden soveltuvuus pelto- ja kasvihuonetuotannossa. 52 p. + 2 liitettä.
23. JOKI-TOKOLA, E. Rehun kuiva-ainepitoisuuden, paalien muovitustavan ja säilytyspaikan vaikutus pyöröpaalisäilörehun säilyvyyteen. 27 p.
24. JUHANOJA, S. & HIIRSALMI, A. Tuloksia puiden ja koristepensaiden menestymisen seurannasta vuosina 1970–90. 116 p.

## 1992

1. HAKKOLA, H. & KERÄNEN, T. Rehuviljakokeiden tuloksia 1977-91 Pohjois-Pohjamaan tutkimusasemalta. 22 p.
2. KOSSILA, V. & MÄNTYSAARI, P. Pikkuvasikoiden ruokintakoetuloksia Maatalouden tutkimuskeskuksessa v. 1973-89. 110 p. + 3 liitettä.
3. URVAS, L. Kalium-, mangaani- ja sinkkilannoituksen vaikutus timotein ravinnepitoisuuteen Pohjois-Suomen suonurmilla. 23 p.
4. NISSINEN, O. Yksivuotisten tuorerehukasvien soveltuminen laidun- ja niittoruokintaan Pohjois-Suomessa. 45 p.
5. HANNUKKALA, A.E. Timoteinurmen perustaminen Pohjois-Lapissa. 15 p.
6. MÄKELÄ-KURTTO, R., SIPPOLA, J. & JOKINEN, R. Teollisuuden jätevesilietteet ja niiden hyötykäyttö maataloudessa. (Loppuraportti tutkimushankkeesta "Teollisuuden jätevesilietteet ja niiden mahdollinen hyväksikäyttö maataloudessa".) 51 p. + 40 liitettä.
7. VANHALA, P. Rikkakasvien fyysikaalinen ja mekaaninen torjunta kasvukauden aikana. 68 p.

8. SAASTAMOINEN, M. Sohvi-herne. 41 p. + 2 liitettä.
9. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1984–1991. 109 p. + 2 liitettä.
10. GALAMBOSI, B. & RAHUNEN, I. Yrttien käyttö ja viljely. 39 p. + 1 liite.
11. SIMOJOKI, P., MEHTO-HÄMÄLÄINEN, U., LAITINEN, V. & RÄKKÖLÄINEN, M. Rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä. 37 p.
12. Hiehoikasvatuskokeiden tuloksia.  
SAIRANEN, S., KOSSILA, V., ARONEN, I. & MICORDIA, A. Risteytyschiehot. P. 4–23.  
KOSSILA, V., SAIRANEN, S., MICORDIA, A., VALMARI, A. & HAKKOLA, H. Hiehot ja hieho-  
lehmät. P. 24–40 + 9 liitettä.  
KOSSILA, V., HEIKKILÄ, T. & SAIRANEN, S. Kaksoiset ja kolmoset. P. 41–48 + 2 liitettä.  
Toimittaneet VAPPU KOSSILA ja SILJA SAIRANEN.
13. URVAS, L. & HYVÄRINEN, S. Maaperäkarttaselitys. LAPINLAHTI. 13 p. + 2 liitettä.
14. Pikkuvasikoiden ruokintakoetuloksia 1990–91. 57 p. + 1 liite.  
KOSSILA, V., ARONEN, I., TOIVONEN, V. & SAIRANEN, S. Korsirehun korjuuasteen vaikutus pikkuvasikoiden kasvuun ja rehunkulutukseen. P. 4–20.  
KOSSILA, V., ARONEN, I., SAIRANEN, S. & MÄNTYSAARI, P. Piimäjauhe ja maitojauhe-10 verrattuna kurrijauhejuottoon ja ohrajauhoihin lisätyn kauraproteiinin vaikutus vasikoilla. P. 21–40.  
KOSSILA, V., ARONEN, I., SAIRANEN, S. & NOUSIAINEN, J. Probioottien vaikutus pikkuvasikoiden kasvuun, rehunkulutukseen ja terveyteen. Eri suoliston osiin vaikuttavien probioottien yhdysvaikutus. P. 41–57.  
Toimittaneet VAPPU KOSSILA & SILJA SAIRANEN.
15. NISSLÄ, E. Arttu-ohra. 16 p. + 3 liitettä.
16. SALO, T. Typpi- ja kloridilannoituksen vaikutus punajuurikkaan nitraattipitoisuuteen ja satoon. *The effect of nitrogen and chloride fertilization on the nitrate content and yield of beetroot.* 37 p. + 6 liitettä.
17. GALAMBOSI, B. & PIEKKARI, S. Yrtit, mausteet ja rohdokset Suomessa. Luettelo julkaisuisista. 48 p.
18. MÄKELÄ-KURTTO, R., LINDSTEDT, L. & SIPPOLA, J. Laboratorioiden ja analyysimenetelmien välinen vertailututkimus viljelymaan raskasmetalleista. 61 p. + 3 liitettä.

## 1993

1. SAASTAMOINEN, M. Sisko-kaura. 24 p. + 2 liitettä.
2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1985–1992. 108 p. + 2 liitettä.

3. KIVIJÄRVI, P., DALMAN, P. & VALO, R. Vihanneslajikkeet Etelä-Savon tutkimusasemalla vuosina 1983–91. (*Summary: Vegetable varieties tested at the South-Savo Research Station of the Agricultural Research Centre of Finland in 1983–91.*) 34 p.
4. S-L. RINNE, SIPPOLA, J. & SIMOJOKI, P. Omavaraisen viljelyn vaikutus maan ominaisuuksiin. (*Summary: Effect of self-sufficient cultivation on soil properties.*) 26 p. + 12 liitettä.
5. RINNE, K., SUVITIE, M. & RINNE, S-L. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu–vilja- ja heinä–vilja–urearuokinnalla. Lehmien rehunkulutus, ravinnonsaanti, tuotokset, maidon koostumus sekä hedelmällisyys ja kestävyys 4.–6. lypsykausina. *Comparison of Finnish Ayrshire, Friesian and Finncattle on grass silage-cereal and hay-urea-cereal diets. Feed intake and nutrient supply, production and composition of milk, fertility and culling of the cows during the 4th–6th production years.* 48 p. + 1 liite.
6. VILKKI, J. Helmi-öljypellava. 8 p. + 3 liitettä.
7. VIRKAJÄRVI, P. & HUHTA H. Nurmen viljely polttoturvesoiden jätöalueilla. Timotein fosforilannoitus Tohmajärven Valkeasuolla. *Grass production on cut-away peatlands. Phosphorus fertilization for timothy (Phleum pratense) leys at Valkeasuo, Tohmajärvi.* 27 p. + 2 liitettä.
8. SANKARI, H. Bioenergian tuotantoon soveltuvat peltokasvit. Kirjallisuuskatsaus. Kasvintuotannon osaraportti esitutkimukseen "Energian tuottaminen elintarviketuotannosta vapautuvalle peltoalalle." *Suitability of cultivated plants for bioenergy production. Literary survey. The partial report of plant production to the preliminary study entitled "Energy production in the areas released from food production."* 38 p.
10. URONEN, K.R., TAHVONEN, R., JOKINEN, R. & BARTOSIK, M-L. Kasvialustan johtokyvyn vaikutus vaikutus turpeessa viljellyn tomaatin satoon ja sadon laatuun. (*Summary; Sammanfattning.*) 34 p. + 3 liitettä.

**JAKELU: MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**  
Kirjasto  
31600 JOKIOINEN  
puh. (916) 1881, telekopio (916) 188 339

**HINTA: 50 mk**