

**MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**

**TIEDOTE**

**10/93**

**KAISA REETA URONEN, RAIJA TAHVONEN, RAILI JOKINEN ja  
MARJA-LIISA BARTOSIK**

**Kasvualustan johtokyvyn vaikutus  
turpeessa viljellyn tomaatin satoon ja sadon laatuun**

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS  
TIEDOTE 10/93

KAISA REETA URONEN, RAIJA TAHVONEN, RAILI JOKINEN ja  
MARJA-LIISA BARTOSIK

**Kasvualustan johtokyvyn vaikutus  
turpeessa viljellyn tomaatin satoon ja sadon laatuun**

Maatalouden tutkimuskeskus  
Puutarhatuotannon tutkimuslaitos  
Martensin vihannestutkimusasema  
64610 YLIMARKKU  
Puh. (962) 53 338

Jokioinen 1993  
ISSN 0359-7652

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
<i>SUMMARY</i>	4
<i>SAMMANFATTNING</i>	5
1 JOHDANTO	7
2 KIRJALLISUUTTA	7
2.1 Tomaatin makuun vaikuttavia tekijöitä	7
2.2 Kasvualustan johtokyvyn vaikutus tomaatin veden ja ravinteiden ottoon	9
2.3 Kasvualustan johtokyvyn vaikutus tomaatin satoon ja sadon laatuun	9
2.4 Natriumin ja kloorin vaikutus tomaatin kasvuun ja satoon	10
3 KOKEELLINEN OSA	11
3.1 Aineisto ja menetelmät	11
3.1.1 Koejärjestelyt	11
3.1.2 Viljelytoimet	12
3.1.3 Kemialliset analyysit	14
3.1.4 Makutestit	15
3.2 Tulokset	16
3.2.1 Kasvualustan ominaisuudet viljelyn aikana	16
3.2.2 Sato	20
3.2.3 Lehtien ravinnepitoisuudet	22
3.2.4 Hedelmien ravinnepitoisuudet	26
3.2.5 Hedelmien happo- ja sokeripitoisuudet	26
3.2.6 Makutestit	30
3.3 Tulosten tarkastelu	30
3.4 Päätelmät	32
KIRJALLISUUS	32
LIITTEET	

K. R. URONEN, R. TAHVONEN, R. JOKINEN ja M-L. BARTOSIK. Kasvualustan johtokyvyn vaikutus turpeessa viljelyyn tomaatin satoon ja sadon laatuun. ( *Summary. Sammanfattning.* ) Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 10/93. 34p. + 3 liitettä.

Avainsanat: johtokyky, kivennäisaineet, lannoitus, maku, natriumkloridi, orgaaniset hapot, sato, sokerit, tomaatti, turve

## TIIVISTELMÄ

Suljetussa viljelyjärjestelmässä, kasvualustana turve, tutkittiin kasvualustan puristenesteen korkean johtokyvyn ja natriumkloridilannoituksen vaikutusta tomaatin satoon ja sadon laatuun. Kahdenä vuonna tehdyissä kokeissa puristenesteen johtokyvyn tavoitearvot olivat ensimmäisenä vuonna 2,5 mS/cm ja 5 mS/cm. Näistä jälkimmäinen saatiin joko yksinomaan NPK-lannoituksella tai NPK- ja natriumkloridilannoituksella (Cl 500 mg/l). Toisena vuonna johtokyvyn tavoitearvot olivat 5 mS/cm ja 7,5 mS/cm, joista 5 mS/cm saatiin NPK-lannoituksella tai NPK- ja natriumkloridilannoituksella (Cl 500 mg/l) ja 7,5 mS/cm NPK- ja natriumkloridilannoituksella (Cl 1000 mg/l).

Johtokykyarvoilla 2,5 mS/cm ja 5 mS/cm tomaatin kokonaissadot eivät poikenneet merkitsevästi toisistaan, vaikka suurin sato tuli alhaisella johtokykyarvolla. Toisena vuonna pääravinteilla toteutettu 5 mS/cm:n lannoitustaso tuotti merkitsevästi muita paremman sadon ja sadon paremmuus alkoi näkyä jo kasvukauden alussa hedelmien painon ja lukumäärän kasvuna. Kasvualustan puristenesteen johtokykyarvoilla sekä natriumin ja kloorin pitoisuuksilla ei ollut vaikutusta hedelmien ulkoiseen laatuun. Natriumkloridilannoitus kohotti hedelmien ja lehtien natrium- ja kloridipitoisuutta, mutta ei vaikuttanut muiden ravinteiden pitoisuuksiin. Käsittelyiden aiheuttamat hedelmien sokeri- ja happopitoisuuksien erot olivat vähäiset. Pääravinteilla saatu puristenesteen johtokyky 5 mS/cm tuotti hedelmiä, joiden maku erottui muiden käsittelyiden hedelmistä. Selviä maun miellyttävyyseroja ei kuitenkaan todettu.

## **SUMMARY**

*In a closed cultivation method with peat as substrate the effects of high EC value and NaCl level in press water on yield and yield quality of tomatoes were studied during two years. In the first year the fertilizations and target values of EC were: '2.5 mS/cm, NPK', '5 mS/cm, NPK' and '5 mS/cm, NPK+NaCl'. The content of Cl in press water was 500 mg/l. In the second year the treatments were: '5 mS/cm, NPK', '5 mS/cm, NPK+NaCl (1)' and '7.5 mS/cm, NPK+NaCl (2)'. The Cl content at Cl 1 level was 500 mg/l and at Cl 2 level 1000 mg/l.*

*The highest fruit yields were obtained at EC level 2.5 mS/cm in the first year and at EC level 5 mS/cm without NaCl in the second year. The yield differences between treatments were significant only in the second year and superiority of the best treatment appeared even at the beginning of the growing season due to higher weight and number of fruits.*

*The outer quality of the fruits was not affected by EC value or NaCl level in press water. The Na and Cl content in fruits and leaves increased with NaCl but there were no significant changes in other mineral element contents. The fertilization treatments had only slight effects on sugar and organic acid contents in fruits. In taste tests the fruits obtained with EC value 5 mS/cm by NPK differed from fruits of other treatments, but no significant differences in preference were observed.*

*(Key words: EC, fertilization, mineral elements, NaCl, organic acids, peat, sugars, taste, tomato, yield)*

## SAMMANFATTNING

Gödslings inverkan på skörd och skördekvalitet hos tomat i torvodling undersöktes under två år och med tre olika gödselbehandlingar båda åren. 1989 eftersträvades koncentrationer på 2,5 mS/cm och 5 mS/cm i substratets pressvätska. Vid den lägre nivån användes enbart NPK-gödsel. Vid den högre nivån höjdes ledningsförmågan först till 2,5 mS/cm med huvudnäringsämnen och sedan till 5 mS/cm antingen med huvudnäringsämnen eller med natriumklorid.

Genom att tillsätta natriumklorid eftersträvades en kloridhalt på 500 mg/l i pressvätskan. År 1990 var målvärdena för pressvätskans ledningsförmåga 5 mS/cm och 7,5 mS/cm. Vid natriumkloridbehandlingen tillsattes NaCl i gödsellösningen efter att ledningsförmågan i pressvätskan höjts till 2,5 mS/cm med huvudnäringsämnen. De eftersträvade kloridhalterna i pressvätskan var 500 mg/l och 1000 mg/l. En behandling eftersträvade en ledningsförmåga på 5 mS/cm med enbart huvudnäringsämnen.

Plantorna (sort Vibelco EZ) sattes ut i slutet av februari (Tabell 1). Substrat var VAPO:s VPS 453 Sphagnum-torv, som var grundgödslad och -kalkad. Odlingen bevattnades i slutet system enligt kapillärprincip (Figur 1). Efter planteringen fick samtliga grupper enbart huvudnäringsämnen. Natriumkloridtillförseln påbörjades omkring en och en halv vecka efter planteringen (Tabell 2). Förbrukningen av vatten och näringsämnen hos de olika försöksleden redovisas i tabell 3.

Tomaterna skördades tre gånger per vecka. De sorterades efter allmänna sorteringsdirektiv (Kauppapuutarhaliitto 1985) och antal tomater och sammanlagt vikt antecknades för varje sorteringsklass. Tomater med toppröta antecknades skilt. Fullt utvecklade blad togs 15.5. och 13.10.1989 från övre delen av plantorna för analys av mineralämnena. Analysering av tomaternas mineral- samt socker- och syrahalter gjordes fyra gånger år 1989 och två gånger år 1990. Pressvätska från substratet analyserades varannan vecka. Vidare skickades råvattenprov och prov av varje gödsellösning för analysering. I vattenledningsvattnet vid Martens grönsaksforskningsstation förekom små mängder näringsämnen samt lite natrium och klor (Tabell 4). När försöken avslutades togs torvprov från varje ruta för markkarteringsanalys. Båda åren gjordes tre smaktest.

Det förekom stora variationer i näringsämnesnivåerna i pressvätskan under odlingssäsongen. Proverna togs från odlingsfuktig torv och justerades inte till att motsvara en bestämd mängd (t. ex. 45 %) fuktighet. Att upprätthålla substratets egenskaper på en bestämd nivå under hela odlingssäsongen visade sig vara svårt, och avvikelserna från de ursprungliga planerna var rätt stora under 1990.

Ledningsförmågan i pressvätskan rörde sig år 1989 omkring målvärdena 2,5 mS/cm och 5 mS/cm (Figur 2). Pressvätskan från substraten som gödslats med natriumklorid innehöll under nästan hela säsongen mera NaCl än målsättningsvärdet 500 mg/l. Det fanns tämligen stora skillnader i kväve- och kaliumnivåerna i pressvätskan hos de olika behandlingarna (Figur 3), trots att tydliga skillnader i gödsellösningarna förekom endast i början av säsongen (Bilaga 3).

Under odlingssäsongen 1990 översteg sällan kloridhalten i de natriumkloridgödslade substraten målvärdena 500 mg/l och 1000 mg/l (Figur 4). Däremot förekom stora mängder huvudnäringsämnen (Figur 5), varför också ledningsförmågan i pressvätskan var hög. Den höga ledningsförmågan erhöles i första hand med huvudnäringsämnen och inte med natriumklorid.

## 1 JOHDANTO

Tomaatin laatua on arvosteltu aika ajoin sekä Suomessa että ulkomailla kärkevästi. Tomaatin laatu on erittäin monitahoinen käsite, ja siihen voidaan laajasti ottaen sisällyttää kaikki ne tekijät, jotka vaikuttavat hedelmien houkuttelevuuteen ja miellyttävyyteen. Laatutekijöihin vaikuttavat lajikkeen lisäksi myös viljelyolot sekä korjuun jälkeinen käsittely ja varastointi. Eri arvioijat asettavat laatutekijät erilaiseen tärkeysjärjestykseen; kauppiaille ovat tomaattien hyvän ulkonäön lisäksi tärkeitä myös hedelmien kiinteys, kypsymisnopeus ja säilyvyys. Kuluttajia taas kiinnostavat hedelmien maitto ja ravintoarvo. Laadun, erityisesti maiton tutkiminen on hankalaa koska eri maistajat ovat mieltyneet erilaisiin tomaatteihin.

Maatalouden tutkimuskeskuksen Martensin vihannestutkimusasemalla aloitettiin 1980-luvun puolivälissä kokeet, joissa on selvitetty eri lannoitustekijöiden vaikutusta tomaatin satoon ja sadon laatuun. Vuosina 1985–1988 vertailtiin erilaisia kasvualustan johtokykyarvoja ja N/K -suhteita. Näissä tutkimuksissa lannoituksen ja tomaattien laadun välillä ei kuitenkaan havaittu olevan selkeää yhteyttä (BARTOSIK ym. 1990).

Kasvualustan johtokyvyn ja erilaisten johtokyvyn nostamistapojen vaikutusta kasvihuonetomaatin satoon ja sadon laatuun on selvitetty runsaasti. Useimmat tutkimukset on tehty kivivilla-alustalla tai jollakin muulla inaktiivisella alustalla. Suomessa viljelyturve on yleinen tomaatin kasvualusta. Vuonna 1989 Martensin vihannestutkimusasemalla aloitettiin kokeet, joissa haluttiin selvittää, kuinka joko pääravinteilla tai sekä pääravinteilla että natriumkloridilla nostetut kasvualustan korkeat johtokykyarvot vaikuttavat tomaattiin turvealustalla. Kokeeseen valittiin suolaksi natriumkloridi, koska maamme tärkeimmällä tomaatin viljelyalueella, Etelä-Pohjanmaalla, vedet sisältävät runsaasti natriumia ja klooria.

Tekijät kiittävät kenttämestari Kjell Backlundia kenttäkokeiden hoitamisesta, tutkija Ulla Häkkistä hedelmien happo- ja sokerianalyseistä sekä laboratoriomestari Leila Lindstedtiä ICP-määrittämisestä. Kiitokset myös tutkimusapulainen Stina Bäcklundille, joka teki tekstin käännökset.

## 2 KIRJALLISUUTTA

### 2.1 Tomaatin makuun vaikuttavia tekijöitä

Geneettisten ominaisuuksien lisäksi monet sadonkorjuuta edeltävät ja korjuunjälkeiset tekijät vaikuttavat tomaattien koostumukseen ja laatuun. Tällaisia tekijöitä ovat esimerkiksi lämpötila, valo, kasvualusta, kastelu, lannoitus, korjuuaste ja varastointi.

Tomaatin hedelmän sisältämien sokereiden ja orgaanisten happojen määriä sekä sokereiden ja happojen välisiä suhteita on pidetty tärkeinä tomaatin maitolle. Korkea happo- ja sokeripitoisuus ovat tärkeitä hyvän maiton muodostukselle (DAVIES ja HOBSON 1981, JONES ja SCOTT 1983, PETRÓ-TURZA 1986-1987, HEINE ym. 1987). Tutkimustulokset näiden makutekijöiden merkityksestä ovat kuitenkin osittain ristiriitaisia. RESURRECCIONin ja SHEWFELTin (1985) mukaan objektiivisesti mitattavista tekijöistä ainoastaan kiinteys (firmness) ja väri korreloivat aistinvaraisten testien tulosten kanssa.

McGLASSONin (1989) mukaan nimenomaan maku (taste), ei aromi (aroma), on tärkeä tomaatin maitolle (flavour) ja aromi voi joko parantaa tai huonontaa maittoa. Hän pitää potentiaalisesti hyödyllisinä maiton ennustajina fruktoosin, sitruunahapon ja omenahapon määriä.

Hyvin tärkeitä tomaatin aromille ovat erilaiset haihtuvat yhdisteet, joita on analysoitu tomaateista GS-MS yhdistelmällä (HAYASE ym. 1984, BUTTERY ym. 1988). Lisäksi suuri määrä aromiaineita on sitoutuneena erilaisiin glykosidiyhdisteisiin, joista ne vapautuvat entsyymitoiminnan vaikutuksesta (BUTTERY ym. 1990, MARLATT ym. 1992). BUTTERY ym. (1990) ovat todenneet glykosidifraktion olevan noin 250 mg/kg tuoretta tomaattia. Suurin osa fraktiosta koostuu 13 tunnistetusta yhdisteestä, mutta joukossa on vielä runsaasti tunnistamattomia aineita. Kasvuolosuhteiden ja kasvualustan vaikutuksesta näiden haihtuvien aromiaineiden määriin on varsin vähän tietoja.

Tomaatin hedelmän liukoisesta kuiva-aineesta noin 26–29 % on erilaisia vapaita aminohappoja ja peptidejä. Eri aminohappojen määrät ovat erilaisia eri lajikkeissa. Kun aminohappojen määrää verrataan orgaanisten happojen määrään, 11–13 %, näyttää hyvin todennäköiseltä, että sekä aminohapot että peptidit vaikuttavat tomaatin makuun (PETRÓ-TURZA ym. 1989). McGLASSONin (1989) mukaan määrällisesti suurimpina pitoisuuksina esiintyvät aminohapot huonontavat maittoa, kun taas eräät muut aminohapot parantavat sitä.

PETRÓ-TURZAn (1986–1987) mukaan mineraaleista kalium ja fosfori vaikuttavat epäsuorasti tomaatin makuun. Kalium vaikuttaa vapaiden happojen pitoisuuksiin, ja fosfaatteina oleva fosfori taas toimii puskurina. PICHAN ja HALLin (1982) mukaan kaliumlannoitus lisää titrattavien happojen määrää tomaatin hedelmissä. Myös CORNISHin ja NGUYENin (1989) mukaan kasvualustan johtokyvyn nostaminen KCl:n avulla lisää merkittävästi titrattavien happojen määrää. Koska liukoisen kuiva-aineen määrä ei lisäännä paljoakaan, runsas kaliumlannoitus pienentää sokerien ja happojen suhdetta.

WRIGHT ja HARRIS (1985) ovat todenneet liukoisen kuiva-aineen määrän ja titrattavien happojen määrän lisääntyvän typpi- ja kaliumlannoituksen lisääntyessä. He havaitsivat myös useiden aromiaineiden pitoisuuksien muuttuvan lannoituksen vaikutuksesta. Lannoituksen lisäys huononsi arvopisteitä makutestissä. Tutkijoiden mukaan on todennäköistä, että jokin muu tekijä kuin happojen ja sokereiden määrä huononsi makua korkeilla lannoitustasoilla.

KANISZEWSKI ym. (1987) ovat todenneet sadon kuiva-ainepitoisuuden olevan korkeimman sillä typpilannoitustasolla, jolla saatiin suurin kauppakelpoinen sato (150 kg N/ha). Korkeammat typpilannoitustasot eivät enää nostaneet kuiva-aineen määrää. Yli 150 kilogramman typpilannoitus hehtaaria kohti vähensi sokeri- ja C-vitamiinipitoisuutta. Typpilannoituksen määrä vaikutti myös hedelmien kiinteyteen.

Niukka kastelu lisää pelkistävien sokereiden, titrattavien happojen ja kaliumin pitoisuutta hedelmissä (ADAMS 1990). Rajoittamalla veden antoa noin 80 %:iin tai vähempään todellisesta veden tarpeesta voidaan ADAMSin (1990) mukaan parantaa huomattavasti tomaatin aromikomponentteja.

Kypsyysaste vaikuttaa tomaatin hedelmien happo- ja sokeripitoisuuksiin (DAVIES ja HOBSON 1981, RICHARDSON ja HOBSON 1987) ja haihtuvien aromiaineiden määriin (HAYASE ym. 1984, BALDWIN ym. 1991). Makutesteihin olisi valittava kypsyysasteeltaan samanlaisia tomaatteja jokaisesta koejäsenestä. Samoin testien välinen vertailukelpoisuus riippuu näytteiden kypsyysasteesta eri testeissä. Jopa tomaatin sijainti tertussa vaikuttaa sen sokeripitoisuuteen.

Valon määrä vaikuttaa enemmän kuin muut ympäristötekijät tomaatin hedelmän sokeripitoisuuteen. PICHAN ja HALLin (1982) mukaan pelkistävien sokereiden ja kuiva-aineen määrä on keväällä korkeampi kuin syksyllä, titrattavien happojen määrä taas on syksyllä korkeampi kuin keväällä. DAVIESin ja HOBSONin (1981) mukaan sokeripitoisuus nousee kevään kuluessa, on



korkeimmillaan alkukesällä ja laskee taas sykyä kohti. Mitä enemmän auringonpaistetunteja on kypsyymistä edeltävänä aikana, sitä korkeammat ovat hedelmien sokeripitoisuudet.

Kasvualusta, lämpötilat sekä päivä- ja yölämpötilojen erot voivat myös vaikuttaa tomaatin maakuun ja aiheuttaa ristiriitaisia tuloksia eri tutkimuksissa. Makutestejä on siis hyvin vaikea standardoida.

Kasvualustan puristenesteen johtokyvyn vaikutusta tomaattiin on selvitetty runsaasti. Tutkimuksissa puristenesteen johtokykyä on nostettu pääravinteiden tai erilaisten suolojen avulla. Suoloista tutkituin lienee natriumkloridi. Sen vaikutusta kasvien kasvuun on selvitetty erityisesti maissa, missä maaperä on suolapitoista ja suolattomasta kasteluvedestä on puutetta. Toisaalta natriumkloridin käyttömahdollisuuksia tomaatin viljelyssä on tutkittu myös siltä kannalta, että johtokyvyn nostaminen tietyn, lannoitteiden avulla saadun perustason yläpuolelle on taloudellisempaa suolan kuin varsinaisten lannoitteiden avulla (ADAMS 1987). Kasvualustan puristenesteen korkean johtokyvyn on todettu parantavan tomaatin hedelmien laatua, mutta laadun parantuminen on tapahtunut usein sadon määrän kustannuksella.

## 2.2 Kasvualustan johtokyvyn vaikutus tomaatin veden ja ravinteiden ottoon

Mitä korkeampi on maan puristenesteen johtokyky sitä pienempi on maanesteen osmoottinen potentiaali. Maanesteen osmoottisen potentiaalın pienentyessä veden ja ravinteiden kulkeutuminen kasviin heikkenee. PESSARAKLI ja TUCKER (1988) havaitsivat tomaatin vedenoton vähenevän lineaarisesti maanesteen osmoottisen potentiaalın laskiessa. Osmoottisen potentiaalın laskeminen  $-0,03$  MPa:sta  $-0,3$  MPa:iin ei vaikuttanut tomaattien  $^{15}\text{N}$ :n ottoon, mutta sen sijaan osmoottisen potentiaalın arvot  $-0,6$  ja  $-0,9$  MPa heikkensivät huomattavasti kasvien typen ottoa. EHRET ja HO (1986) taas totesivat, että tomaattien vedenotto lisääntyi hieman, kun alustan johtokykyä nostettiin  $2$  mS/cm:stä  $7$  mS/cm:iin, mutta  $12$  ja  $17$  mS/cm:ssä veden kulutus oli pienempää kuin  $2$  mS/cm:ssä. SONNEVELDin ja WELLESin (1988) tutkimuksissa korkea kasvualustan puristenesteen johtokyky lisäsi nuorten lehtien ja vähensi vanhojen lehtien nitraattipitoisuutta verrattuna alhaiseen johtokykyyn. Samassa tutkimuksessa korkea johtokyky vähensi nuorten lehtien ja hedelmien fosforipitoisuutta, mutta ei vaikuttanut vanhojen lehtien fosforipitoisuuteen. Myös ADAMS (1991) totesi kasvualustanesteen korkean johtokyvyn vähentävän lehtien fosforipitoisuutta, erityisesti, kun johtokykyä nostettiin pääravinteiden avulla.

Tunnetuin tomaatin kasvualustan puristenesteen johtokykytutkimuksissa tavatuista ravinnehäiriöistä lienee latvamäta — korkean johtokyvyn on yleisesti havaittu vähentävän tomaatin hedelmien ja lehtien kalsiumpitoisuutta (ADAMS ja EL-GIZAWY 1986, SONNEVELD ja WELLES 1988, ADAMS ja HO 1989, ADAMS 1991, SONNEVELD ja Van Der BURG 1991). ADAMS ja HO (1989) havaitsivat, että ravinneliuksen johtokyvyn nostaminen vähensi hedelmien kalsiumpitoisuutta jyrkemmin ylemmissä tertuissa kuin satokauden alussa. Tämän he arvelevat johtuvan johtokyvyn pitkäaikaisesta vaikutuksesta johtojänteiden kehittymiseen. SONNEVELD (1988) kuitenkin huomauttaa, että johtokyvyn vaikutus kalsiumin puutosoireisiin on voimakkaasti sidoksissa mm. kasvunopeuteen sekä säätekijöihin ja siitä syystä yksin johtokyvyn osuutta oireisiin on vaikea määrittää.

## 2.3 Kasvualustan johtokyvyn vaikutus tomaatin satoon ja sadon laatuun

Kasvualustan puristenesteen korkean johtokyvyn aiheuttamasta veden ja ravinteiden otton heikkenemisestä on luonnollisesti seurauksena sadon pieneneminen. Tomaatin viljelyssä johtokyvyn on todettu vaikuttavan sekä hedelmien määrään että niiden kokoon (esim. MARTINEZ ym. 1987, MIZRAHI ym. 1988, SONNEVELD ja WELLES 1988). ADAMS ja HO (1989) havaitsivat, että puris-

tenesteen korkean johtokyvyn (5,5 ja 8 mS/cm) negatiivinen vaikutus sadon määrään voimistui kasvien iän myötä. Satokauden alkuvaiheessa sadon pienenemiseen oli lähinnä syynä hedelmien pieni koko, mutta myöhemmin myös hedelmien määrä väheni. SONNEVELDin (1988) mukaan kasvualustan puristenesteen johtokyvyn kynnsarvojen määrittäminen sadon määrän kannalta on erittäin vaikeaa, sillä luotettavia arvioita varten tarvittaisiin suuri määrä havaintoja pienillä johtokyvyn vaihteluilla. SONNEVELD (1988) on eräässä tutkimuksessaan saanut tomaatille alustan puristenesteen johtokyvyn kynnsarvoksi 4,7 mS/cm. Hän kuitenkin huomauttaa, että johtokyvyn vaikutus riippuu mm. sääoloista. Kasvualustan puristenesteen johtokyvyn vaikutuksen tomaatin satoon on lisäksi todettu vaihtelevan lajikkeittain (MARTINEZ ym. 1987, HASHIM ym. 1988).

Kasvualustan puristenesteen johtokykyä säätelemällä voidaan vaikuttaa sekä tomaatin sisäisiin että ulkoisiin laatutekijöihin. Johtokykytutkimuksissa tutkituimpia sisäisiä laatutekijöitä ovat olleet hedelmien kuiva-ainepitoisuus sekä happo- ja sokeripitoisuus.

Puristenesteen johtokyvyn nostaminen on yleensä lisännyt tomaatin hedelmien kuiva-ainepitoisuutta (% tuorepainosta) (ADAMS 1987, EHRET ja HO 1986, SONNEVELD ja WELLES 1988, ADAMS ja HO 1989). Usein kasvualustan puristenesteen korkean johtokyvyn on todettu lisäävän myös hedelmien happo- ja sokeripitoisuutta (MARTINEZ ym. 1987, MIZRAHI ym. 1988, SONNEVELD ja WELLES 1988, GOUGH ja HOBSON 1990). Tarkasteltaessa hedelmän happoja ja sokereita on syytä tarkasti kiinnittää huomiota, puhutaanko happojen ja sokereiden absoluuttisista määristä vai pitoisuuksista ja kuinka pitoisuus on laskettu. Esimerkiksi ADAMS ja HO (1989) havaitsivat, että kun ravinneliuoksen johtokykyä nostettiin natriumkloridin avulla, pelkistyvien sokereiden ja erityisesti titrattavien happojen pitoisuus hedelmän mehussa kasvoi. Johtokyvyn vaikutus happoihin ja sokereihin kuitenkin katosi, kun tulokset laskettiin grammoina kuiva-ainetta kohti tai grammoina hedelmää kohti. Vastaavasti ADAMSin (1991) tutkimuksessa pelkistyvien sokereiden ja titrattavien happojen määrä hedelmää kohti pieneni kasvualustanesteen johtokyvyn noustessa. Kuitenkin sokereiden ja happojen pitoisuus hedelmän mehussa kasvoi. Sokeripitoisuuden kasvu oli suurempi nostettaessa johtokykyä natriumkloridin kuin pääravinteiden avulla. Happopitoisuuden kohdalla tilanne oli päinvastainen.

Edellä esitetyt tulokset osoittavat, että kasvualustan puristenesteen johtokykyä muuttamalla aiheutetut happo- ja sokeripitoisuuksien muutokset johtuvat ennemminkin hedelmien vesimäärän pienenemisestä kuin happojen ja sokereiden määrän lisääntymisestä. ADAMSin (1991) mukaan tomaattien maun kannalta on havainnollisin tapa ilmoittaa hapot ja sokerit pitoisuutena hedelmän mehussa. Sen sijaan kun halutaan kuvata käsittelyn vaikutusta kasvin fysiologisiin toimintoihin, on parempi puhua pitoisuuksien sijasta happojen ja sokereiden määristä hedelmää kohti.

Kasvualustan puristenesteen korkean johtokyvyn positiivisena vaikutuksena tomaatin laatuun pidetään myös hedelmien tasaista väritymistä (MIZRAHI ym. 1988, SONNEVELD 1988). SONNEVELD ja WELLES (1988) havaitsivat lisäksi korkeilla puristenesteen johtokykyarvoilla viljeltyjen tomaattien säilyvän paremmin kuin alhaisilla arvoilla viljeltyjen. Sen sijaan MIZRAHIn ym. (1988) tutkimuksessa korkea alustanesteen johtokyky heikensi tomaattien säilyvyyttä.

## 2.4 Natriumin ja kloorin vaikutus tomaatin kasvuun ja satoon

Kloori on kasveille välttämätön hivenravinne. Useimmat kasvit ottavat kloridia hyvin helposti sekä kasvualustasta että ilmasta, ja siksi kasvien kloridipitoisuudet ovat usein selvästi suuremmat kuin mitä elintoimintoihin tarvittaisiin (MENGEL ja KIRKBY 1982). Kasvien kloorinsieto vaihtelee lajeittain. REISENAUER ym. (1973 ref. MENGEL ja KIRKBY 1982) luokittelevat tomaatin hyvin klooria sietäväksi lajiksi. Tässä luokittelussa sadon pienenemistä tai sadon laadun heik-

kenemistä alkaa ilmetä vasta, kun kasvin kloridipitoisuus on 40 g/kg kuiva-ainetta tai jopa enemmän.

Natrium lienee välttämätön vain joillekin C<sub>4</sub>-kasveille. Kuitenkin myös monien muiden kasvien on todettu hyötyvän natriumista, etenkin jos kasvien saatavilla on niukasti kaliumia. Tämä johtuu siitä, että natrium voi kasvin aineenvaihdunnassa osittain korvata kaliumin. (BOULD ym. 1983). Koska natrium ei ole tomaatille välttämätön ravinne, sitä ei kirjallisuudessa yleensä ole otettu mukaan käsiteltäessä eri ravinteiden puutos- tai vioitusoireita tomaatissa.

Suomessa Viljavuuspalvelu Oy:n viljelyohjeissa kasvualustan puristenesteen kloridipitoisuudeksi tomaatin viljelyssä suositellaan alle 50 mg/l ja natriumpitoisuudeksi alle 100 mg/l (Viljavuuspalvelu 1992). Raja-arvoja määritettäessä on ilmeisesti otettu huomioon kloridin ja natriumin kasvualustan puristenesteen johtokykyä nostava vaikutus — yleensä viljellään suhteellisen alhaisilla johtokykyarvoilla. Samoissa ohjeissa tomaatin lehtien kloridipitoisuuden raja-arvolukemat ovat 0,1 ja 10,0 mg/kg kuiva-ainetta. Tässäkään tapauksessa ei mainita lehtien natriumpitoisuuden ohjearvoja.

Kun kasvualustan puristenesteen johtokyvyn nostamiseen käytetään natriumkloridia, kasvien saatavilla olevan kloorin ja natriumin määrä luonnollisesti lisääntyy. Tomaatin ottaman natriumin ja kloorin määrä on suuresti riippuvainen noiden aineiden määrästä kasvualustassa. Esimerkiksi SONNEVELDin ja Van Der BURGIN (1991) tutkimuksessa kasvualustan puristenesteen natriumkloridipitoisuuden ollessa alle 292 mg/l tomaatin lehdissä oli natriumia 0,94 g/kg ja kloridia 2,73 g/kg kuiva-ainetta. Kun puristenesteen natriumkloridipitoisuus nostettiin 1461 mg/l:aan, lehtien natriumpitoisuus oli 3,95 g/kg ja kloridipitoisuus 5,81 g/kg kuiva-ainetta. Hedelmien pitoisuuksien muutokset olivat vastaavanlaisia. Tomaatin on todettu keräävän sekä lehtiin että hedelmiin enemmän klooria kuin natriumia (ADAMS 1987, SONNEVELD ja Van Der BURG 1991).

Johtokykytutkimuksissa on testattu huomattavan suuria kasvualustan natriumkloridipitoisuuksia ilman että tomaatit olisivat voittuneet. Esimerkiksi ADAMSin (1987) tutkimuksessa lisättiin ravinneliuosviljelyssä natriumkloridia niin, että liuoksen natriumpitoisuus nousi aina 1550 mg:aan litraa kohti. Kun liuoksen natriumpitoisuus oli 550 mg/l tai enemmän, kasvit olivat tummemman vihreitä kuin kontrolliryhmissä mutta lehdissä ei havaittu minkäänlaisia natriumin tai kloorin aiheuttamia vaurioita.

AWAD ym. (1990) havaitsivat ravinneliuoksen korkean natriumkloridipitoisuuden aiheuttavan tomaatteihin fosforinpuutosoireita. Oireita ilmeni erityisesti vanhoissa täysikasvuisissa lehdissä ja niitä oli kaikilla fosforilannoitustasoilla runsaammin natriumkloridikäsittelyissä kuin viljeltäessä ilman natriumkloridia. AWADin ym. (1990) mukaan tomaatin natriumkloridin sietoa voidaan lisätä nostamalla fosforilannoitustaso sen tason yläpuolelle, joka on riittävä, kun kasvualustassa ei ole natriumkloridia.

### 3 KOKEELLINEN OSA

#### 3.1 Aineisto ja menetelmät

##### 3.1.1 Koejärjestelyt

Kokeet tehtiin kahtena vuonna, ja molempina vuosina kokeissa oli kolme erilaista lannoituskäsittelyä. Vuonna 1989 pyrittiin kasvualustan puristenesteen väkevyyksiin 2,5 mS/cm ja 5 mS/cm. Alemmalla tasolla lannoitteena käytettiin pelkästään NPK-lannoitetta (17,3–4,1–27,5). Ylemmäl-

lä tasolla johtokykyarvo nostettiin ensin pääravinteilla 2,5 mS/cm:iin ja siitä joko pääravinteilla tai natriumkloridilla 5 mS/cm:iin. Natriumkloridilisäyksen avulla pyrittiin saamaan turpeen puristenesteen kloridipitoisuudeksi 500 mg/l.

Vuonna 1990 puristenesteen johtokyvyn tavoitearvot olivat 5 mS/cm ja 7,5 mS/cm. Natriumkloridikäsittelyssä NaCl:a lisättiin ravinneliuokseen sen jälkeen, kun turpeen puristenesteen johtokyky oli nostettu pääravinteilla 2,5 mS/cm:iin. Puristenesteen tavoitellut kloridipitoisuudet olivat 500 mg/l (5 mS/cm) ja 1000 mg/l (7,5 mS/cm). Lisäksi yhdessä käsittelyssä johtokykyarvoon 5 mS/cm pyrittiin pelkästään pääravinteiden avulla. Tavoiteltuihin puristenesteen kloridipitoisuuksiin tarvittavat natriumkloridimäärät saatiin laskennallisesti.

Kokeet järjestettiin lohkokotain satunnaistettuina kokeina, ja niissä oli neljä kerrannetta. Koerudun ala oli 2,6 m<sup>2</sup>, ja siinä kasvoi kuusi kasvia. Satotuloksista laskettiin varianssianalyysi, ja parittaisten erojen merkitsevyydet testattiin Tukey'n testin avulla (STEEL ja TORRIE 1981).

### 3.1.2 Viljelytoimet

Kokeet tehtiin Martensin vihannestutkimusasemalla Närpiössä. Tomaatit (lajike Vibelco EZ) kylvettiin turpeeseen vuodenvaihteen tienoilla (Taulukko 1). Taimikasvatusvaiheessa kaikkia taimia kasteltiin samalla lannoiteliuoksella. Taimet istutettiin, kun ensimmäisen tertun kukat olivat aukeamassa. Kasvualustana oli VAPO:n karkea VPS 453-rahkaturve, johon oli lisätty dolomiittikalkkia 8 kg/m<sup>3</sup> ja peruslannoitetta 1,6 kg/m<sup>3</sup> (N 12, P 9, K 18, S 2, B 0,05). Turve oli 33 litran verkkolevyinä (110 cm × 20 cm × 4 cm), ja yhdessä koerudussa oli kaksi verkkolevyä.

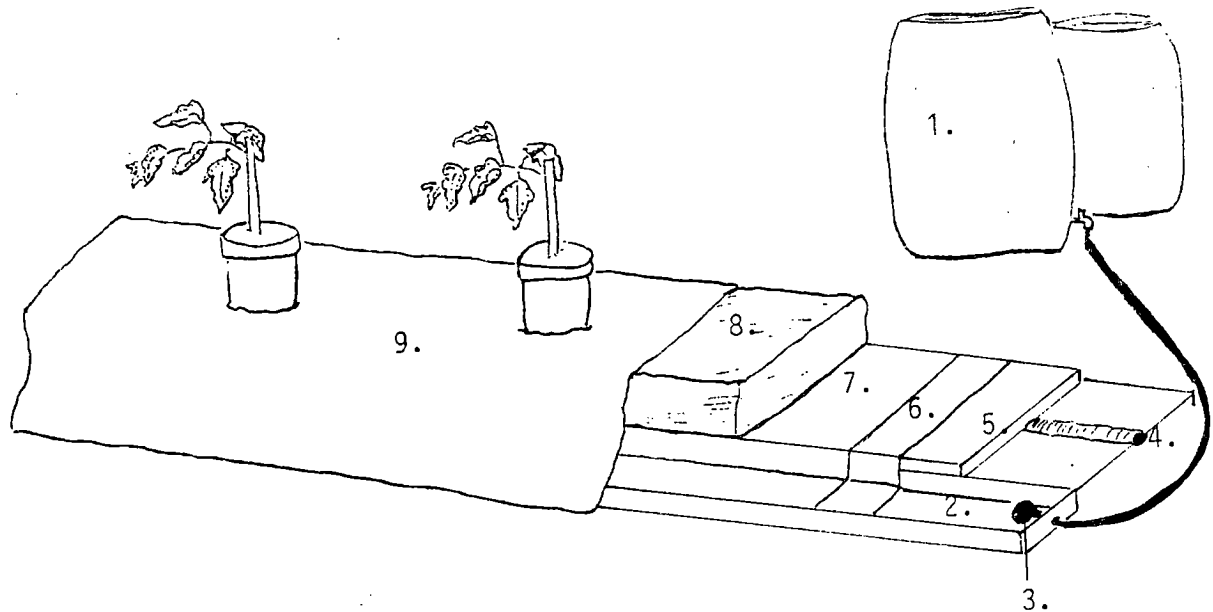
Tomaatit viljeltiin suljetussa systeemissä kapillaarikastelun periaatteella (Kuva 1). Jokaiselle koejäsenelle oli oma lannoitesäiliö, josta valmis käyttöliuos johdettiin kastelukouruun. Kourusta liuos siirtyi kapillaarisesti kastelumattoa pitkin kasvuturvelevyyn. Kouruun tulevan veden määrää sääтели uimuri. Mikäli turve kastui liian märäksi, lannoiteliuossäiliön hana suljettiin.

Istutuksen jälkeen kaikille ryhmille annettiin aluksi pelkkää pääravinneliuosta. Natriumkloridia alettiin antaa molempina vuosina 6.3. eli noin puolentoista viikon kuluttua istutuksesta (Taulukko 2). Natriumkloridi lisättiin pieneen vesimäärään liuotettuna kastelukouruun. Eri koejäsenten käytämät vesi- ja ravinnemäärät on ilmoitettu taulukossa 3.

Tomaatit viljeltiin ns. alaslaskumenetelmällä (MURMANN 1988). Helmi-huhtikuussa kasvihuoneilman hiilidioksidipitoisuus pidettiin CO<sub>2</sub>-lannoituksen avulla noin 600 ppm:ssa. Myöhemmin kasvukaudella hiilidioksidilannoitusta ei annettu.

**Taulukko 1. Tomaatin lannoituskokeiden viljelyaikataulu.**  
*Tabell 1. Odlingstidtabell för gödsel försöken med tomat.*

	1989	1990
Kylvö – Sädd	2.1.	27.12. 1989
Istutus – Plantering	24.2.	23.2.
Satokausi – Skördeperiod	14.4. – 13.10.	20.4. – 1.10.



1. lannoiteliuossäiliö – gödsellösningskärl; 2. kastelukouru – bevattningsränna; 3. uimuri – flottör; 4. alustan lämpöputki – jordvärmeslang; 5. styrox-levy – styrox-skiva; 6. muovi – plast; 7. kastelumatto – bevattningsmatta; 8. turvelevy – torvplatta; 9. muovi – plast.

**Kuva 1. Tomaatin kapillaarikastelu.**

*Figur 1. Kapillärbevattning av tomat.*

**Taulukko 2. Natriumkloridilisäykset 1989 ja 1990.**

*Tabell 2. Tillförsel av natriumklorid 1989 och 1990.*

1989		1990		
NaCl:n antopvm.	Annetun NaCl:n määrä g/taimi	NaCl:n antopvm.	Annetun NaCl:n määrä g/taimi	
<i>Tillförsel av NaCl, dat.</i>	<i>Tillförd mängd NaCl g/planta</i>	<i>Tillförsel av NaCl, dat.</i>	<i>Tillförd mängd NaCl g/planta</i>	
	5 mS/cm, NPK+NaCl		5 mS/cm, NPK+NaCl	7,5 mS/cm, NPK+NaCl
6.3.	7,3	6.3.	0,7	1,3
22.3.	6,3	22.3.	1,3	2,7
5.5.	3,6	6.4.	1,3	2,7
18.5.	0,8	24.4.	2,0	4,0
19.5.	1,	15.5.	2,0	4,0*
7.9.	0,3*	11.7.	2,0	4,0
		8.8.	2,0	4,0
Yht. Tot.	19,8	Yht. Tot.	11,3	22,7

\* Vain kahteen kerranteeseen – Endast till två upprepningar

Vaasan säähavaintoasemalla mitattujen tomaatin istutuksesta satokauden loppuun kertyneiden auringonpaistetuntien määrä seitsemän päivän summina saatiin Maatalouden tutkimuskeskuksen säärekisteristä (Liite 1).

**Taulukko 3. Kuluneen veden määrä vuosina 1989 ja 1990 sekä annetut typen, fosforin ja kaliumin määrät vuonna 1990.**

*Tabell 3. Vattenåtgång under åren 1989 och 1990 samt tillförda mängder kväve, fosfor och kalium år 1990.*

Vuosi/koejäsen. <i>År/försöksled</i>	Annettu vesi l/taimi <i>Bevattning l/planta</i>	Annetut ravinteet g/taimi <i>Tillförda näringsämnen g/planta</i>		
		N	P	K
1989				
2,5 mS/cm, NPK	558			
5 mS/cm, NPK	571	*	*	*
5 mS/cm, NPK+NaCl	564			
1990				
5 mS/cm, NPK	413	86	20	136
5 mS/cm, NPK+NaCl	363	71	17	113
7,5 mS/cm, NPK+NaCl	321	80	19	127

\* 1989 annettuja ravinnemääriä ei kirjattu – *Mängder tillförda näringsämnen bokfördes inte år 1989.*

Sato korjattiin kolme kertaa viikossa. Jokaisella sadonkorjuukerralla kirjattiin hedelmien lukumäärä ja niiden yhteenlaskettu paino laatuluokittain. Hedelmät lajiteltiin yleisten lajitteluohjeiden mukaan (Kauppapuutarhaliitto 1985). Lisäksi latvamätäiset hedelmät kirjattiin erikseen.

### 3.1.3 Kemialliset analyysit

Vuonna 1989 kasvustosta otettiin kasvien yläosasta täysikasvuisia lehtiä kivennäisainepitoisuuksien määrittystä varten 15.5. ja 13.10. Lehtianalyysit tehtiin Maatalouden tutkimuskeskuksen ympäristöntutkimuslaitoksen laboratoriossa. Lehdet kuivattiin 60 °C:ssa ja jauhettiin. Kuivapoltolla (450 °C yli yön ja 600 °C 2 h) tuhkaetun näytteen kloorivetyhappouutteesta (MTTK 1986) määritettiin Ca-, K-, P-, Mg-, Cu-, Zn-, Mn- ja Fe-pitoisuus sekä väkevällä typpihapolla saadusta märkäpoltoksesta (modifioitu HUANG ja SCHULTE 1985) S-, B- ja Na-pitoisuus plasmaemissiospektrofotometrillä ICP-ARL. Näytteen kloridipitoisuus määritettiin ionispesifisellä elektrodilla (Orion) potentiometrisenä titrauksena (LACROIX ym. 1970).

Hedelmien kivennäisaine- sekä sokeri- ja happomäärittelyksiä tehtiin vuonna 1989 neljä kertaa ja vuonna 1990 kaksi kertaa. Näytteet analysoitiin Maatalouden tutkimuskeskuksen keskuslaboratoriossa. Näytteet otettiin koejäsenittäin, ja kunkin koejäsenen näytteessä oli tomaatteja jokaisesta kerranteesta. Tomaatit poimittiin oranssinpunaisina.

Hedelmien kivennäisainemäärittelyksiä varten näytteitä kuivattiin 60 °C:ssa. Kuivatut ja jauhettut näytteet liuotettiin väkevään typpihappoon (noin 2 g/10 ml) (KUMPULAINEN ja PAAKKI 1987). Kivennäis- ja hivenainepitoisuudet määritettiin kuten lehtinäytteistä.

Hedelmien sokerit ja hapot määritettiin kaasukromatografilla (Sigma 300 Dual FID Perkin Elmer) Maatalouden tutkimuskeskuksen keskuslaboratorion rutiinimenetelmällä (HAILA ym. 1992), joka perustuu Lin ja SCHULMANNIN (1980) kehittämään menetelmään.

Kasvualustasta otettiin joka toinen viikko turpeen puristenestenäytteet. Näyte, josta neste purettiin, koostui ruudun eri osista otetuista osanäytteistä. Puristenesteiden lisäksi analysoitavaksi lähetettiin raakavesinäyte sekä näyte jokaisesta lannoiteliuoksesta. Näytteet analysoitiin Maatalouden tutkimuskeskuksen ympäristöntutkimuslaitoksen laboratoriossa. Puristenesteet sentrifu-

**Taulukko 4. Martensin vihannestutkimusaseman vesijohtoveden ravinnepitoisuuksien vaihtelualue vuosina 1989 ja 1990.**

*Tabell 4. Variationer i näringsämnehalterna i vatten vid Martens grönsaksforskningsstation 1989 och 1990.*

	1989	1990
Johtokyky mS/cm	0,2	0,2
Ledningsförmåga mS/cm		
N mg/l	0,04–2,05	0,03–0,74
P mg/l	0,0–0,4	0,0–0,2
K mg/l	19–31	14–23
Ca mg/l	0–10	9–11
Mg mg/l	5	6
S mg/l	7–10	9–11
Na mg/l	15–22	17–20
Cl mg/l	15–25	
B mg/l	0,00–0,02	0,00
Cu mg/l	0,02–0,06	0,01–0,05
Zn mg/l	0,02–0,10	0,02–0,88
Mn mg/l	0,00–0,01	0,01
Fe mg/l	0,04–0,48	0,00–0,16

goitiin ja suodatettiin. Raakavesi ja lannoiteliukset analysoitiin ilman esikäsitteilyä. Kaikista näytteistä mitattiin johtokyky ja kloridipitoisuus ionispesifisillä elektrodeilla ja 11 ravinnepitoisuutta (Ca, K, P, Mg, S, Na, Cu, Zn, Mn, Fe, B) ICP-ARL:lla. Ammoniumtyppi määritettiin SELMER-OLSENin (1971) ja nitraattityppi HENRIKSENin ja SELMER-OLSENin (1970) menetelmällä ja mittaukset tehtiin AKEA-autoanalysointilaitteella.

Kasvualustan puristenesteiden ravinnepitoisuuksien vaihtelut kasvukauden eri viheissä olivat suuret. Näytteet otettiin viljelykosteasta turpeesta eikä näytteiden kosteutta tasattu tiettyä (esimerkiksi 45 %:n) vesitilaa vastaavaksi. Kasvualustan ominaisuuksien pitäminen tietyllä tasolla koko kasvukauden ajan osoittautui erittäin vaikeaksi ja poikkeamat alkuperäisestä suunnitelmasta olivat vuonna 1990 suurehkoja.

Martensin vihannestutkimusaseman vesijohtovedessä oli vähän ravinteita, samoin myös natriumia ja klooria (Taulukko 4).

Kokeiden päätyttyä kasvualustoista otettiin ruuduittain turvenäytteet, jotka kuivattiin 35 °C:ssa ilmakeiiviksi ja jauhettiin. Johtoluku mitattiin turve:vesi-suspension (1:2,5) yön yli tasapainotuksesta, kirkastuneesta liuksesta ja pH samasta sekoitetusta suspensiosta. Pääravinteet (Ca, K, P, Mg, S) ja natrium uutettiin happamalla ammoniumasetaatilla (1:10, 1 h) (VUORINEN ja MÄKITIE 1955, KURKI ym. 1965), hivenravinteet (Cu, Zn, Mn, Fe) happamalla ammoniumasetaatti-EDTA:lla (LAKANEN ja ERVIÖ 1971) ja boori kuumalla vedellä (BERGER ja TRUOG 1944). Uutteen fosforipitoisuus mitattiin molybdensinimenetelmällä värjätystä liuksesta kolorimetrisesti ja muut ravinteet ICP-ARL:lla.

### 3.1.4 Makutestit

Molempina vuosina tehtiin Maatalouden tutkimuskeskuksen perunatalolla olevissa makutestitiloissa kolme hedelmien makutestiä. Makutestinäytteet otettiin koejäsenittäin niin, että kussakin näytteessä oli 1. luokan tomaatteja jokaisesta kerranteesta. Osanäytteiden tomaatit arvottiin koe-ruudusta poimittujen oranssinpunaisten tomaattien joukosta.

Makutestit tehtiin moninäytettestillä (BASKER 1980). Moninäytettestissä maistajalle esitettiin kaksi osanäytettä kustakin koejäsenestä eli yhteensä kuusi näytettä, ja maistajaa pyydettiin tunnistamaan parit (Liite 2). Samalla maistajia pyydettiin järjestämään näyteparit arvojärjestykseen, ja testin tulokset tulkittiin KRAMERIN taulukoiden avulla (KRAMER ja TWIGG 1973). Testiryhmänä (20 henkilöä) oli keskuslaboratorion henkilökunta, joka on harjaantunut makutesteihin. Testiryhmän makukynnyksiä ei ole testattu, vaan ryhmä vastaa niin sanottua kuluttajaraatia.

Jokaisessa testissä koejäsenien esittämisjärjestys satunnaistettiin. Tomaatit tarjottiin maistajille viipaleina. Tarvittaessa näytteitä kypsytettiin huoneenlämmössä ennen makutestejä.

## 3.2 Tulokset

### 3.2.1 Kasvualustan ominaisuudet viljelyn aikana

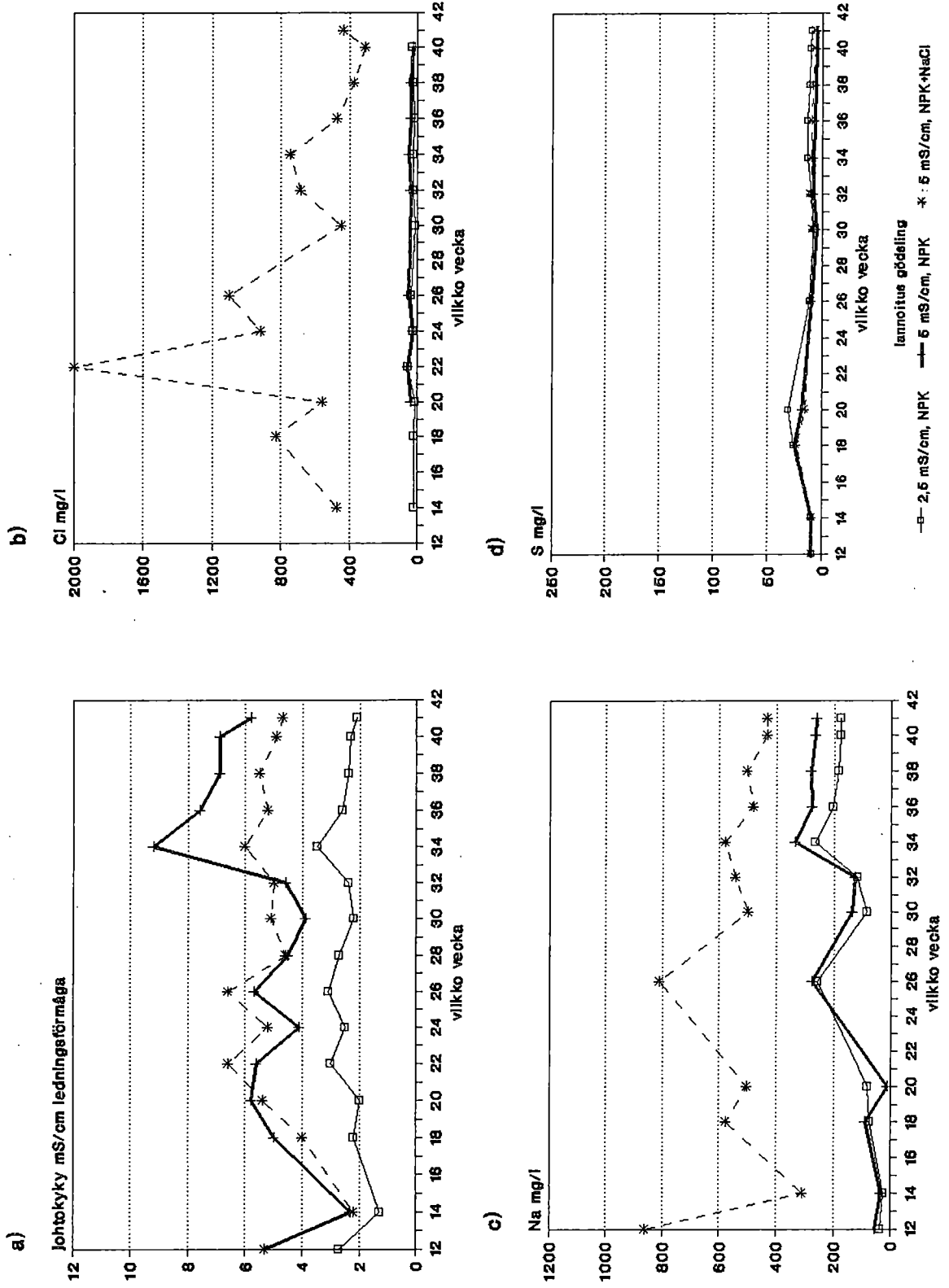
Kasvualustojen puristenesteiden johtokyky oli 5 mS/cm:n tavoitearvoja korkeampi lähes puolet kasvukaudesta 1989; tavoitearvo 2,5 mS/cm sen sijaan pysyi hieman vakaampana (Kuva 2a). Natriumkloridilannoituksen saaneissa kasvualustoissa oli puristenesteen kloridipitoisuus lähes koko kasvukauden tavoitearvoa (500 mg/l) korkeampi ja se vaihteli suuresti (Kuva 2b). Kloridipitoisuuden korkein arvo mitattiin toukokuun lopussa, sillä pääosa natriumkloridilannoituksesta annettiin kasvukauden alussa (Taulukko 2). Puristenesteiden natriumpitoisuutta ei määritetty kesäkuussa, minkä vuoksi kloridipitoisuuden korkeinta arvoa vastaava natriumpitoisuus puuttuu (Kuva 2c). Puristenesteen natriumpitoisuus näytti kohoavan kasvukauden kuluessa niissäkin kasvualustoissa, jotka eivät saaneet natriumkloridia. Vesijohtoveden natriumpitoisuus vaihteli 15–22 mg/l (Taulukko 4) ja lannoiteliuosten natriumpitoisuus 16–54 mg/l. Koko kasvukauden ajan puristenestee sisältivät vähän rikkiä, alle 30 mg/l (Kuva 2d). Vesijohtoveden rikkipitoisuus oli 7–10 mg/l, ja sama oli myös lannoiteliuosten rikkipitoisuus.

Käsittelyssä 5 mS/cm, NPK puristenesteen typpi- (Kuva 3a) ja kaliumpitoisuudet (Kuva 3b) olivat huomattavan korkeat, yli kaksinkertaiset käsittelyihin 2,5 mS/cm NPK ja 5 mS/cm, NPK+NaCl verrattuna. Myös kahden viimeksi mainitun käsittelyn välillä näytti olevan selvä ero. Erojen syynä lienee kasvualustaan johdettujen lannoiteliuosten korkeat typpi- ja kaliumpitoisuudet kasvukauden alkupuolella (Liite 3). Turpeesta vapautui kasvukauden alussa vähän kalsiumia (Kuva 3c) ja magnesiumia (Kuva 3d), koska pitoisuudet puristenesteissä olivat kovin alhaiset. Heinä-elokuussa kasvualustojen typpi-, kalium-, kalsium-, ja magnesiumpitoisuudet olivat muuta kasvukautta alhaisemmat.

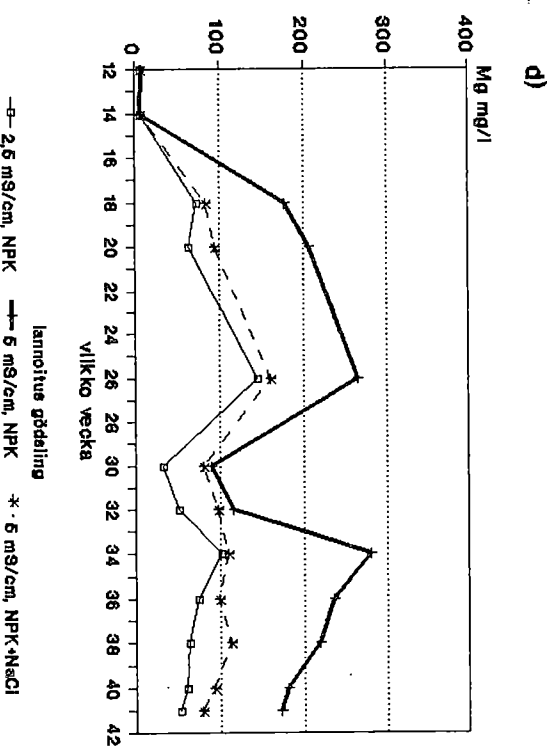
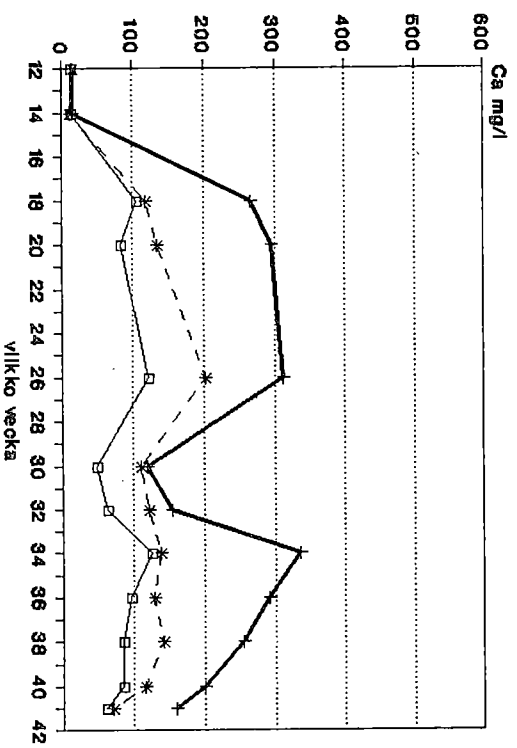
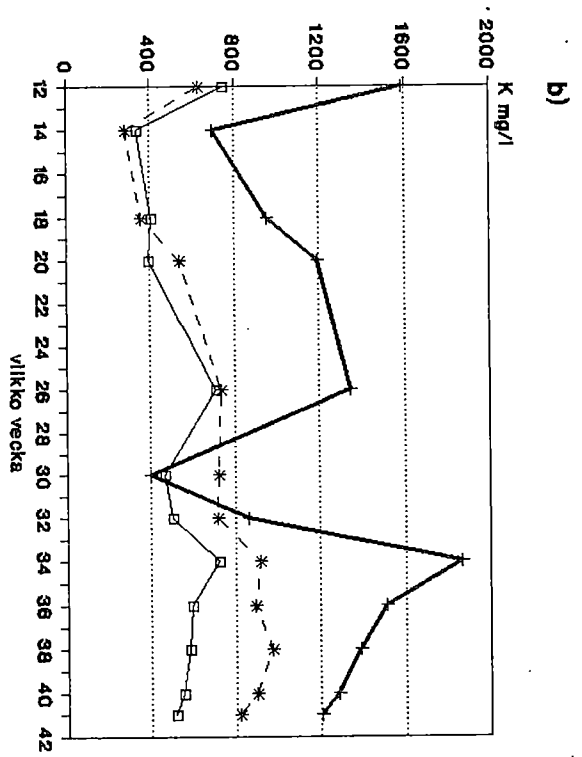
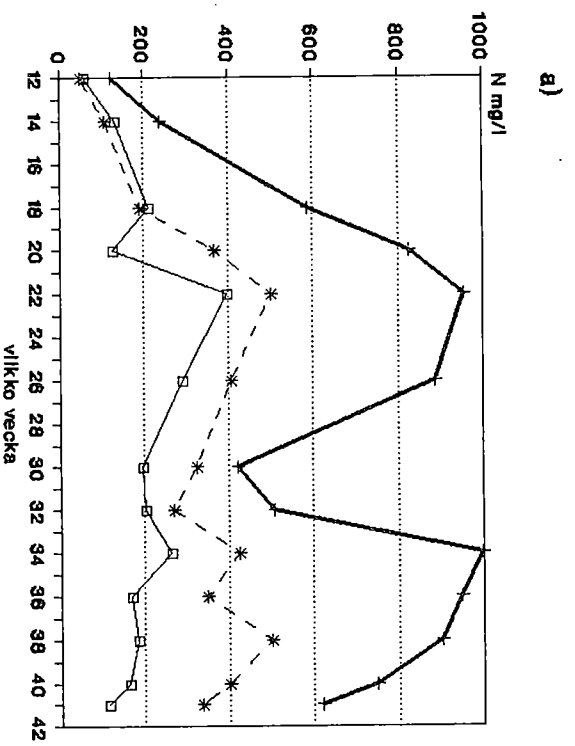
Kasvukautena 1990 molemmissa 5 mS/cm:n käsittelyissä puristenesteen johtokykyjen välillä oli kasvukauden keskivaiheilla selvä ero (Kuva 4a) ja johtokyky oli yli tavoitearvon käsittelyssä 5 mS/cm, NPK+NaCl. Puristenesteen johtokyky vaihteli kasvukauden aikana eniten suuren natriumkloridimäärän saaneessa käsittelyssä. Natriumkloridilla lannoitettujen kasvualustojen kloridipitoisuus saavutti vain harvoin kasvukauden kuluessa tavoitearvot 500 mg/l ja 1000 mg/l (Kuva 4b). Suuri natriumkloridimäärä kohotti puristenesteen natriumpitoisuutta selvemmin kuin pieni määrä (Kuva 4c). Ilman natriumkloridia viljellyssä tai pienen natriumkloridimäärän saaneissa kasvualustoissa oli puristenesteen natriumpitoisuuden ero noin 100 mg/l ja kummankin kasvualustan natriumpitoisuus kohosi kasvukauden edistymisen myötä. Lannoiteliuosten natriumpitoisuus vaihteli 16–50 mg/l ja vesijohtoveden 17–20 mg/l. Koekäsittelyistä riippumatta puristenesteiden rikkipitoisuus oli suurimman osan kasvukautta alle 50 mg/l (Kuva 4d). Lannoiteliuosten rikkipitoisuus vaihteli 8–12 mg/l ja oli sama kuin vesijohtovedenkin.

Puristenesteen typpi- (Kuva 5a) ja kaliumpitoisuudet (Kuva 5b) olivat natriumkloridia saaneissa kasvualustoissa korkeammat kuin ilman natriumkloridia, vaikka tavoitteena olivat päivänvasteiset

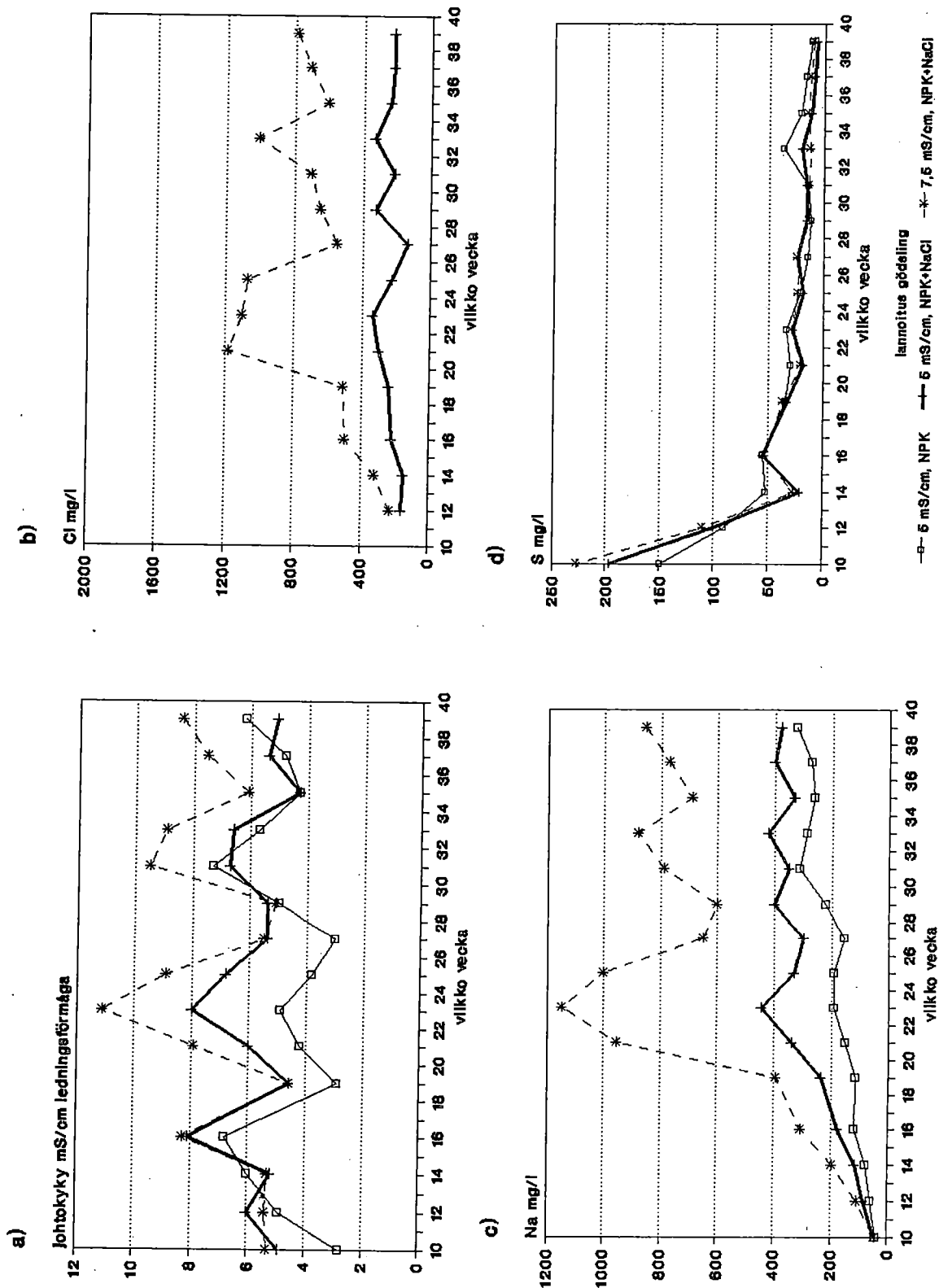




Kuva 2. Turpeen puristenesten jøhtokyky (a), sekä kloridi- (b), natrium- (c) ja rikkipitoisuus (d) kasvukauden eri vaiheissa vuonna 1989. Figur 2. Ledningsförmåga (a) samt klorid- (b), natrium- (c) och svavelhalter (d) i torvens pressvätska under odlingssäsongens olika skeden 1989.



Kuva 3. Turpeen puristenesteen typpi- (a), kalium- (b), kalsium- (c) ja magnesiumpitoisuus (d) kasvukauden eri vaiheissa vuonna 1989. Figur 3. Kväve- (a), kalium- (b), kalcium- (c) och magnesiumhalter (d) i torvens pressvätska under odlingsssäsongens olika skeden 1989.



Kuva 4. Turpeen puristeneesten johtokyky (a), sekä kloridi- (b), natrium- (c) ja rikki- (d) ja rikkipitoisuus (d) kasvukauden eri vaiheissa vuonna 1990. Figur 4. Ledningsförmåga (a) samt klorid- (b), natrium- (c) och svavelhalter (d) i tonvrens pressvätska under odlingsårssängens olika skeden 1990.

pitoisuuksien suhteet. Korkeat puristenesteen johtokykyarvot saatiin ensi sijassa pääravinnelan-  
noituksella eikä natriumkloridilla. Lannoiteliuosten typpi- ja kaliumpitoisuudet olivat kaikissa kä-  
sittelyissä lähes samat (Liite 3). Käsittelyiden välisiä eroja ei ollut koko kasvukauden aikana yh-  
teensä annetuissa typpi- tai kaliummäärissäkään (Taulukko 3). Puristenesteen kalsium- (Kuva 5c)  
ja magnesiumpitoisuudet (Kuva 5d) olivat käsittelyssä 5 mS/cm, NPK jonkin verran pienemmät  
kuin natriumkloridia saaneissa kasvualustoissa.

Kasvualustan puristenesteen kaikki ominaisuudet vaihtelivat kasvukauden kuluessa siten, että pi-  
toisuuksien nousut ja laskut olivat kaikkien ravinteiden kohdalla samanaikaisia. Tähän lienee  
syyinä kasvualustan kosteuden erot näytteiden oton hetkellä. Näytteet otettiin viljelykosteasta tur-  
peesta eikä niiden kosteutta tasattu tiettyä (esimerkiksi 45 %:n) vesitilaa vastaavaksi.

Kasvukausien lopussa otettujen turvenäytteiden analyysituloksista ilmenee, että kasvualustoissa  
oli lähes kaikkia ravinteita runsaasti uuttuvassa muodossa ja johtokyky oli korkea (Taulukko 5).  
Turpeen uuttuvat rikki- ja mangaanipitoisuudet olivat alhaiset, mikä ilmeni jo kasvukauden aika-  
na mitatuista puristenesteen arvoista.

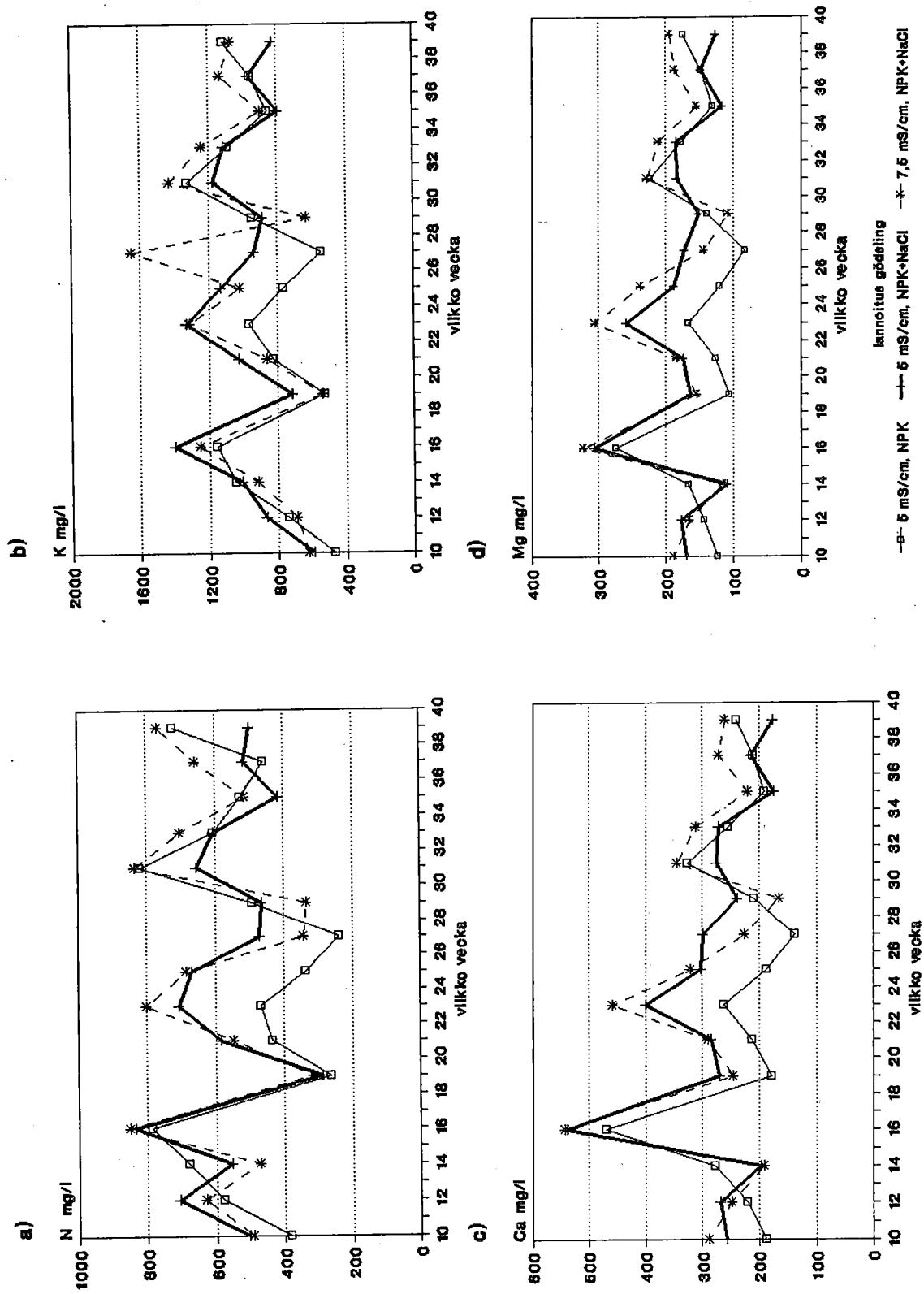
**Taulukko 5. Turpeen ominaisuudet kasvukausien 1989 ja 1990 lopussa.**

*Tabell 5. Torvens egenskaper vid odlingssäsongens slut 1989 och 1990.*

Analyysitulokset – Analysresultat						
	1989			1990		
	2,5 mS/cm NPK	5 mS/cm NPK	5 mS/cm NPK+NaCl	5 mS/cm NPK	5 mS/cm NPK+NaCl	7,5 mS/cm NPK+NaCl
pH	6,8	6,0	6,6	6,0	6,4	6,1
Johtoluku <i>Ledn.fal</i> 10×mS/cm	9,9	16,7	20,6	18,2	17,5	22,5
NO <sub>3</sub> -N mg/l	107	571	342	506	479	523
NH <sub>4</sub> -N mg/l	6	5	5	7	7	6
P mg/l	452	412	458	324	244	261
K mg/l	1720	2000	2120	1410	1275	1240
Ca mg/l	2270	1860	2110	2040	2130	1880
Mg mg/l	935	835	834	808	806	737
S mg/l	11,2	7,8	8,5	17,6	17,2	18,0
B mg/l	4,1	4,2	4,6	5,3	4,6	4,5
Cu mg/l	4,1	3,1	3,4	7,7	8,7	7,3
Zn mg/l	1,8	1,2	1,7	1,9	2,7	2,0
Mn mg/l	12,2	6,7	11,4	2,2	2,0	2,0
Fe mg/l	314	235	296	237	251	226

### 3.2.2 Sato

Vuonna 1989, jolloin verrattiin turpeen puristenesteen johtokykyarvoja 2,5 mS/cm ja 5 mS/cm  
eri käsittelyiden kokonaissadot eivät eronneet merkittävästi toisistaan (Taulukko 6). Sato oli suu-  
rin viljeltäessä alhaisella johtokykyarvolla. Ylemmällä johtokykytasolla pääravinne- ja pääravinne-  
ne + natriumkloridi -käsittelyistä tuli liki samansuuruinen sato. Hedelmien määrä oli satokauden



Kuva 5. Turpeen puristenesteen tyyppi- (a), kalium- (b), kalsium- (c) ja magnesiumipitoisuus (d) kasvukauden eri vaiheissa vuonna 1990. Figur 5. Kväve- (a), kalium- (b), kalcium- (c) och magnesiumhalter (d) i torvens pressvätska under odlingsårsongens olika skeden 1990.

**Taulukko 6. Kokonaissato, hedelmien määrä, hedelmien paino sekä 1. luokan hedelmien osuus sadon painosta vuosina 1989 ja 1990.**

Tabell 6. Totalskörd, antal frukter, fruktvikt samt andel 1. klass frukter av totala skördevikten under åren 1989 och 1990.

Vuosi/koejäsen År/förs.lid	Kok.sato kg/m <sup>2</sup> Tot.skörd kg/m <sup>2</sup>	Hedelmien määrä kpl/m <sup>2</sup> Antal frukter st/m <sup>2</sup>	Keskim. hedelmien paino g/kpl Medel frukt- vikt g/st.	1. Luokan osuus % Andel 1. klass %
1989				
2,5 mS/cm, NPK	25,3	380	67	95
5 mS/cm, NPK	23,0	377	61	95
5 mS/cm, NPK+NaCl	22,6	377	60	95
1990				
5 mS/cm, NPK	28,9 <sup>a*</sup>	412	70	96
5 mS/cm, NPK+NaCl	23,9 <sup>b</sup>	375	64	96
7,5 mS/, NPK+NaCl	23,9 <sup>b</sup>	386	62	96

\* Tukey'n testi p=0,05 – Tukey's test

alussa suurin ylemmällä johtokykytasolla, kun käytettiin sekä pääravinteita että natriumkloridia (Kuva 6b). Satokauden puolivälissä hedelmiä tuli eniten viljeltäessä alhaisella johtokykyarvolla. Tällöin myös satoero johtokykyarvojen välillä oli suurin (Kuva 6a). Satokauden puolenvälin jälkeen hedelmien määrä ei suuresti eronnut eri käsittelyiden välillä. Tomaatit olivat koko satokauden ajan painavimpia alhaisella johtokykytasolla (Kuva 6c). Johtokykyarvo tai sen nostamistapa ei vaikuttanut hedelmien ulkoiseen laatuun (Taulukko 6).

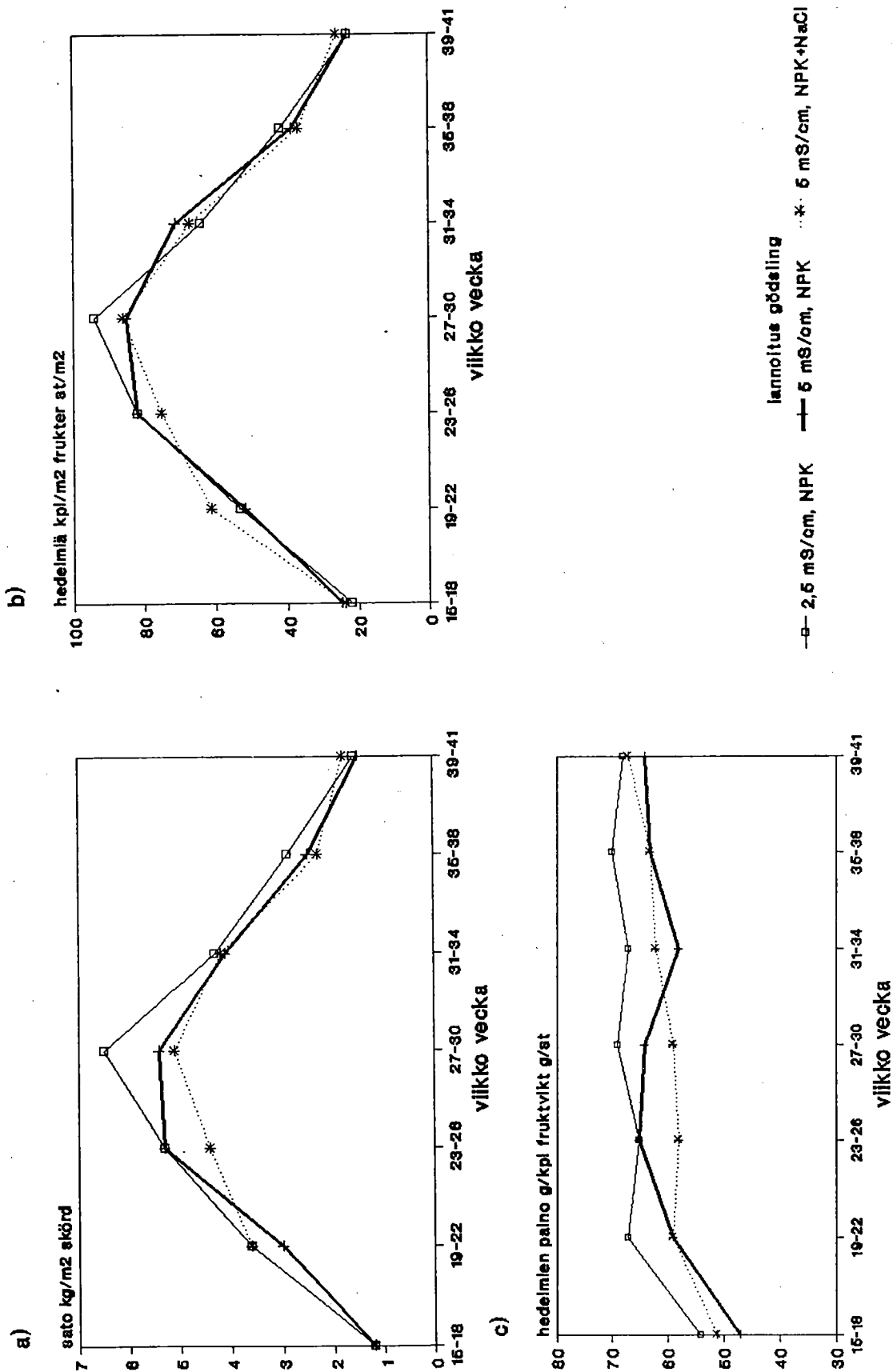
Vuonna 1990 kokonaissato oli merkitsevästi muita parempi, kun pyrittiin johtokykyarvoon 5 mS/cm ja kun johtokykyä nostettiin pelkästään pääravinteiden avulla (Taulukko 6). Sen sijaan, kun johtokykyä nostettiin sekä pääravinteiden että natriumkloridin avulla, sadot eivät eronneet eri johtokykyarvojen välillä. Käsittelyn 5 mS/cm, NPK paremmuus alkoi näkyä jo satokauden alku-puolella (Kuva 7a). Satoerot johtuivat sekä hedelmien määrästä että koosta.

Pelkkää pääravinnelannosta saaneessa ryhmässä tomaatit olivat koko satokauden ajan painavam-pia kuin muissa käsittelyissä (Kuva 7c). Lisäksi satokauden puolesta välistä lähtien tuosta käsitte-lystä tuli muita käsittelyitä enemmän hedelmiä (Kuva 7b). Samaten kuin vuonna 1989 johtoky-lyllä ja sen nostamistavalla ei ollut vaikutusta hedelmien ulkoiseen laatuun (Taulukko 6).

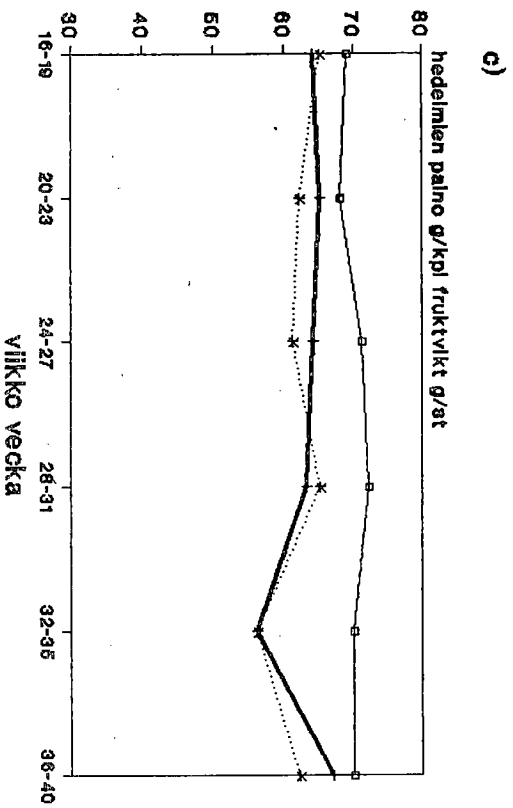
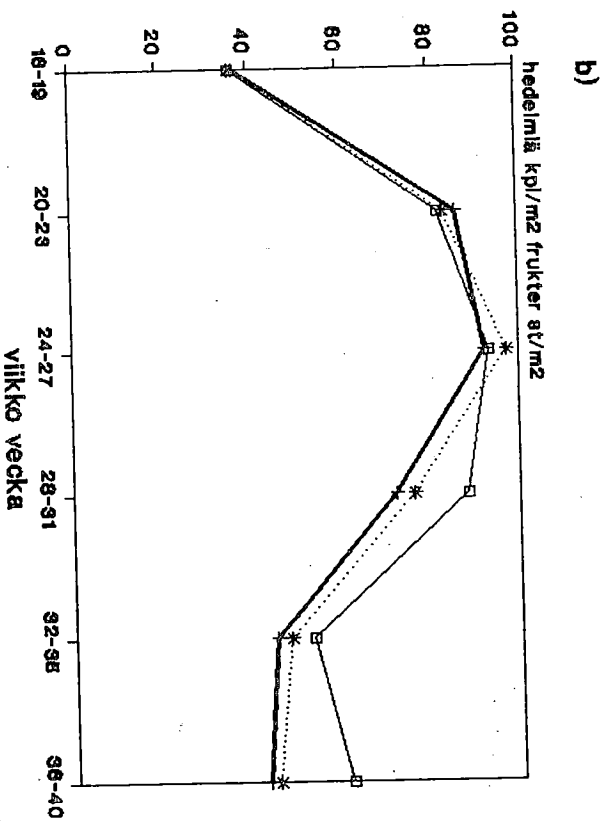
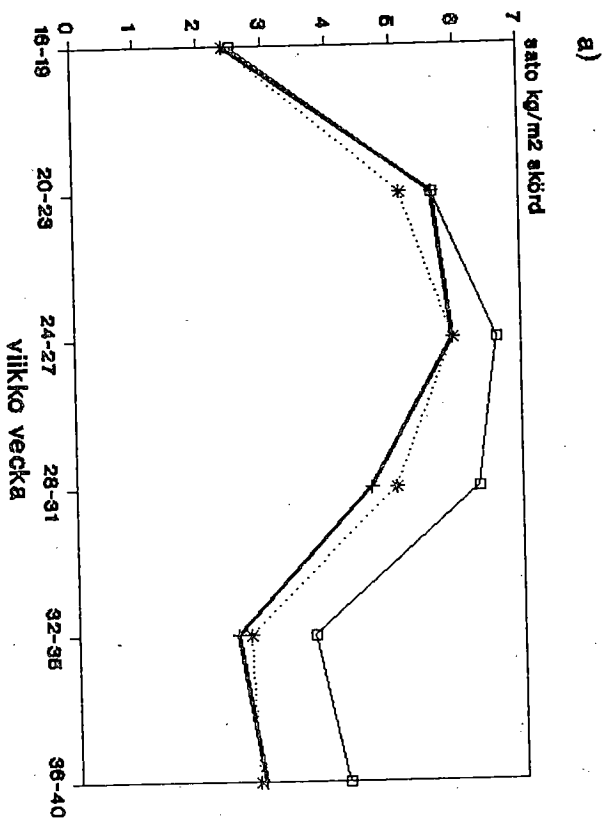
### 3.2.3 Lehtien ravinnepitoisuudet

Vuonna 1989 analysoidut lehtien ravinnepitoisuudet on esitetty taulukoissa 7 ja 8. Tuloksissa ei voida havaita selkeitä linjaroja eri lannoituskäsittelyiden välillä. Toukokuussa lehdissä oli runsaasti sekä pää- että hivenravinteita. Useiden ravinteiden pitoisuudet olivat lähellä Viljavuuspalvelun suositusarvojen ylärajaa tai jopa sen yli (Viljavuuspalvelu 1992).

Syksyllä, kokeen lopussa otetuissa näytteissä oli selvästi vähemmän kaliumia, kalsiumia, rikkiä, rautaa, mangaania ja sinkkiä kuin keväällä. Muiden ravinteiden pitoisuudet olivat muuttuneet vain vähän.



Kuva 6. Kokonaissato (a), hedelmien määrä (b) ja hedelmien keskimääräinen paino (c) satokauden eri vaiheissa vuonna 1989. Figur 6. Totalskörd (a), antal frukter (b) och frukternas medelvikt (c) under skördeperiodens olika skeden 1989.



lannoitus göddling

—□— 5 m³/cm, NPK    ——— 5 m³/cm, NPK+NaCl    ····\*··· 7.5 m³/cm, NPK+NaCl

Kuva 7. Kokonaissato (a), hedelmien määrä (b) ja hedelmien keskimääräinen paino (c) satokauden eri vaiheissa vuonna 1990. Figur 7. Totalskörd (a), antal frukter (b) och frukternas medelvikt (c) under skördeperiodens olika skeden 1990.



**Taulukko 7. Tomaatin lehtien pääravinnepitoisuudet kuiva-aineessa vuonna 1989.**

*Tabell 7. Innehåll av huvudnäringsämnen i tomatbladens torrsbstans 1989.*

Ravinnepitoisuus – Näringsinnehåll						
Päivä/koejäsen Dag/förs.led	N g/kg <sup>*)</sup>	P g/kg	K g/kg	Ca g/kg	Mg g/kg	S g/kg
15.5.						
2,5 mS/cm, NPK	35	8,4	73	31	6,9	10,2
5 mS/cm, NPK	41	9,1	78	29	5,1	11,5
5 mS/cm, NPK+NaCl	33	7,3	66	33	7,2	12,2
13.10.						
2,5 mS/cm, NPK	35	7,4	55	23	7,2	5,9
5 mS/cm, NPK	37	7,2	55	26	7,8	6,4
5 mS/cm, NPK+NaCl	37	7,4	57	21	6,6	6,1

*\*) Ilmakuivassa näytteessä – I lufttorkade prov*

**Taulukko 8. Tomaatin lehtien hivenainepitoisuudet kuiva-aineessa vuonna 1989.**

*Tabell 8. Innehåll av spårämnen i tomatbladens torrsbstans 1989.*

Ravinnepitoisuus – Näringsinnehåll							
Päivä/koejäsen Dag/förs.led	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	Zn mg/kg	B mg/kg	Cl g/kg <sup>*)</sup>	NA g/kg
15.5.							
2,5 mS/cm, NPK	216	399	9,2	81	88	9,6	1,1
5 mS/cm, NPK	248	533	8,7	113	91	11,6	1,2
5 mS/cm, NPK+NaCl	266	473	10,1	106	93	34,4	6,0
13.10.							
2,5 mS/cm, NPK	182	179	7,2	28	103	7,6	2,9
5 mS/cm, NPK	184	285	8,4	38	105	7,9	1,9
5 mS/cm, NPK+NaCl	179	175	7,6	35	103	12,9	4,1

*\*) Ilmakuivassa näytteessä – I lufttorkade prov*

Natriumkloridin lisääminen kasvualustaan näkyy myös lehtianalyysituloksissa (Taulukko 8). Natriumkloridiryhmän lehdissä oli sekä natriumia että klooria selvästi muita ryhmiä enemmän. Kevällä kloridipitoisuus oli yli kolminkertainen suositeltuun maksimiarvoon verrattuna. Lehdissä ei kuitenkaan havaittu natriumin tai kloorin aiheuttamia vioituksia.

### 3.2.4 Hedelmien ravinnepitoisuudet

Vuonna 1989 kivennäis- ja hivenainepitoisuudet on laskettu tuorepainoa kohti. Kivennäis- ja hivenainepitoisuudet olivat alhaisella johtokyvyllä viljeltyjen tomaattien hedelmissä hieman pienemmät kuin muiden koejäsenien hedelmissä (Taulukko 9). Natriumkloridilannoitus nosti selvästi hedelmien natrium- ja kloridipitoisuuksia. Natriumin määrä oli koejäsenen 5 mS/cm, NPK+NaCl hedelmissä kaikilla näytteenottokerroilla noin kaksinkertainen verrattuna muiden koejäsenten hedelmiin. Kloridipitoisuuksien erot eri koejäsenten välillä olivat selvimmät touko- ja heinäkuussa.

Vuonna 1990 kivennäis- ja hivenainepitoisuudet laskettiin kuiva-ainepitoisuutta kohti. Korkeimmalla johtokyvyllä (7,5 mS/cm, NPK+NaCl) kasvatettujen tomaattien hedelmien kalium-, kalsium- ja magnesiumpitoisuudet olivat pienempiä kuin muiden koejäsenten hedelmissä (Taulukko 10). Natriumpitoisuus oli NaCl:a saaneiden koejäsenten hedelmissä huomattavasti korkeampi kuin ilman NaCl:a kasvatettujen tomaattien hedelmissä.

### 3.2.5 Hedelmien happo- ja sokeripitoisuudet

Vuoden 1989 kokeen näytteiden sokeri- ja happopitoisuudet on esitetty kuvassa 8. Sokeripitoisuudet kohoavat hieman syksyä kohti. Eri koejäsenten hedelmien sokeripitoisuuksissa ei ole huomattavia eroja.

Vuoden 1990 kokeen näytteiden sokeri- ja happopitoisuudet on esitetty kuvassa 9. Sokeripitoisuudet ovat lähes samalla tasolla sekä kevät- että syksynäytteissä.

**Taulukko 9. Tomaatin hedelmien ravinnepitoisuudet tuorepainoa kohti vuonna 1989. Näytteet otettiin 15.5., 6.7., 16.8. ja 13.9.**  
*Tabell 9. Näringsinnehåll i tomatfrukternas färskvikt 1989. Proverna togs 15.5., 6.7., 16.8. och 13.9.*

Ravinne Näringsämne	Ravinnepitoisuuksien vaihteluväli Variationer i näringsinnehållet		
	2,5 mS/cm, NPK	5 mS/cm, NPK	5 mS/cm, NPK+NaCl
N %	0,12–0,14	0,12–0,16	0,11–0,16
P mg/kg	230–280	230–290	220–320
K g/kg	2,26–2,42	2,51–2,76	2,29–2,84
Ca mg/kg	29–42	30–46	41–51
Mg mg/kg	71–91	77–96	84–100
Fe mg/kg	2,08–2,39	2,05–2,67	2,23–2,59
Mn mg/kg	0,73–0,85	0,70–0,94	0,69–1,08
Cu mg/kg	0,21–0,48	0,27–0,52	0,22–0,49
Zn mg/kg	0,71–1,25	0,82–1,41	0,73–1,20
B mg/kg	0,59–0,79	0,72–0,81	0,67–0,86
Cl <sup>*)</sup> g/kg	0,29–0,31	0,24–0,48	0,31–0,60
Na mg/kg	16,0–41,5	16,5–31,0	26,5–66,0
Mo µg/kg	29–77	35–64	33–56

<sup>\*)</sup> Toukokuussa näyte otettiin 29.5. – 1 maj togs provet den 29.5.

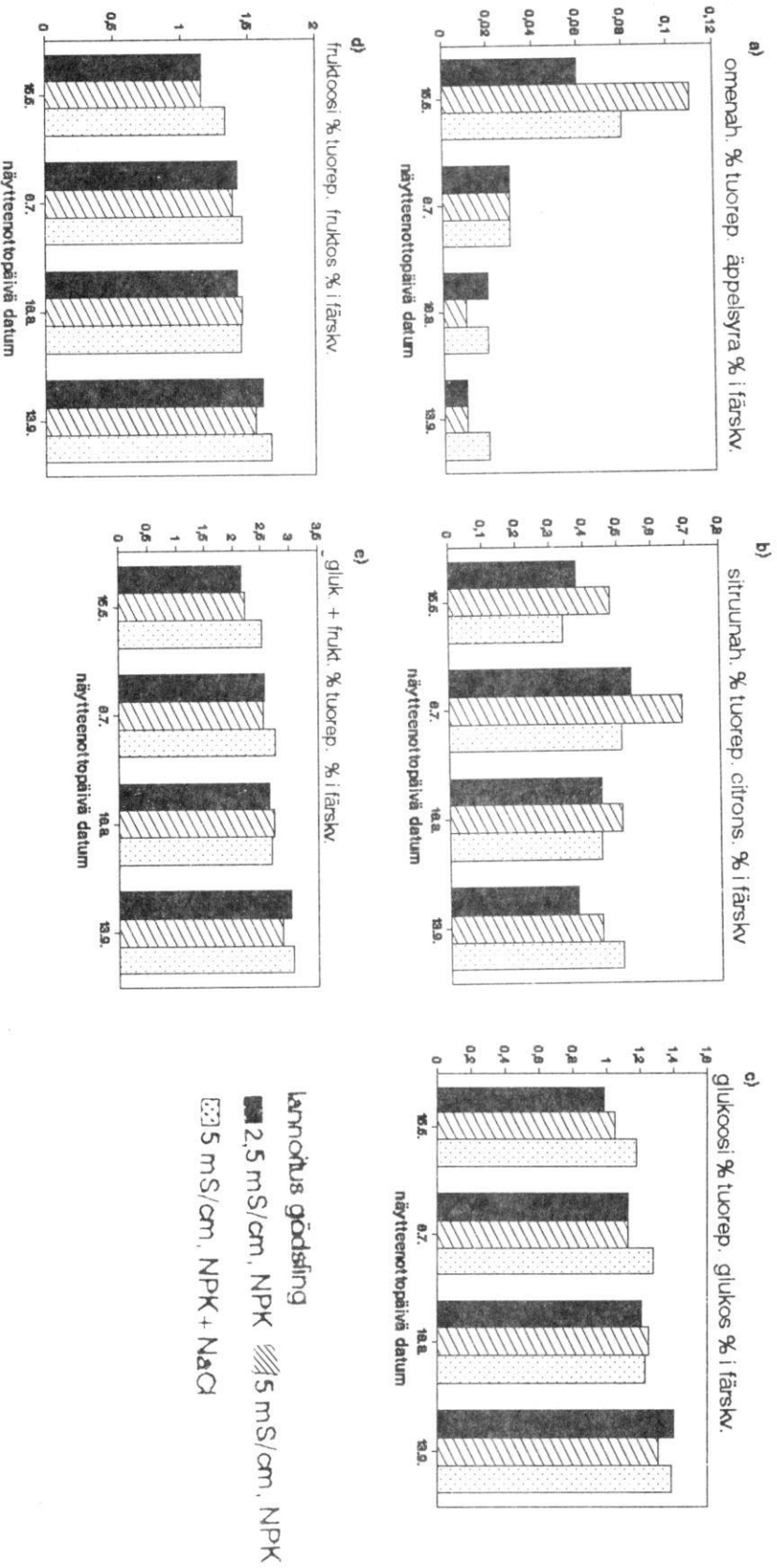
**Taulukko 10. Tomaatin hedelmien ravinnepitoisuudet kuiva-aineessa 1990.**  
**Tabell 10. Näringsinnehåll i tomatfrukternas torrsbstans 1990.**

Ravinne Näringsämne	Ravinnepitoisuus – Näringsinnehåll					
	5 mS/cm, 3.8.	NPK 5.9.	5 mS/cm, 3.8.	NPK+NaCl 5.9.	7,5 mS/cm, 3.8.	NPK+NaCl 5.9.
N %	1,7	1,9	1,7	1,6	1,7	1,7
P g/kg	3,7	3,5	3,8	3,8	3,8	3,6
K g/kg	35	36	37	33	32	34
Ca g/kg	0,6	0,7	0,7	0,6	0,7	0,5
Mg g/kg	1,3	1,5	1,3	1,3	1,3	1,2
S g/kg	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2
Fe mg/kg	34	37	35	38	31	40
Mn mg/kg	9,7	8,0	8,6	9,6	9,3	7,5
Cu mg/kg	3,9	3,2	4,4	4,7	4,5	4,4
Zn mg/kg	13,0	10,6	12,3	15,0	12,5	14,4
B mg/kg	12,2	13,0	14,4	13,1	12,7	10,4
Na mg/kg	597	908	1260	1014	1273	1615
Mo µ/kg	922	737	1292	985	1117	1132

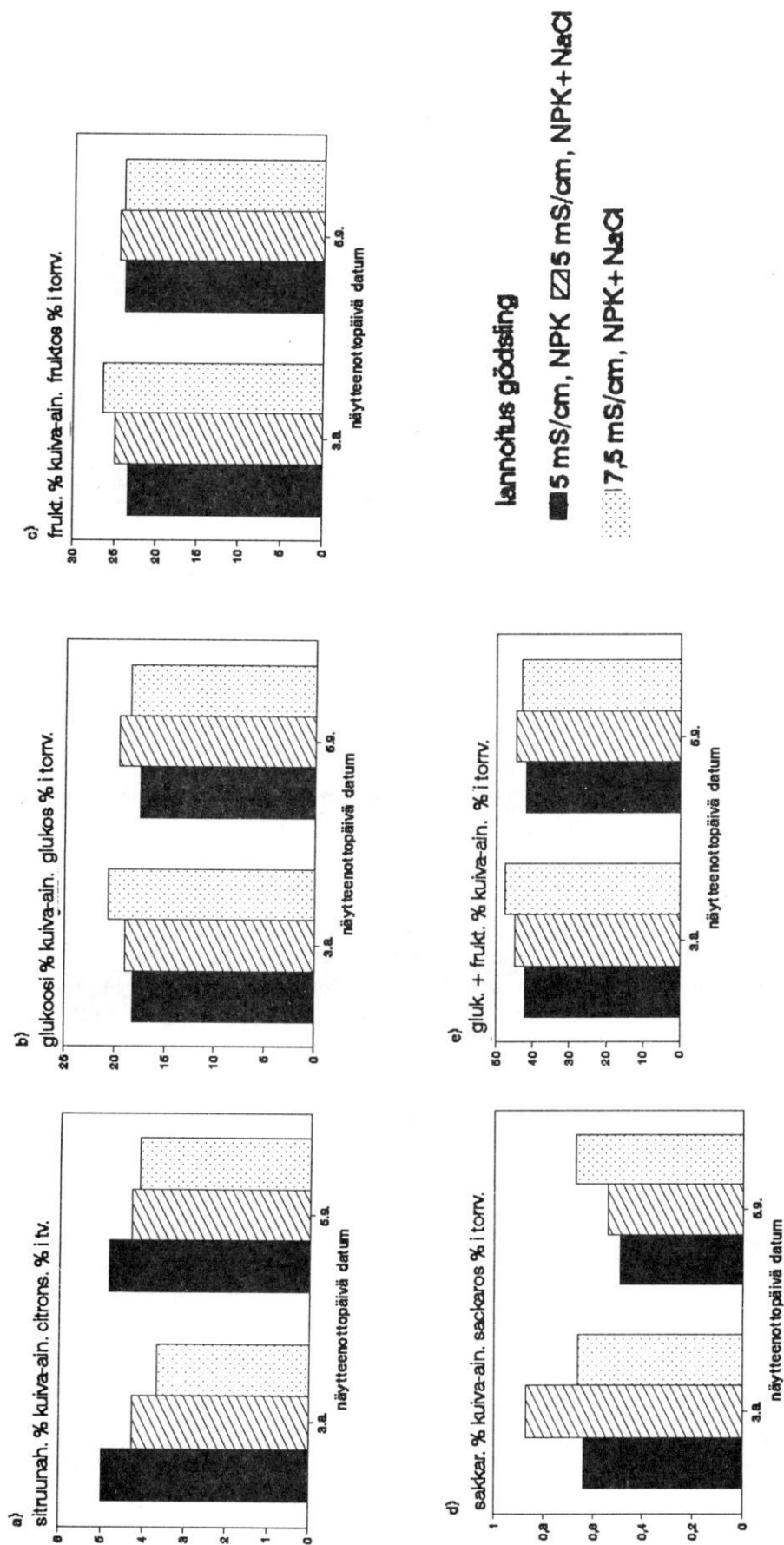
**Taulukko 11. Eri tavoin lannoitettujen tomaattien hedelmien maku-erot vuonna 1989 ja 1990.**  
**Tabell 11. Smakskillnader mellan tomatfrukter från de olika försöksleden 1989 och 1990.**

Testipäivä Testdatum	Testin tulos – Testresultat 1989		
	2,5 mS/cm, NPK	5 mS/cm, NPK	5 mS/cm, NPK+NaCl
10.5.		*	
5.7.		**	
7.9.		***	
	Testin tulos – Testresultat 1990		
	5 mS/cm, NPK	5 mS/cm, NPK+NaCl	7,5 mS/cm NPK+NaCl
17.5.	***		
6.6.			***
12.9.	*	*	

\* Eroaa muista – Annorlunda än de övriga ( $P=0,05$ ) \*\* Eroaa muista – Annorlunda än de övriga ( $P=0,01$ ) \*\*\* Eroaa muista – Annorlunda än de övriga ( $P=0,001$ )



Kuva 8. Hedelmien omena- (a) ja sitruunahappopitoisuus (b), glukooosi- (c) ja fruktoosipitoisuus (d) sekä glukooisin ja fruktoosin yhteispitoisuus (e) tuorepainaa kohti vuonna 1989. Figur 8. Innehåll av äppel- (a) och citronsyra (b), glukos (c) och fruktos (d) samt glukos- och fruktosinnehåll sammanlagt (e) i fruktemas färskvikt 1989.



Kuva 9. Hedelmien sitruunahappopitoisuus (a), glukoosi- (b), fruktoosi- (c) ja sakkaroosipitoisuus (d) sekä glukoosin, fruktoosin ja sakkaroosin yhteispitoisuus (e) kuiva-aineessa vuonna 1990.  
 Figur 9. Innehåll av citronsyra (a), glukos (b), fruktos (c) och saccaros (d) samt glukos-, fruktos- och saccarosinnehåll sammanlagt (e) i frukternas torrsbstans 1990.

### 3.2.6 Makutestit

Molempina vuosina todettiin lannoituksen aiheuttavan makueroja (Taulukko 11). Vuonna 1989 koejäsen 5 mS/cm, NPK poikkesi muista jokaisella testikerralla. Eron merkitsevyys lisääntyi kasvukauden aikana. Vuonna 1990 eri koejäsenet poikkesivat eri kerroilla, ja eron merkitsevyys oli pieni kasvukauden lopulla. Merkitseviä miellyttävyyseroja ei todettu kumpanakaan vuonna.

### 3.3 Tulosten tarkastelu

Kasvualustan erilaisten johtokykyjen ja johtokyvyn nostamistapojen ei silmämääräisesti havaittu vaikuttavan tomaattien kasvuun ja kuntoon. Kasvit näyttivät kaikissa ryhmissä terveiltä ja hyvinvoivilta. Kasvualustan johtokyvyn nostamisen on yleensä todettu pienentävän tomaattisatoa, koska heikentyneen veden ja ravinteiden oton vuoksi hedelmien koko pienenee ja joskus myös hedelmien määrä vähenee (MARTINEZ ym. 1987, MIZRAHI ym. 1988, SONNEVELD ja WELLES 1988, ADAMS ja HO 1989). Tässäkin tutkimuksessa molempina vuosina paras sato tuli ryhmästä, jossa johtokyky oli alhaisin. Vuonna 1989, jolloin satoerot eivät olleet merkitseviä, ero johtui lähinnä hedelmien erilaisesta koosta. Sen sijaan vuonna 1990, jolloin alhaisella johtokykytasolla (NPK-lannos) viljeltäessä tuli merkitsevästi parempi sato, sekä hedelmien koko että niiden määrä erosivat selvästi eri ryhmissä. Koesuunnitelman mukaan vuonna 1990 piti johtokykyyn 5 mS/cm pyrkiä sekä pelkällä NPK-lannoksella että NPK-lannoksella ja natriumkloridilla. Käytännössä kuitenkin natriumkloridia saaneessa ryhmässä kasvualustan johtokyky oli lähes koko kasvukauden ajan korkeampi kuin vain pääravinteita saaneessa ryhmässä.

Lehdissä olevien ravinteiden pitoisuudet voivat vaihdella suuresti ilman, että kasveissa olisi havaittavissa puutos- tai myrkytysoireita. Tämä ilmenee esimerkiksi Viljavuuspalvelun (Viljavuuspalvelu 1992) sekä ROORDA van EYSINGAN ja SMILDEN (1981) taulukoista, joissa on esitetty terveistä tomaatin lehdistä pitkällä aikavälillä tavattujen ravinnepitoisuuksien vaihteluvälejä. Lisäksi on huomattava, että monien ravinteiden vaihteluväli on kovin erilainen noissa kahdessa edellä mainitussa taulukossa. Tässä tutkimuksessa kasveissa ei havaittu ravinnehäiriöitä. Lähes kaikkien ravinteiden pitoisuudet olivat kaikissa koejäsenissä sekä keväällä että syksyllä kirjallisuudessa esitettyjen terveistä tomaateista tavattujen pitoisuuksien luokkaa. Kaikissa lannoitusryhmissä mangaanin pitoisuus oli toukokuussa sekä Viljavuuspalvelun (Viljavuuspalvelu 1992) että ROORDA van EYSINGAN ja SMILDEN (1981) esittämiä raja-arvoja suurempi. Syksyllä otetuissa näytteissä mangaanipitoisuus oli kuitenkin huomattavasti pienentynyt keväisestä. Lehdet sisälsivät runsaasti kloridia jopa ilman natriumkloridin lisäystä (keväällä 10–12 g/kg, syksyllä 8 g/kg). Kun kasvualustan johtokyvyn nostamiseen vuonna 1989 käytettiin pääravinteiden lisäksi myös natriumkloridia, oli kasvualustan puristenesteen kloridipitoisuus 303–2000 mg/l. Lähes koko kasvukauden ajan kloridipitoisuus oli yli 500 mg/l. Lehtien kloridipitoisuus puolestaan oli toukokuussa yli 30 g/kg ja kokeen lopussa noin 13 g/kg kuiva-ainetta. Vastaavasti kasvualustan puristenesteen natriumpitoisuus oli 307–862 mg/l; lehtien natriumpitoisuus oli keväällä 6 g/kg ja syksyllä noin 4 g/kg. SONNEVELDin ja van der BURGIN (1991) tutkimuksessa kasvualustanesteen kloridipitoisuuden ollessa 886 mg/l ja natriumpitoisuuden 575 mg/l lehtien kloridipitoisuus oli noin 6 g/kg ja natriumpitoisuus noin 4 g/kg kuiva-ainetta.

Kaikkien koejäsenten hedelmien kivennäis- ja hivenainepitoisuudet olivat vuonna 1989 samaa suuruusluokkaa kuin ilmoitetaan ruoka-ainetaulukoissa (PAUL ym. 1979, SLV 1988, SOUCI ym. 1981) ja todettiin MTTK:n marja- ja vihannesprojektissa (TAHVONEN 1993). Vaikka natriumkloridilannoitus nosti selvästi hedelmien natrium- ja kloridipitoisuutta, arvot eivät kuitenkaan olleet edellä mainituissa taulukoissa esitettyjä raja-arvoja suurempia. Vuonna 1990 kaliumpitoisuus oli kaikissa koejäsenissä melko alhainen verrattuna ruoka-ainetaulukoissa ilmoitettuihin arvoihin.

Hedelmien kypsyysaste korjuuvaiheessa vaikuttaa hieman kivennäis- ja hivenainepitoisuuteen, samoin mahdollisesti hedelmän paikka tertussa. Eri koejäsenten hedelmänäytteiden pitäisi olla mahdollisimman samankaltaisia, jotta muut kuin koetekijät eivät vaikuttaisi koostumukseen tai makuun.

Sokeripitoisuudet olivat samaa suuruusluokkaa kuin on aikaisemmin määritetty suomalaisista tukkuliikkeistä kerätyistä tomaattinäytteistä (HAILA ym. 1992). Muiden maiden ruoka-ainetaulukoidessa ilmoitetaan hiukan korkeampia sokeripitoisuuksia (SLV 1988, SOUCI ym. 1986). Käsillä olevassa tutkimuksessa todettiin sokeripitoisuuksien olevan syksyllä suurempia kuin keväällä tai kesällä. PICHA ja HALL (1982) ovat aiemmin havainneet tomaatissa keväällä korkeammat sokeripitoisuudet kuin syksyllä. Auringonpaistetunnit olivat tässä kokeessa keväällä ja kesällä suuremmat kuin syksyllä. Kaikkien koejäsenten kasvualustan puristenesteen johtokyky oli syksyllä hiukan korkeampi kuin kesällä. Korkea puristenesteen johtokyky on eräissä aiemmissä tutkimuksissa lisännyt jonkin verran sokereiden määriä hedelmissä (PICHA ja HALL 1982, CORNISH ja NGUYEN 1989, GOUGH ja HOBSON 1990).

Orgaanisten happojen pitoisuudet olivat kumpanakin vuonna samaa suuruusluokkaa kuin on aikaisemmin määritetty suomalaisista tukkuliikkeistä kerätyistä tomaattinäytteistä (HAILA ym. 1992) tai raportoitu saksalaisissa tutkimuksissa (TARRACH ja HERRMANN 1986). Ainoastaan sitruunahappopitoisuus oli 6.7.1989 koejäsenestä 5 mS/cm, NPK kerätyissä näytteissä suurempi kuin HAILAN ym:n (1992) määrittämät pitoisuudet. Vuonna 1989 omenahapon määrä oli keväällä kaikissa koejäsenissä huomattavasti korkeampi kuin syksyllä ja korkeimmat sitruunahappopitoisuudet mitattiin kesällä. Kirjallisuustietojen mukaan happopitoisuudet ovat syksyllä korkeammat kuin keväällä ja korkea johtokyky lisää selvästi happojen määrää (PICHA ja HALL 1982, GOUGH ja HOBSON 1990). Näissä julkaisuissa ilmoitetaan kuitenkin titrattavat hapot, kun taas käsillä olevassa tutkimuksessa on määritetty kaasukromatografilla orgaaniset hapot, joten tuloksia ei voida täysin vertailla keskenään.

Makutesteissä ei saatu selviä miellyttävyyseroja. Kuluttajat arvostavat erilaisia tomaatteja; osa pitää miedon makuisista, osa taas voimakkaan makuisista tomaateista. Mahdollisesti miellyttävyyserot eivät vielä olleet riittävän voimakkaita näillä lannoitustasoilla, vaikka makueroja voitiinkin havaita.

Vuonna 1989 makueron merkitsevyys suureni kasvukauden aikana. Erilaiseksi tunnistettiin koejäsen, jossa kasvualustan korkea johtokyky oli saatu NPK-lannoksella. Kasvualustan puristenesteen johtokyvyssä olivat suurimmat erot kaksi viikkoa ennen viimeistä makutestiä, jossa makueron merkitsevyys oli suurin. Erilaiselta maistuvan koejäsenen (5 mS/cm, NPK) kasvualustan typpi- ja kaliumpitoisuudet olivat makutestien aikaan selvästi korkeammat kuin muissa ryhmissä, kun taas K/N-suhde oli hiukan matalampi kuin muissa ryhmissä. Aiemmissä tutkimuksissa on lisäantävän typpi- ja kaliumlannoituksen todettu huonontavan arvopisteitä makutestissä (WRIGHT ja HARRIS 1985). Kaliumlannoituksen on osoitettu lisäävän titrattavien happojen määriä (PICHA ja HALL 1982, CORNISH ja NGUYEN 1989). Käsillä olevassa tutkimuksessa määritettiin happojen määrät kaasukromatografisesti, eikä happojen kokonaismäärissä ollut systemaattisia eroja. Kaikissa ennen viimeistä makutestiä (7.9. 1989) tutkituissa tomaattinäytteissä sitruunahappopitoisuus oli tunnistetussa näytteessä (5 mS/cm, NPK) korkeampi kuin muissa näytteissä. Viimeisessä hedelmien happo- ja sokerianalysissä (13.9. 1989) sitruunahappopitoisuus oli korkein natriumkloridia saaneessa koejäsenessä. Kun ravinneliuokseen lisättiin natriumkloridia, hedelmien natriumpitoisuus oli noin kaksinkertainen muihin ryhmiin verrattuna, mutta se ei aiheuttanut eroja makutestiin.

Vuonna 1990 ensimmäisessä testissä (17.5.) tunnistettiin koejäsen, jonka kasvualustan johtokyky oli matalin ja jota lannoitettiin vain NPK:lla. Muiden koejäsenten kasvualustan johtokyky oli

viikkoa ennen makutestiä keskenään samalla tasolla. Toisessa makutestissä (6.6.) tunnistettiin koejäsen, jonka kasvualustan johtokyky oli korkein. Viimeisessä makutestissä tunnistettiin koejäsenet 5 mS/cm, NPK ja 5 mS/cm, NPK+NaCl, joiden johtokyky oli samaa luokkaa makutestiä edeltävillä viikoilla. Eron merkitsevyys testissä oli pieni. Kasvualustan kalium- ja typpipitoisuuksissa ei ollut suuria eroja makutestejä edeltävinä viikkoina.

### 3.4 Päätelmät

Turpeen puristenesteen johtokyvyn pitäminen juuri halutulla tasolla osoittautui vaikeaksi. Samaten turpeen puristenesteestä mitatut ravinnepitoisuudet vaihtelevat suuresti eri näytteenottokerroilla. Korkean kasvualustan johtokyvyn todettiin pienentävän hedelmien kokoa ja vähentävän hedelmien määrää, mutta sato pieneni merkitsevästi vasta, kun johtokyky oli jatkuvasti yli 5 mS/cm. Huomattavasti nykyisiä ohjearvoja suuremmat turpeen puristenesteen natrium- ja kloridipitoisuudet eivät vioittaneet kasveja. Niinpä Suomessa tavattavat raakavesien natrium- ja kloridipitoisuudet eivät liene haitallisen korkeita viljeltäessä tomaattia turvealustalla. Kasvualustan johtokykyä muuttamalla voidaan vaikuttaa tomaattien makuun, mutta miellyttävyyseroja ei välttämättä havaita.

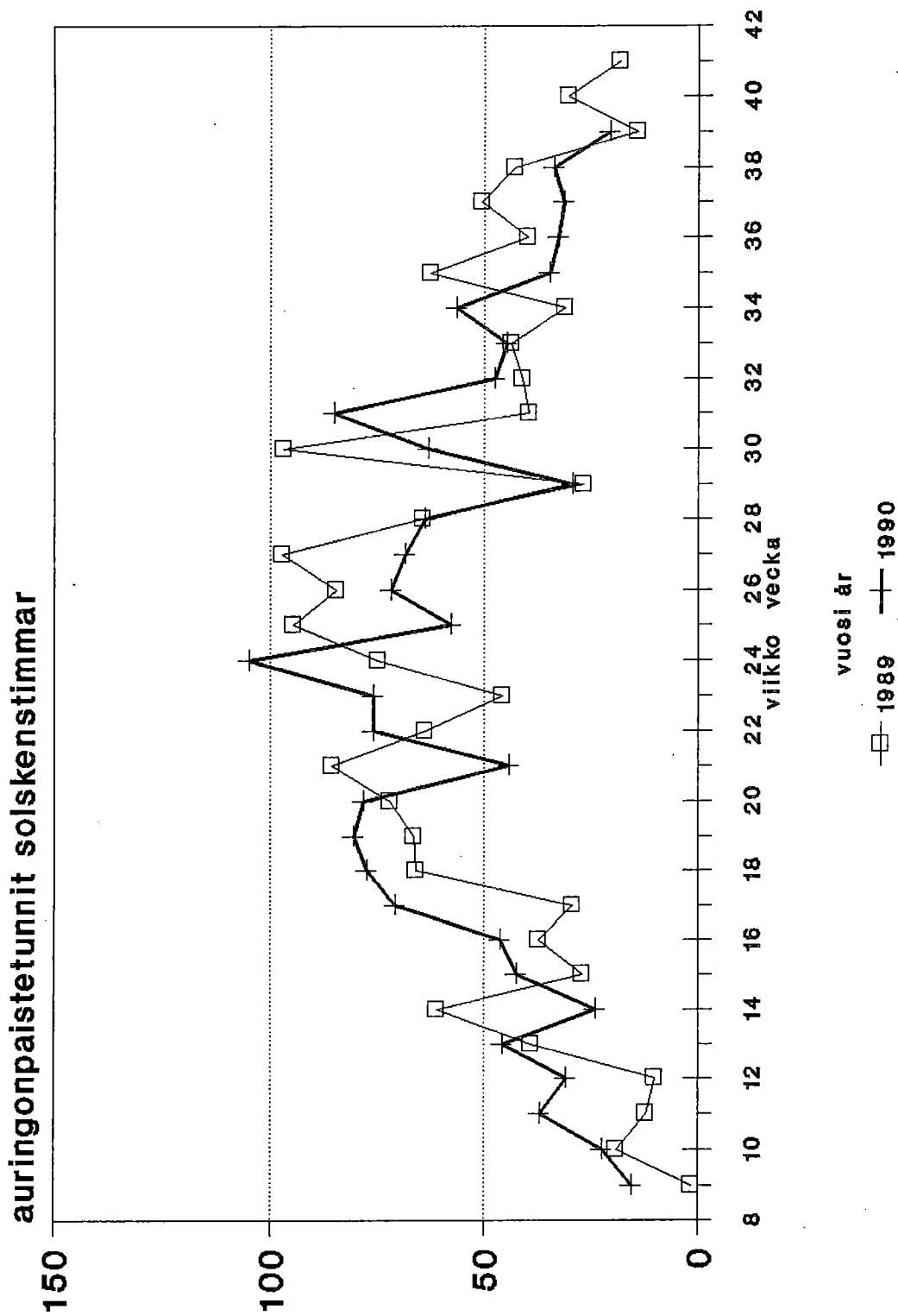
## KIRJALLISUUS

- ADAMS, P. 1987. The test of raised salinity. *The Grower* 2 suppl: 23–27.
- 1990. Effects of watering on the yield, quality and composition of tomatoes grown in bags of peat. *J. Hort. Sci.* 6: 667–674.
- 1991. Effects of increasing the salinity of the nutrient solution with major nutrients or sodium chloride on the yield, quality and composition of tomatoes grown in rockwool. *J. Hort. Sci.* 2: 201–207.
- , EL-GIZAWY, A. M. 1986. Effect of salinity and watering level on the calcium content of tomato fruit. *Acta Hort.* 190: 253–259.
- , HO, L. C. 1989. Effects of constant and fluctuating salinity on the yield, quality and calcium status of tomatoes. *J. Hort. Sci.* 6: 725–732.
- AWAD, A. S., EDWARDS, D. G. & LAMPBELL, L. C. 1990. Phosphorus enhancement of salt tolerance of tomato. *Crop Sci.* 30: 123–128.
- BALDWIN, E. A., NISPEROS-CARRIEDO, M. O. & MOSHONAS, M. G. 1991. Quantitative analysis of flavor and other volatiles and for certain constituents of two tomato cultivars during ripening. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116: 265–269.
- BARTOSIK, M-L., JOKINEN, R. & TAHVONEN R. 1990. Gödslingens inverkan på skörd och kvalitet vid odling av tomat i torv. NJF-rapport 64: 44–52.
- BASKER, D. 1980. Polygonal and polyhedral taste testing. *J. Food Qual.* 3: 1–10.
- BERGER, K. C. & TRUOG, E. 1944. Boron tests and determination for soils and plants. *Soil Sci.* 57: 25–36.
- BOULD, C., HEWITT, E. J. & NEEDHAM, P. 1983. *Diagnosis of mineral disorders in plants. Vol.1. Principles.* 174 p. London.
- BUTTERY, R. G., TAKEOKA, G., TERANISHI, R. & LING, L. C. 1990. Tomato aroma components: Identification of glycoside hydrolysis volatiles. *J. Agrig. Food Chem.* 38: 2050–2053.



- , TERANISHI, R., LING, L. C., FLATH, R. A. & STERN, D. J. 1988. Quantitative studies on the origins of fresh tomato aroma volatiles. *J. Agric. Food Chem.* 36: 1247–1250.
- CORNISH, P. S. & NGUYEN, V. Q. 1989. Use of high soil solution electrical conductivity to improve the quality of fresh market tomatoes from coastal New South Wales. *Aust. J. Exp. Agric.* 29: 893–900.
- DAVIES, J. N. & HOBSON, G. E. 1981. The composition of tomato fruit. The influence of environment, nutrition, and genotype. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 15: 205–280.
- EHRET, D. L. & HO, L. C. 1986. The effects of salinity on dry matter partitioning and fruit growth in tomatoes grown in nutrient film culture. *J. Hort. Sci.* 3: 361–367.
- GOUGH, C. & HOBSON, G. E. 1990. A comparison of the productivity, quality, shelf-life characteristics and consumer reaction to the crop from cherry tomato plants grown at different levels of salinity. *J. Hort. Sci.* 4: 431–439.
- HAILA, K., KUMPULAINEN, J., HÄKKINEN, U. & TAHVONEN, R. 1992. Sugars and organic acids in berries and fruits consumed in Finland during 1987–1989. *J. Food Compos. Anal.* 5: 108–111.
- HASHIM, M. M., EL-BELTAGY, A. S. & JONES, R. A. 1988. Salt tolerance in *Lycopersicon esculentum* II. Ion accumulation patterns. *Egypt. J. Hort.* 1: 97–106.
- HAYASE, F., CHUNG, T.-Y. & KATO, H. 1984. Changes of volatile components of tomato fruits during ripening. *Food Chem.* 14: 113–124.
- HEINE, V. H., HABBEN, J., OHMS, J. P. & DUDEN, R. 1987. Geschmack von Tomatensorten. *Gemüse* 23: 368–369.
- HENRIKSEN, A. & SELMER-OLSEN, A. 1970. Automatic method for determining nitrate and nitrite in water and soil extracts. *Analyst* 95: 514–518.
- HUANG, C. L. & SCHULTE, E. E. 1985. Digestion of plant tissue for analysis by ICP emission spectroscopy. *Commun. Soil Plant Anal.* 16: 943–958.
- JONES, R. A. & SCOTT, S. J. 1983. Improvement of tomato flavor by genetically increasing sugar and acid content. *Euphytica* 32: 845–855.
- KANISZEWSKI, S., ELKNER, K. & RUMPEL, J. 1987. Effect of nitrogen fertilization and irrigation on yield, nitrogen status in plants and quality of fruits of direct seeded tomatoes. *Acta Hort.* 200: 195–202.
- Kaupapuutarhaliitto 1985. Kasviksien laatuvaatimukset ja lajitteluohjeet. 53 p. Kaupapuutarhaliitto. Helsinki.
- KRAMER, A. & TWIGG, B. A. 1973. Quality control for the food industry. Vol. 2. Applications. 550 p. 3rd ed. Westport. Conn.
- KUMPULAINEN, J. & PAAKKI, M. 1987. Analytical quality control program used by the trace elements in foods and diets sub-network of the FAO European cooperative network on trace elements. *Fresenius Z. Anal. Chem.* 326: 684–689.
- KURKI, M., LAKANEN, E., MÄKITIE, O. & SILLANPÄÄ, M. 1965. Viljavuusanalyysien ilmoitus-tapa ja tulkinta. Interpretation of soil testing results. *Ann. Agr. Fenn.* 4: 145–153.
- LACROIX, R. L., KEENEY, D. R. & WALSH, L. M. 1970. Potentiometric titration of chloride in plant tissue extracts using the chloride ion electrode. *Soil Sci. Plant Anal.* 1: 1–6.
- LAKANEN, E. & ERVIÖ, R. 1971. Comparison of eight extractants for the determination of plant available micronutrients in soil. *Acta Agr. Fenn.* 128: 223–232.
- LI, B. W. & SCHULMANN, P. J. 1980. Sugar analysis of fruit juices: content and method. *J. Food Sci.* 48: 633–635, 653.
- MARLATT, C., HO, C.-T. & CHIEN, M. 1992. Studies of aroma constituents bound as glycosides in tomato. *J. Agric. Food Chem.* 40: 249–252.
- MARTINEZ, V., CERDA, A. & FERNANDEZ, F. G. 1987. Salt tolerance of four tomato hybrids. *Plant and Soil* 97: 233–242.
- McGLASSON, W. B. 1989. Objective measurement of quality of fresh market tomatoes. *Acta Horticulturae* 247: 373–376.
- MENGEL, K. & KIRKBY, E. A. 1982. Principles of plant nutrition. 655 p. 3rd ed. Bern.

- MIZRAHI, Y., TALEISNIK, E., KAGAN-ZUR, V., ZOHAR, Y., OFFENBACH, R., MATAN, E. & GOLAN, R. 1988. A saline irrigation regime for improving tomato fruit quality without reducing yield. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 2: 202–205.
- MTTK 1986. Methods of soil and plant analysis. 45 p. Agricultural Research Centre, Department of Soil Science. Jokioinen.
- MURMANN, T. 1988. Tomaatin viljely. 133p. Kauppapuutarhaliiton julkaisu 8. Helsinki.
- PAUL, A. A. & SOUTHGATE, D. A. T. 1979. McCance and Widdowson's The composition of foods. Fourth revised and extended edition of MRC Special Report No 297. 417 p. Elsevier.
- PESSARAKLI, M. & TUCKER, T. C. 1988. Dry matter yield and nitrogen-15 uptake by tomatoes under sodium chloride stress. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 52: 698–700.
- PETRÓ-TURZA, M. 1986-1987. Flavor of tomato and tomato products. *Food Reviews International* 2: 309–351.
- , SZARFÖLDI-SZALMA, I., FÜZESI-KARDOS, K. & BARATH, A. 1989. Study on taste substances of tomato. II. Analytical investigation into the free amino acid, peptide and protein contents. *Acta Alim.* 18: 107–117.
- PICHA, D. H. & HALL, C. B. 1982. Effect of potassium fertilization and season on fresh market tomato quality characters. 17: 634–635.
- REISENAUER, H. M., WALSH, L. M. & HOEFT, R. G. 1973. Testing soils for sulphur, boron, molybdenum and chlorine. In *Soil testing and plant analysis*. (Eds. L. M. Walsh and J. D. Beaton). p. 173–200. (Ref. Mengel, K. & Kirkby, E. A. 1982).
- RESURRECCION, A. V. A. & SHEWFELT, R. L. 1985. Relationships between sensory attributes and objective measurements of postharvest quality of tomatoes. *J. Food Sci.* 50: 1242–1245.
- RICHARDSON, C. & HOBSON, G. E. 1987. Compositional changes in normal and mutant tomato fruit during ripening and storage. *J. Sci. Food Agric.* 40: 245–252.
- ROORDA van EYSINGA, J. P. N. L. & SMILDE, K. W. 1981. Nutritional disorders in glasshouse tomatoes, cucumbers and lettuce. 130 p. Netherlands.
- SELMER-OLSEN, A. 1971. Determination of ammonium in soil extracts by automatic indophenol method. *Analyst* 96: 565–568.
- SLV 1988. Livsmedelstabeller. Energi och näringsämnen. 398 p. Statens Livsmedelsverk. Uppsala.
- SONNEVELD, C. 1988. The salt tolerance of greenhouse crops. *Netherl. J. Agr. Sci.* 36: 63–73.
- & Van Der BURG, A. M. M. 1991. Sodium chloride salinity in fruit vegetable crops in soilless culture. *Netherl. J. Agr. Sci.* 39: 115–122.
- & WELLES, G. W. H. 1988. Yield and quality of rockwool-grown tomatoes as affected by variations in EC-value and climatic conditions. *Plant and Soil.* 111: 37–42.
- SOUCI, S. W., FACHMANN, W. & KRAUT, H. 1981. Die Zusammensetzung der Lebensmittel, Nährwerttabelle 1981/1982. 1352 p. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH. Stuttgart.
- , FACHMANN, W. & KRAUT, H. 1986. Die Zusammensetzung der Lebensmittel, Nährwerttabelle 1986/1987. 1032 p. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH. Stuttgart.
- STEEL, R. G. D. & TORRIE, J. H. 1981. Principles and procedures of statistics - A biometrical approach. 633 p. 2nd ed. McGraw-Hill. Singapore.
- TAHVONEN, R. 1993. Contents of selected elements in some fruits, berries and vegetables on the Finnish market in 1987–1989. *J. Food Compos. Anal.* (Painossa).
- TARRACH, F. & HERRMANN, K. 1986. Organische Säuren der Gemüsearten. II. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 181: 313–315.
- Viljavuuspalvelu 1992. Kasvihuoneanalyysien tulokintaopas. 8 p. Viljavuuspalvelu Oy. Helsinki.
- VUORINEN, J. MÄKITIE, O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. *Agrogeol. Publ.* 63: 1–44.
- WRIGHT, D. H. & HARRIS, N. D. 1985. Effect of nitrogen and potassium fertilization on tomato flavor. *J. Agric. Food Chem.* 33: 355–358.



Kuva 1. Kasvukausien 1989 ja 1990 auringonpaistetunnit Vaasan säähavaintoasemalla seitsemän vuorokauden summina. Figur 1. Antal solskentimmar vid Vasa väderleksstation angivna som sju dygns summa under odlingsperioderna 1989 och 1990.

**MONINÄYTETESTI**

maistaja no:

**TOMAATTINÄYTTEIDEN MAKUEROJEN MÄÄRITTÄMINEN.**

Tarjottimellasi on kuusi tomaattinäytettä. Näistä kaksi on aina samanlaista eli yhteensä pareja on kolme. Tehtävänäsi on tunnistaa parit maun avulla.

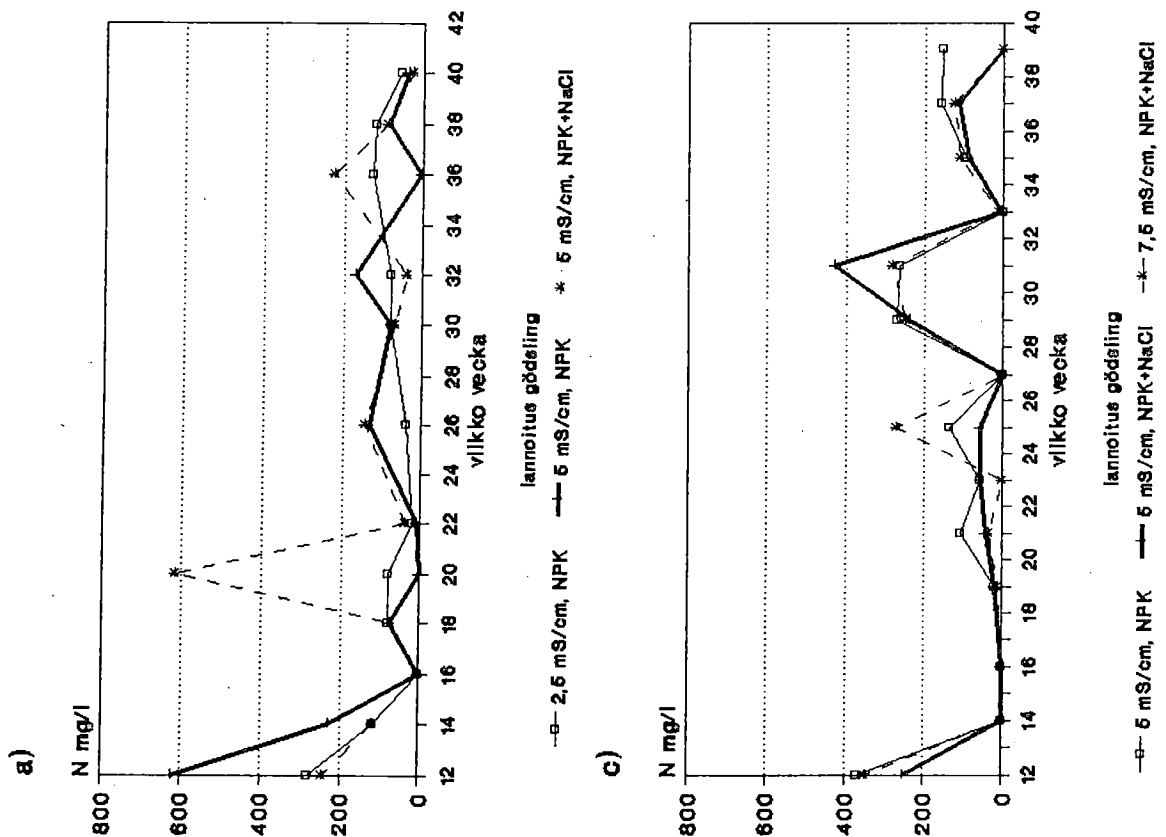
Maista näytteet järjestyksessä nuolen suuntaan alkaen nuolen kohdalta. Maista näytettä ja sylje se tyhjään mukiin arvostelusi jälkeen. Huuhtele suusi vedellä näytteiden välillä.

**Yhdista mielestäsi samanlaisten näytteiden koodit viivalla.  
Merkitse taulukkoon parien miellyttävyyjärjestys  
(1=miellyttävin, 4=vähiten miellyttävä).**

	_____	_____	
_____			_____
	_____	_____	

**Näytteiden miellyttävyyjärjestys:**

	parin koodit	perustelu
1) miellyttävin näyte	_____	_____
2) toiseksi miellyttävin näyte	_____	_____
3) vähiten miellyttävä näyte	_____	_____



Kuva 1. Annettujen lannoiteliuosten tyyppi- ja kaliumpitoisuudet vuonna 1989 (a, b) ja 1990 (c, d).  
 Figur 1. Kvåve och kalium nivåerna i gödsellösningarna 1989 (a, b) och 1990 (c, d).

## 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 nurmikon kuluminen nurmikon stressitekijöinä. Kirjallisuuskatsaus. P. 1–30.  
NIEMELÄ, T. Siirtonurmikon kasvatus ja käyttö. 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 ympäryys *Rhizobium*-bakteerilla. *Inoculation of red clover by Rhizobium strain*. 24 p.
21. LAMPILA, M., VÄÄTÄINEN, H. & ALASPÄÄ, M. Korsirehujen vertailu kasvavien ayrshiresonnien 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. Vihäkkeannon 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. Kasvipöeräisten 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 blåräv. 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 siirrokantojen 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. & MATILA, 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 naudan 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., KÖYLJÄRVI, J., TALVITIE, H., VIRRI, K. & VUORINEN, M. Aurattoman viljelyn vaikutukset kevätiljelyjen satoon 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. Marjakasvien 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. Maanäytteiden 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. Mikrolisätyn 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-kevätheinä. 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. Pitkäaikaisen 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-kevätropsi. 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. HANNUKKALA, 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 niittyurmikka-, nurmirölli-, puisto- ja punanatanurmikon kasvuun ja kestävyYTEEN. 38 p.
13. HUUSELA-VEISTOLA, E., NIEMELÄINEN, O. & HUHTA, H. Lajikkeen, lannoituksen ja leikkuun vaikutus niittyurmikka-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-Kainuussa. 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 fysikaalinen 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. Risteytyshiehot. P. 4–23.  
KOSSILA, V., SAIRANEN, S., MICORDIA, A., VALMARI, A. & HAKKOLA, H. Hiehot ja hieholehmät. P. 24–40 + 9 liitettä.  
KOSSILA, V., HEIKKILÄ, T. & SAIRANEN, S. Kaksoiset ja kolmoiset. 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. NISSILÄ, 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 julkaisuista. 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.
6. VILKKI, J. Helmi-öljypellava. 8 p. + 3 liitettä.
7. VIRKAJÄRVI, P. & HUHTA H. Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla. 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. kasvualustan johtokyvyn vaikutus vaikutus turpeessa viljellyn tomaatin satoon ja sadon laatuun. (*English summary; svenska sammanfattning.*) 34 p. + 3 liitettä.

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

**HINTA: 50 mk**