



MTTK

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Tiedote 7/85

ERKKI AURA

Maanviljelyskemian ja -fysiikan osasto

Avomaan vihannesten veden ja typen tarve

Nitrogen and water requirements for carrot, beetroot, onion and cabbage

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE 7/85

Erkki Aura

AVOMAAN VIHANNESTEN VEDEN JA TYPEN TARVE

Nitrogen and water requirements for carrot, beetroot, onion and cabbage

Maanviljelyskemian ja -fysiikan osasto
31600 JOKIOINEN
(916) 844 11

ISSN 0359-7652

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
TIIVISTELMÄ	1
Abstract	3
JOHDANTO	5
A. Koejärjestely	6
1. Koetekijät	6
2. Koelajikkeet	8
3. Koemaa	8
4. Kosteuden mittaaminen koemaista	9
5. Vihannesten laadun määrittäminen ja varastointikokeet	10
B. Keskilämpötilat ja sademäärät	12
C. Maan kosteus ja kastelun vaikutus satoon	13
1. Porkkana	13
2. Punajuurikas	14
3. Sipuli	15
4. Kaali	16
D. Kastelu ja vihannesten laatu	17
1. Säilyminen varastossa	17
2. Mehun kuiva-ainepitoisuus	18
3. Kuiva-ainepitoisuus	18
4. Nitraattityyppipitoisuus	18
E. Typpilannoituksen vaikutus satoon	18
F. Typpilannoitus ja kasvituotteiden laatu	21
1. Säilyminen varastossa	21
2. Kuiva-aine ja liukoinen kuiva-aine	21
3. Nitraattityyppipitoisuus	21
G. Typpilannoituksen ja kastelun yhteisvaikutus	21
H. Vertailu Norjassa saatujen tulosten kanssa	23
I. Maan kosteuden ennustaminen säähavaintojen avulla	26
J. Tulosten tarkastelu	28
KIRJALLISUUSLUETTELO	33
LIITEKUVAT	34
LIITETAULUKOT	48

TIIVISTELMÄ

Kenttäkokeissa selvitettiin vuosina 1980-83 kastelun ja typpilannoituksen vaikutusta porkkanan, punajuurikkaan, sipulin ja kaalin satoon ja sadon laatuun. Koelajikkeet olivat: porkkana Nantes Fancy Notabene 405, punajuurikas Rubia, sipuli Stuttgarter Riesen ja kaali Amager Halvhög. Vesi annettiin vihanneksille tihkukastelusysteemillä. Kastelun ajankohtaan kiinnitettiin erityistä huomiota. Porkkana- ja punajuurikaskokeet tehtiin savisella karkeahietamaalla, sipulin ja kaalin kokeet olivat hietasavimaalla.

Tulosten mukaan varomaton kastelu voi johtaa sadonalennuksiin. Porkkana- ja punajuurikkaan kapilläärisuudesta johtuen nämä maat pysyvät kosteina kuivanakin alkukesän aikana. Kokeissa porkkana kesti heinä- ja elokuussa hyvin viikon pituisen poutajakson. Jos pouta jatkuu pitempään, varovainen kastelu suurentaa satoa. Eniten porkkana tarvitsi vettä elokuussa, jos tällöin sateet jäivät vähäisiksi. Varovaisella kastelulla päästiin yli 10 tn/ha sadonlisäykseen. Punajuurikkaan kastelu antoi heikomman tuloksen, vaikka yritettiin välttää liiallista kastelua.

Toisin kuin muut koekasvit, sipuli kärsi kuivan kesäkuun aikana vedenpuutetta. Kesäkuun kastelulla voitiin päästä noin 3 tonnin sadonlisäykseen. Vähän ennen korjuuta sipulia ei kannata kastella. Sipuli kestää viikon pituisen poutajakson, jos se on ehtinyt hyvin juurtua maahan.

Kaalin istutus varmistettiin kastelulla. Kaali osoittautui myöhemmin kesä- ja heinäkuussa yllättävän vaatimattomaksi kastelun suhteen. Jos elokuussa voimakkaan kasvun aikaan on kuivaa, voidaan kastelulla saada yli 10 tonnin sadonlisäys.

Kastelu ei näytä olevan merkittävä vihannesten laatuun vaikuttava tekijä. Kastelu voi lisätä hiukan kasvituoitteiden vetisyyttä. Tällainen vaikutus voi olla etenkin loppukesän kastelulla. Mikäli kastelu vaikuttaa kasvin nitraattityppi-pitoisuuteen, on sen vaikutus lähinnä nitraattipitoisuutta alentava. Tehdyissä tutkimuksissa ei varastointikestävyys riippunut kastelusta.

Typpilannoitteena käytettiin oulunsalpietaria. Vuonna -80 typen määrät olivat porkkanalle, punajuurikkaalle ja sipulille 100 ja 150 kg N/ha. Kaalin typpiannokset olivat 150 ja 250 kg N/ha. Vuosina 1981-83 typen määrät olivat seuraavat: porkkana ja punajuurikas 80, 120 ja 160 kg N/ha. Sipuli 50, 100 ja 150

kg N/ha. Kaali 100, 150 ja 200 kg N/ha. Lannoitteet annettiin keväällä muokkauksen yhteydessä kerta-annoksina. Kuitenkin vuonna -80 kaalille typpi annettiin jaettuna.

Porkkana oli yllättävän vaatimaton lannoitetypen suhteen. Vuonna -83 riitti 80 kg N/ha antamaan 58 tn/ha sadon. Typpi kohotti porkkanan nitraattipitoisuutta. Toisaalta nitraattityppipitoisuus oli suurintakin typpiannosta käytettäessä alle 100 mg/kg tuoretta kasviainesta. Yliannostus typellä ei lisännyt porkkanan vetisyyttä eikä huonontanut varastointikestävyyttä. Typpilannoitus kohotti voimakkaasti punajuurikkaan satoa. Runsaalla typellä saadaan helposti liian suuria kokoisia ja laadultaan huonoja punajuurikkaita. Typpi lisää juurikkaan vetisyyttä ja kohottaa jyrkästi nitraattityppipitoisuutta. Typen vaikutusta punajuurikkaan varastointikestävyyteen ei voitu osoittaa.

Sipulisato riippui varsin vähän typpiannoksesta. Typpi ei huonontanut sipulin laatua eikä varastointikestävyyttä. Korkeaan kaalisatoon pääseminen vaati voimakkaan typpilannoituksen. Voimaperäisessä kaalin viljelyssä typen määrän tulisi olla yli 200 kg N/ha. Typpi lisäsi lievästi kaalin vetisyyttä ja nitraattipitoisuutta, mutta ei heikentänyt kaalin säilymistä varastossa.

Abstract

Field trials were performed during 1980-1983 to determine the effects of irrigation and nitrogen fertilization on carrot, red beetroot, onion and cabbage yields and harvest quality. The experimental varieties were: Nantes Fancy Notabene 405 carrot, Rubia red beetroot, Stuttgarter Riesen onion and Amager Halvhög cabbage. Crops were watered by a drip irrigation system. The time period of irrigation was especially noted. Carrot and red beetroot trials were done on sandy loam, and onion and cabbage on sandy clay soil.

The results show that excessive irrigation can cause a decrease in crop yields. Due to the capillarity of carrot and red beetroot soils, these soils remained moist even during the dry early spring. In the trials, carrots held up well during a week-long drought in July and August. If dry conditions persist, cautious irrigation increases yields. In the case of little rainfall in August, carrots needed irrigating the most. By cautious irrigation in that period, over a 10 tn/ha crop yield increase was obtained. Irrigation of red beetroot gave a weaker result despite attempts to avoid excessive watering.

As opposed to other trial plants, onions suffered for lack of water during the dry June period. By irrigating in June a 3-ton increase in crop yield was achieved. Irrigating shortly before harvesting the onion is not worthwhile. Onions can withstand a week-long drought if they have rooted well into the soil.

Cabbage planting was ensured by irrigation. With regard to irrigation, cabbage was surprisingly modest later in June and July. If the strong growth period in August is dry, irrigation can increase crop yields by over 10 tons.

Irrigation does not appear to be a significant factor in affecting vegetable quality. It can slightly decrease the dry matter content of plant products. This type of effect can take place especially by a late summer irrigation. If irrigation affects the nitrate-nitrogen content of the plant, this effect is one of a decrease in nitrate-nitrogen content. In these trials, storage life did not depend on irrigation.

As a nitrogen fertilizer, Finnish ammonium nitrate limestone, "Oulu saltpeter" was used. In 1980, amounts of nitrogen for carrot, red beetroot and onion were 100 and 150 kg N/ha. Nitrogen doses for cabbage were 150 and 250 kg N/ha.

Nitrogen amounts during 1981-1983 were: carrot and red beetroot 80, 120 and 160 kg N/ha; onion 50, 100 and 150 kg N/ha; cabbage 100, 150 and 200 kg N/ha. In the spring, fertilizer was applied in one dosage in connection with spring tillage. In 1980, fertilization of cabbage was performed with distributed doses of nitrogen.

The carrot was surprisingly modest with regard to nitrogen fertilization. In 1983, an 80 kg N/ha dose was sufficient to produce a 58 tn/ha harvest. Nitrogen increased the nitrate content of carrots. On the other hand, the nitrate-nitrogen content was under 100 mg/kg roots when using the highest nitrogen dose of 150 kg N/ha. Overdosing with nitrogen did not decrease the dry matter content of carrots or adversely affect storage life. Nitrogen fertilization greatly increased the red beetroot yield. Use of large amounts of nitrogen easily produces beetroots that are large and of poor quality. Nitrogen decreases the root's dry matter content and sharply raises nitrate-nitrogen level. Nitrogen's effect on the storage life of the red beetroot could not be shown.

Onion crops depended little on nitrogen dosage. Nitrogen did not impair onion quality or storage life. In order to obtain a large cabbage harvest, strong doses of nitrogen fertilizer are needed. In intensive cabbage cultivation the nitrogen dosage should be over 200 kg N/ha. Nitrogen slightly decreased the dry matter content and increased nitrate level of cabbage, but did not weaken its' storage life.

JOHDANTO

Nykyisin tiedetään varsin hyvin, että vesi ja typpi kuuluvat tärkeimpiin kasvutekijöihin. Typpeä voidaan perustellusti pitää keskeisimpänä kasvinravinteena. Kasvin solujen elintoiminnan säätelevät entsyymit, jotka ovat muodostuneet valkuaisaineista. Näiden olennaisena osana on typpi. Sadon suuruuteen ja laatuun voidaan vaikuttaa nimenomaan lannoitetyypen avulla. Väkilannoitteissa typpi on ammonium-, nitraatti- tai ureamuodossa. Kasvi ottaa typen maasta ammoniumina tai nitraattina.

Ilman riittävää veden saantia typen vaikutus kasvutekijänä jäisi pieneksi. Ilman vettä ravinteiden otto maasta olisi mahdotonta, koska ravinteet kulkeutuvat maanesteen välityksellä kasvin juuristoon. Veden puutteessa kasvit sulkevat lehdissä olevat ilmaraot, jolloin yhteyttäminen heikkenee ja satotaso alenee. Kasvisolun menettäessä vettä hidastuvat solussa tapahtuvat kemialliset reaktiot. Maan kosteuden optimointi tuottaa kuitenkin vaikeuksia. Liiallinen kosteus hidastaa maan tuuletusta ja voi aiheuttaa hapen puutetta kasvin juuristossa. Jatkuva märkyys heikentää maan mururakennetta. Maan pitäminen yhtämittaan kosteana edistää kasvitautien leviämistä. Kasvin kuivuuden sietokyky riippuu kasvin kehitysvaiheesta.

Vaikka typpi ja vesi ovat keskeisiä kasvutekijöitä, on Suomessa alettu vasta viime vuosina tutkia näiden tekijöiden vaikutusta avomaan vihannesten satoon ja laatuun. Tutkimuksia on tehty lähinnä Maatalouden tutkimuskeskuksen puutarhaosastolla Piikkiössä, maanviljelyskemian ja -fysiikan osastossa Jokioisissa ja Hämeen tutkimusasemalla Pälkäneellä. Tässä tiedotteessa esitettävät tulokset ovat kokeista, joita maanviljelyskemian ja -fysiikan osasto on tehnyt Jokioisissa vuosina 1980-83. Koekasveina olivat porkkana, punajuurikas, sipuli ja kaali.

A. Koejärjestely

1. Koetekijät

Koetekijöinä olivat kastelu ja typpilannoitus. Kerranteiden luku oli 4. Kaste-
lua tutkittiin seuraavilla koejäsenillä:

1. Luonnonmukainen kosteus maassa koko kasvukauden ajan
2. "Optimaalinen" kosteus koko kasvukauden ajan
3. "Optimaalinen" kosteus kesäkuun ajan
4. "Optimaalinen" kosteus heinäkuun ajan
5. "Optimaalinen" kosteus elokuun ajan

Sipulille ja kaalille annettiin vettä lisäksi istutuksen yhteydessä. Vesi joh-
dettiin maahan Listema-tihkuletkujen avulla. Letkun toimintaperiaate on esitet-
tu liitekuvassa 1. Letkujen sijoitus koekentille käy esille liitekuvissa 2-5.
"Optimaalisena" kosteutena pidettiin tilannetta, jolloin maassa oli jäljellä
20 cm:n syvyydessä 80-90 % kasveille käyttökelpoisesta vedestä.

Typpilannoitteena käytettiin oulunsalpietaria (27,5 % N). Vuonna -80 typen mää-
rät olivat porkkanalle, punajuurikkaalle ja sipulille 100 ja 150 kg N/ha. Kaa-
lin typpiannokset olivat 150 ja 250 kg N/ha. Vuosina 1981-83 typen määrät olivat
seuraavat:

porkkana ja punajuurikas	80, 120 ja 160 kg/ha
sipuli	50, 100 ja 150 kg/ha
kaali	100, 150 ja 200 kg/ha

Typpiruutujen sijoittuminen koekentälle vuosina 1981-83 käy selville liitteistä
2-5. Typpi sijoitettiin rivilannoittimella noin 8 cm:n syvyyteen. Ajosuunta
oli kohtisuorassa suunnassa kasvuriveihin nähden. Ennen typen levitystä sijoi-
tettiin koealueelle samaan syvyyteen puutarhan PK-lannosta (N 0, P 7, K 17,
Mg 2,5, Fe 0,1, B 0,15, Cu 0,1, Mn 0,7, Zn 0,1, Mo 0,01, S 7,5). Kaalille annet-
tiin PK-lannosta 1200 kg/ha. Muille kasveille PK-lannoksen määrä oli 1000 kg/ha.

Lannoitteet levitettiin keväällä muokkauksen yhteydessä kerta-annoksina. Kuitenkin vuonna -80 annettiin kaalille suurempi typpimäärä (250 kg/ha) jaettuna. Keväällä sijoitettiin 200 kg N/ha ja elokuun alussa levitettiin 50 kg N/ha pintaan. Koekentät sijaitsivat samoissa paikoissa vuosina 1980-83. Ensimmäisenä koivuonna juolavehänä häyttasi kokeiden hoitoa, minkä vuoksi kuitenkin kaalikenttää jouduttiin osittain siirtämään vuosina 1981-82. Kylvö-, istutus- ja korjuuajat käyvät esille taulukosta 1.

Taulukko 1. Kylvö-, istutus- ja korjuuajat.

Table 1. Dates of planting and harvesting.

		Kylvö tai istutus	Korjuu
Porkkana <i>Carrot</i>	-80	15.5	5.9
	-81	15.5	13.9
	-82	13.5	18.9
	-83	4.5	5.9
Punajuurikas <i>Beetroot</i>	-80	15.5	27.8
	-81	15.5	6.9
	-82	13.5	4.9
	-83	4.5	24.8
Sipuli <i>Onion</i>	-80	27.5	19.8
	-81	25.5	25.8
	-82	24.5	26.8
	-83	20.5	17.8
Kaali <i>Cabbage</i>	-80	21.5	4.10
	-82	26.5	28.9
	-83	25.5	4.10
	-84	26.5	26.9

2. Koelajikkeet

Koelajikkeet olivat seuraavat:

Porkkana: Nantes Fancy Notabene 405

Punajuurikas: Rubia

Sipuli: Stuttgarter Riesen

Kaali: Amager Halvhög

3. Koemaa

Keväällä -80 ja -83 otettiin ennen lannoitteiden levitystä ruokamultakerroksesta maanäytteet, yksi kustakin kerranteesta eli 4 näytettä koetta kohden. Maanäytteistä tehtiin Maantutkimusosastolla viljavuusanalyysi sekä mekaaninen maanalyyysi. Hiukkaskokoanalyysistä saadut keskimääräiset tulokset on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Koekenttien ruokamultakerroksen hiukkaskokojakautuma.

Table 2. Particle size distribution of experimental soils.

Kasvi Plant	Sa < 2	Hs 2-20	% HHT 20-60	KHT + kark. > 60 µm
Porkkana <i>Carrot</i>	21	9	8	62
Punajuurikas <i>Beetroot</i>	25	11	12	52
Sipuli <i>Onion</i>	31	10	11	48
Kaali <i>Cabbage</i>	41	23	15	21

Silmiinpistävää tuloksissa on porkkana-, punajuurikas- ja sipulimaan korkeahko saveksen määrä huolimatta karkean aineksen runsaudesta. Porkkana- ja punajuurikasmaat pyrkivät helposti kuorettumaan sateen aikana, mikä vaikeutti taimettamista keväällä ja ilmeisesti aiheutti myöhemmin kesällä hapen puutetta maassa. Jäykkyydestä huolimatta kaalimaan rakenne pysyi hyvänä vain ensimmäisenä koivuonna. Viimeisenä koivuonna -83 oli kaalimaan rakenne pahoin heikentynyt, mikä suuresti haittasi kaalin kasvua.

Viljavuusanalyysin tulokset vuosilta -80 ja -83 on esitetty taulukossa 3. Analyysien mukaisesti ravinnetila koemaissa on ollut hyvä ennen kokeiden aloitusta. Koivuosina ovat ravinnepitoisuudet ilmeisesti alentuneet.

Taulukko 3. Koemaiden ruokamultakerroksen viljavuusanalyysin tulokset vuosilta -80 ja -83.

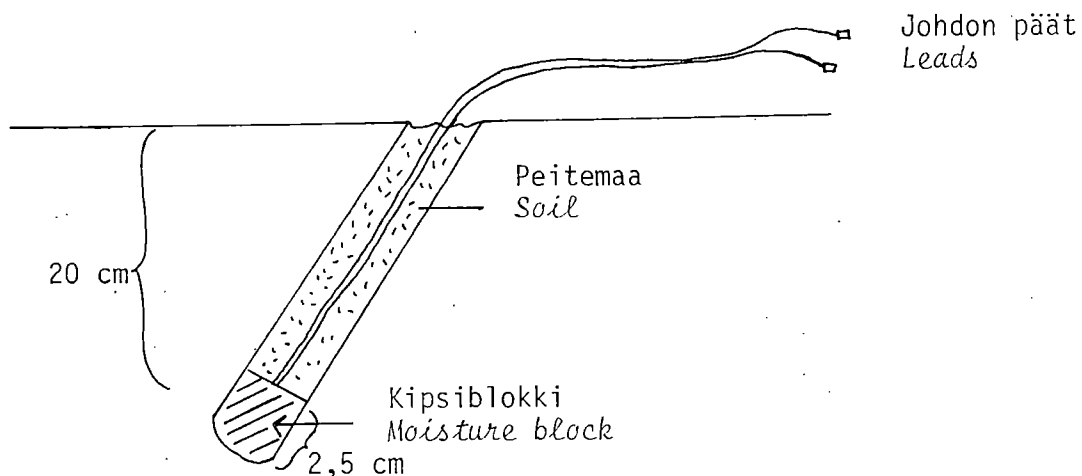
Table 3. Test results of experimental soils 1980 and 1983.

Kasvi Plant	pH	Jl	1980			
			Ca	K	Mg	P
Porkkana Carrot	6,3	1,1	2075	187	170	47
Punajuurikas Beetroot	6,3	1,2	2300	227	206	46
Sipuli Onion	6,5	1,1	2875	362	224	68
Kaali Cabbage	6,6	0,9	3050	315	340	65

Kasvi Plant	pH	Jl	1983			
			Ca	K	Mg	P
Porkkana Carrot	6,2	0,9	1850	145	162	35
Punajuurikas Beetroot	6,2	1,1	2062	205	202	33
Sipuli Onion	6,5	1,0	2525	375	240	66
Kaali Cabbage	6,5	1,0	2750	292	379	53

4. Kosteuden mittaaminen koemaista

Koemaan kosteutta seurattiin amerikkalaisten kipsiblokkien avulla (valmistaja: Soil Moisture Equipment Corporation). Kipsiblokit sijoitettiin keväisin maahan 20 cm:n syvyyteen kuvan 1 osoittamalla tavalla. Kuhunkin koekenttään upotettiin 30 blokkia eli 6 blokkia yhtä kastelukäsittelyä kohden.



Kuva 1. Kipsiblokin upottaminen maahan.

Fig. 1. Installation of a moisture block into soil.

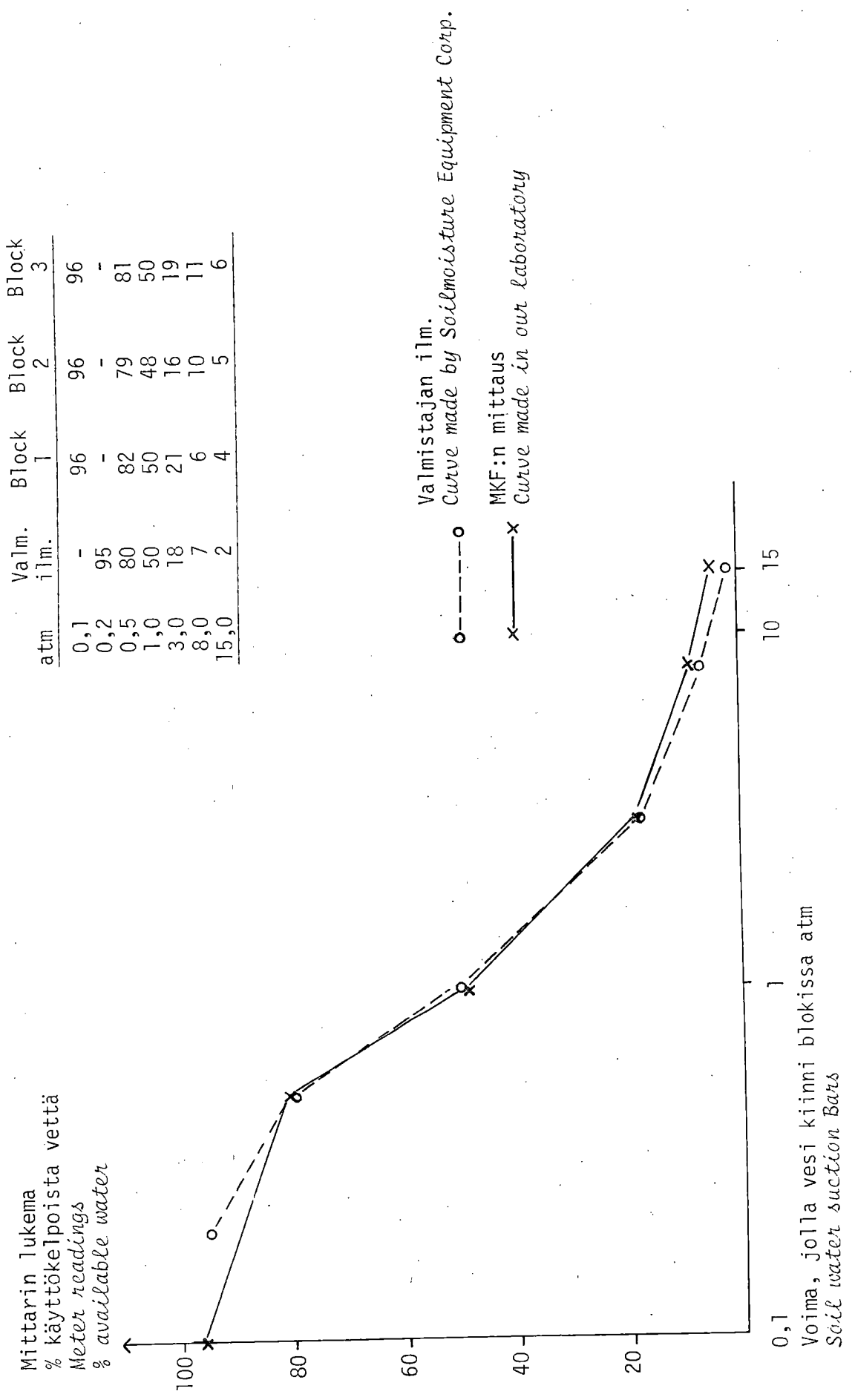
Kipsiblokin sisällä on kaksi verkkomaista metallielektroodia. Mitä kosteampaa kipsi on, sitä helpommin sähkö kulkee elektrodien välillä. Mittarin lukema osoittaa suoraan % käyttökelpoista vettä maasta. Laitteen mukana saatiin käyrästä, jonka avulla mittarin lukema voidaan muuttaa veden pidätysvoimakkuudeksi.

Kolmen käyttövuoden jälkeen valittiin satunnaisesti 3 blokkia, joille laboratoriossamme määritettiin vedenpidätysvoimakkuuden ja mittarin lukeman välinen riippuvuus. Määrittystulokset on esitetty kuvassa 2, jossa on esitetty myös valmistajan ilmoittama vedenpidättymiskäyrä. Tulokset osoittavat, että MKF:ssä saadut tulokset eivät juuri poikkea valmistajan ilmoittamista arvoista.

5. Vihannesten laadun määrittäminen ja varastointikokeet

Koeruutusatojen punnituksen jälkeen jauhettiin noin 3 kg:n erä kasvituetta käyttäen teollisuutta varten valmistettua lihamylyä. Porkkana- ja punajuurikasruuduista otetut erät pestiin ennen jauhamista. Hienonnettua näytettä säilytettiin pakastettuna -20°C :ssa muovirasioissa. Myöhemmin näytteistä määritettiin kuiva-aine, nitraattipitoisuus ja solunesteeseen liukenevan kuiva-aineen pitoisuus. Kuiva-aine määritettiin pitämällä näytettä yli vuorokauden 60°C :een lämpötilassa. Nitraattityppi määritettiin tuoreesta näytteestä Orion-merkkisellä elektrodilla. Kloridin häiritsevä vaikutus poistettiin lisäämällä uuttoliuokseen 1 g/l hopeasulfaattia. Uuttoliuos sisälsi myös 20 g $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$ litrassa orgaanisten happojen saostamiseksi ja suolapitoisuuden vakioimiseksi. Uuttosuhde oli 20 g sulatettua kasviainesta 100 ml:aan liuosta. Uutto suoritettiin tehosekoittimessa.

Solunesteen eroittamiseen sulatetusta kasviaineksestä käytettiin mehulinkoa (Moulinex). Suodatuksen jälkeen mehusta määritettiin liukoinen kuiva-aine refraktometrillä sokeriasteikkoa käyttäen (Bellingham + Stanley 60/95). Termostoidun kiertovesijärjestelmän avulla refraktometrin lämpötila pidettiin 20°C :ssa. Refraktometrillä saatuja tuloksia verrattiin kemiallisesti saatuihin. Mehun sokeripitoisuus määritettiin kolorimetrisesti Nelson-Somogyi menetelmällä (NELSON 1944, SOMOGYI 1945). Ennen määrittystä liuos puhdistettiin ioninvaihtajahartsilla ja sokerit invertoitiin laimealla rikkihapolla. Vertailusarjan sokerina oli glukoosi. Tulokset on esitetty taulukossa 4.



Kuva 2. Valmistajan ilmoittama ja mitattu vedenpidättymiskäyrä kipsiblokkille.
 Fig. 2. Calibration curve for the soil moisture meter.

Taulukko 4. Lingotun mehun refraktometrisesti määritetty kuiva-aine-% ja kolorimetrisesti saatu sokeripit.-%.

Table 4. DM content (%) of cell juice determined by refractometer and sugar content (%) determined by chemical methods.

	Näytteitä kpl Number of samples	Kemiallinen Chemical method	Refraktometrinen Refractometer
Porkkana Carrot	40	8,8	9,2
Punajuurikas Beetroot	48	13,6	12,5
Sipuli Onion	59	16,2	12,8
Kaali Cabbage	29	7,9	7,8

Refraktometrisesti ja kemiallisesti saatujen määritystulosten välinen korrelaatiokerroin (r) oli 0,914. Eniten menetelmien väliset tulokset poikkesivat sipulin kohdalla. Kemiallinen menetelmä antoi keskimäärin neljä %-yksikköä korkeamman sokeripitoisuuden kuin refraktometrinen kuiva-ainemääritys. Sipulista lingotusta mehusta tehtiin 16 näytteestä kuiva-ainemääritys gravimetrisesti kuivattamalla mehua 80°C:ssa lämpötilassa. Gravimetrinen menetelmä ei antanut suurempia ka-pitoisuuksia kuin refraktometrinen. Ilmeisesti sipulista saadussa mehussa on yhdisteitä, jotka aikaansaavat sokeripitoisuusmäärityksessä positiivisen virheen. Tulokset osoittavat, että liukoinen kuiva-aine on lähinnä sokeria. Tuloksista ei voida kuitenkaan tarkkaan päätellä, kuinka suuri osa liukoisesta kuiva-aineesta on sokeria.

B. Keskilämpötilat ja sademäärät

Taulukossa 5 on esitetty koekesien keskilämpötilat ja sademäärät. Vuonna -80 oli kesäkuu runsassateinen. Seuraava kesä oli poikkeuksellisen kostea. Vuoden -82 elokuu oli selvästi keskimääräistä sateisempi.

Taulukko 5. Keskilämpötilat ja sademäärät.

Table 5. Average temperatures and precipitation.

Month	Keskilämpötilat °C Temperature °C				
	1980	1981	1982	1983	Normaali
Touko May	7,0	11,2	8,5	11,0	8,8
Kesä June	16,4	12,8	11,2	13,3	13,7
Heinä July	16,2	16,2	16,4	16,6	16,2
Elo August	13,9	13,5	15,8	15,0	14,7
Syys September	10,5	9,5	9,7	11,0	9,7

Month	Sademäärät mm Precipitation mm				
	1980	1981	1982	1983	Normaali
Touko May	20	19	71	44	39
Kesä June	131	115	25	84	42
Heinä July	36	104	84	41	70
Elo August	76	88	111	58	74
Syys September	57	15	67	86	61

C. Maan kosteus ja kastelun vaikutus satoon

1. Porkkana

Porkkanamaa, joka sisälsi runsaasti hietaa, pysyi kosteana koko kesäkuun ajan kaikkina koevuosina (liitekuvat 6-9). Koska porkkanamaa ei tarvinnut kesäkuussa lainkaan kastelua, ei satotuloksissa esitetä koejäsentä "optimikosteus kesäkuussa".

Verrattaessa taulukon 6 vuoden 1980 tuloksia liitekuvaan 6 käy esille, että porkkana on elokuussa kestänyt hyvin parin viikon pituista kuivuusjaksoa. Kastelematta jääneessä maassa on kosteusmittareiden keskimääräinen lukema ollut kuivana aikana noin 20 % käyttökelpoista vettä. Sadon korjuu aloitettiin 1.9., joten kuivuusjakso ei sijoittunut aivan kasvun loppuvaiheeseen.

Kasvukausi -81 oli hyvin kostea. Vettä annettiin ainoastaan heinäkuussa (kuva 7). Lyhyt viikon pituinen kuiva ajanjakso ei kuitenkaan häirinnyt porkkanan kasvua. Vuonna 1982 kuiva kausi sattui liitekuvan 8 mukaan elokuun kahden ensimmäisen viikon ajalle. Varovainen kastelu tällöin nosti satoa parilla tonnilla hehtaaria kohden. Tämä tulos ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä. Seuraavana vuonna mittarit osoittivat maan kuivumista heinäkuun puolella välissä ja elokuun kahden ensimmäisen viikon aikana. Varovainen kastelu sekä heinäkuussa että elokuussa antoi 11 tonnin sadonlisäyksen. Pelkkä heinäkuun kastelu lisäsi satoa vain 2,8 tn/ha ja elokuun kastelu 4,7 tn/ha.

Taulukko 6. Kastelun vaikutus porkkanan juurisatoon tn/ha.

Table 6. Effect of irrigation on the yields of carrots t/ha.

Kastelu Irrigation	1980	1981	1982	1983
Luonnollinen kosteus Without irrigation	54,0	44,9	39,3	52,0
"Optimikosteus" kasvukauden ajan "Optimum" moisture throughout the growing season	52,9	45,5	42,5	63,1
" " heinäkuun ajan July	53,3	42,6	38,9	54,8
" " elokuun ajan August	54,2	42,8	41,0	56,7
HSD	12,6	8,2	7,9	10,8

2. Punajuurikas

Kastelu ei ole yhtenäkkään koevuonna parantanut tilastollisesti merkitsevästi punajuurikkaan satoa. Punajuurikasmaa pysyi kuten porkkanamaakin kesäkuun ajan kosteana, minkä vuoksi punajuurikasta ei kasteltu lainkaan kesäkuussa. Liitekuvan 10 mukaan on vuonna -80 käyttökelpoinen vesi ollut elokuun alkupuolella lähes kokonaan lopussa 20 cm:n syvyydessä. Koetulosten mukaan heinäkuun kastelu lisäsi satoa 3,7 tn/ha ja elokuun kastelu vain 1,7 tn/ha. Vuonna -83 heinäkuun jälkimmäinen puolisko ja elokuun alkupuoli oli kuivaa (liitekuva 13). Heinäkuun kastelu ei tuottanut tällöin lainkaan positiivista tulosta ja elokuun kastelu antoi vain 2,6 tn/ha sadonlisäystä. Maan pitäminen jatkuvasti "optimi" kosteudessa on keskimäärin alentanut satoa. Punajuurikas on verrattain hyvin kestänyt poutajaksoja, mikä voi johtua punajuurikkaan pääjuuren ylettymisestä syvälle kosteisiin maakerroksiin kuivana aikana.

Taulukko 7. Kastelun vaikutus punajuurikkaan satoon tn/ha.
 Table 7. Effect of irrigation on the yields of beetroots t/ha.

Kastelu Irrigation	1980	1981	1982	1983
Luonnollinen kosteus Without irrigation	42,1	41,4	43,6	41,8
"Optimikosteus" kasvukauden ajan "Optimum" moisture throughout the growing season	43,5	38,7	41,0	40,5
"Optimikosteus" heinäkuun ajan July	45,8	36,8	40,0	41,8
"Optimikosteus" elokuun ajan August	43,8	39,8	43,6	44,4
HSD	5,1	9,6	8,6	4,5

3. Sipuli

Lukuunottamatta vuotta -83 kasteltiin sipulia myös kesäkuussa. Vuonna -81 ei kastelun tarvetta ollut lainkaan. Liitekuvat 14-17 osoittavat, että kastelu on suoritettu varovasti välttämättä liiallista maan kostumista. Kesäkuun kastelulla on vuonna -82 saatu tilastollisesti merkitsevä sadonlisäys 3,1 tn/ha, vaikka mittarien keskimääräinen lukema on ollut kastelematta jääneessä maassa niinkin korkealla kuin 40-80 % käyttökelpoista vettä. Tulos voi johtua sipulin matalasta juuristosta alkukesän aikana. Muina vuosina maa on ollut kosteampaa kesäkuussa, minkä vuoksi ei juuri ole ollut kastelun tarvetta. Vaikka kuivimmat ajanjaksot vuosina -80, -82 ja -83 ovat olleet elokuussa, on elokuun kastelun merkitys jäänyt vähäiseksi. Tärkeintä näyttää olevan sipulin kastelu kesä- tai heinäkuussa, mikäli tällöin sataa niukasti.

Taulukko 8. Kastelun vaikutus sipulin satoon tn/ha.

Table 8. Effect of irrigation on the yields of onions t/ha.

Kastelu Irrigation	1980	1981	1982	1983
Luonnollinen kosteus <i>Without irrigation</i>	7,8	16,9	14,5	18,5
"Optimikosteus" kasvukauden ajan <i>"Optimum" moisture throughout the growing season</i>	9,1	14,7	19,4	21,2
"Optimikosteus" kesäkuun ajan <i>June</i>	8,7	15,7	17,6	18,1
"Optimikosteus" heinäkuun ajan <i>July</i>	9,2	16,8	16,4	20,9
"Optimikosteus" elokuun ajan <i>August</i>	8,2	16,2	15,1	19,9
HSD	1,8	2,8	1,8	2,6

4. Kaali

Kastelun merkityksen selvittämistä häiritsi kaalimaan rakenteen huononeminen vuosi vuodelta koejakson aikana. Rakenteen huononeminen lisäsi koekentän epätasaisuutta ja näkyy taulukossa 9 korkeina HSD:n arvoina.

Taulukko 9. Kastelun vaikutus kaalin satoon tn/ha. Keskimääräiset satotulokset.
Table 9. Effect of irrigation on the yields of cabbage t/ha. Average results.

Kastelu Irrigation	1980	1981	1982	1983
Luonnollinen kosteus <i>Without irrigation</i>	60,3	39,4	40,8	33,3
"Optimikosteus" kasvukauden ajan <i>"Optimum" moisture throughout the growing season</i>	53,4	28,1	32,3	34,8
"Optimikosteus" kesäkuun ajan <i>June</i>	57,0	33,0	37,1	31,2
"Optimikosteus" heinäkuun ajan <i>July</i>	58,2	31,8	30,7	31,2
"Optimikosteus" elokuun ajan <i>August</i>	58,6	39,7	40,9	40,4
HSD	12,4	x	18,2	21,6

x = ei estimoitu

Taulukko 10. Kastelun vaikutus kaalin satoon käytettäessä suurinta typpimäärää. Tn/ha.

Table 10. Effect of irrigation on the yields of cabbage t/ha using 200 kg N/ha (in 1980 250 kg/ha).

Kastelu Irrigation	1980	1981	1982	1983
Luonnollinen kosteus Without irrigation	66,4	48,0	49,4	37,8
"Optimikosteus" kasvukauden alussa "Optimum" moisture throughout the growing season	61,1	39,2	41,2	39,9
"Optimikosteus" kesäkuun ajan June	50,1	40,8	48,5	38,0
"Optimikosteus" heinäkuun ajan July	56,4	38,4	40,4	36,9
"Optimikosteus" elokuun ajan August	62,5	52,4	51,6	49,0

Taulukossa 10 on satotulokset käytettäessä suurinta typpimäärää. Muista avo-
maan kasveista poiketen ei kaalille ilmeisesti suurinkaan typpimäärä ollut
aina riittävä. Vaikka liitekuvien 18-21 mukaan kaalia kasteltiin varovasti,
ei maan pitäminen jatkuvasti kosteana ole lisännyt satoa. Tulokset osoittavat
jopa päinvastaista. Kastelu kesäkuussa ja heinäkuussa on lähinnä vaikuttanut
haitallisesti kaalin kasvuun. Kuitenkin vuonna -83 varovainen kastelu elokuus-
sa lisäsi satoa taulukon 10 mukaan noin 11 tn/ha. Tuloksia tarkasteltaessa
on muistettava, että kaalimaata kasteltiin runsaasti istutuksen yhteydessä.
Tulosten mukaan vähäinenkin kastelu voi olla haitallista kasvulle silloin,
kun huono maan rakenne on sadon suuruutta säätelevä tekijä.

D. Kastelu ja vihannesten laatu

1. Säilyminen varastossa

Suuri hajonta tuloksissa vaikeutti varastointikokeiden tulosten tulkintaa.
Liitetaulukoiden 1-4 mukaan on ilmeistä, että kastelu ei ole merkittävä säi-
lymiseen vaikuttava tekijä.

2. Mehun kuiva-ainepitoisuus

Kastelu on alentanut porkkanan, punajuurikkaan ja sipulin mehun kuiva-ainepitoisuutta. Porkkanan ja punajuurikkaan kokeissa elokuun kastelu on ollut haitallisempi kuin heinäkuun kastelu. Sipulin kohdalla heinäkuun kastelu on ollut yhtä haitallinen kuin kastelu elokuussa. Kaalista lingotun mehun kuiva-ainepitoisuus ei ole juuri riippunut kastelusta (liitetaulukot 5-8).

3. Kuiva-ainepitoisuus

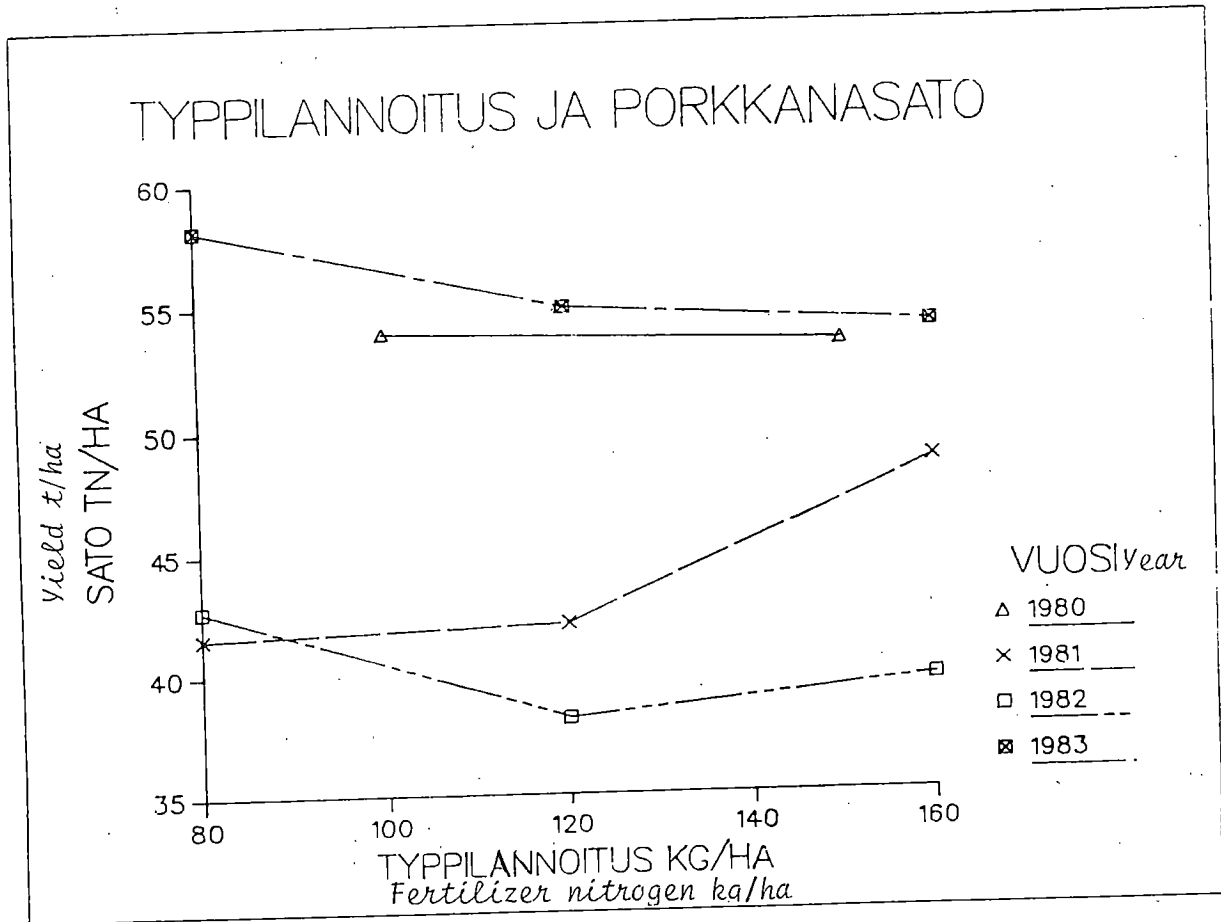
Kastelu on vuonna -83 pienentänyt porkkanan ja punajuurikkaan kuiva-ainepitoisuutta. Sipulin kuiva-ainepitoisuus on alentunut kastelun johdosta vuosina -80, -82 ja -83. Kaalin ka-pitoisuuteen kastelu ei ole vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi (liitetaulukot 9-12).

4. Nitraattityppipitoisuus

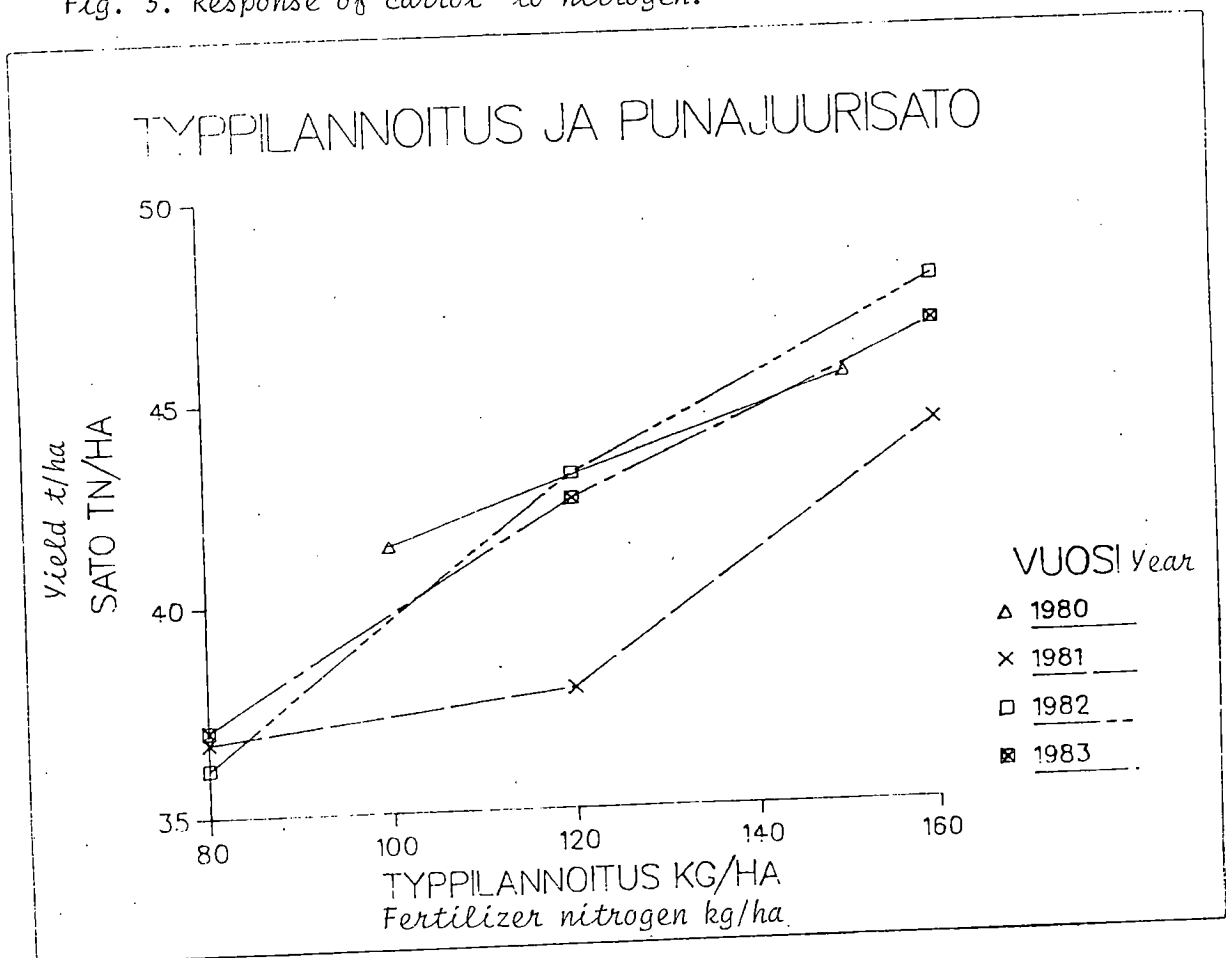
Liitetaulukoiden 13-16 mukaisesti ei kastelu ole tilastollisesti merkitsevästi vaikuttanut porkkanan nitraattityppipitoisuuteen. Mikäli kastelulla on tässä suhteessa merkitystä, on sen vaikutus lähinnä porkkanan nitraattipitoisuutta alentava. Myös punajuurikkaan nitraattipitoisuutta saattaa kastelu pienentää. Sipulin kohdalla koejäsenten väliset erot ovat merkityksettömän pieniä. Maan jatkuva kosteana pito tai heinäkuun kastelu näyttävät alentavan kaalin nitraattipitoisuutta.

E. Typpilannoituksen vaikutus satoon

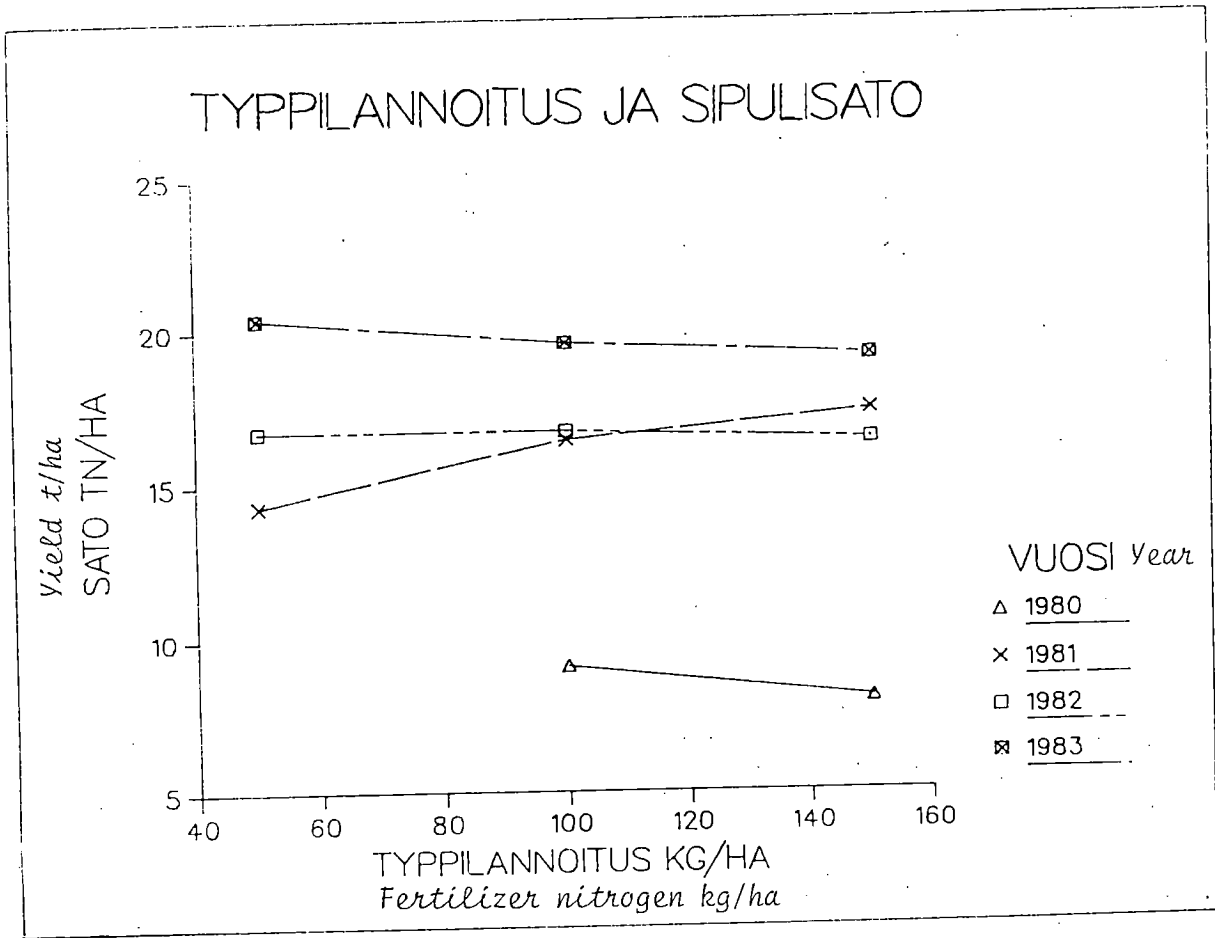
Kuvissa 3-6 ja liitetaulukoissa 17-20 on esitetty, kuinka typpi on vaikuttanut satotasoon. Kuvasta 3 käy selville, että kolmena vuotena neljästä typen määrän lisääminen ei ole nostanut porkkanan satoa. Porkkana voi olla yllättävän vaatimaton typen suhteen. Typpilannoitus kohottaa voimakkaasti punajuurikkaan satoa (kuva 4). Runsaalla typellä saadaan helposti suurikokoisia juurikkaita. Sipulin sato ei kuvan 5 mukaisesti ole juuri riippunut typpilannoituksesta. Sen sijaan korkeaan kaalisatoon pääseminen vaatii voimakkaan typpilannoituksen (kuva 6). Keväällä annettuna 200 kg N/ha ei näytä riittävän kaalille. Maksimisatoon pääseminen olisi vuosina -81 ja -82 vaatinut lisälannoitusta. Tulosten luotettavuutta huonontaa kaalimaan rakenneongelmat.



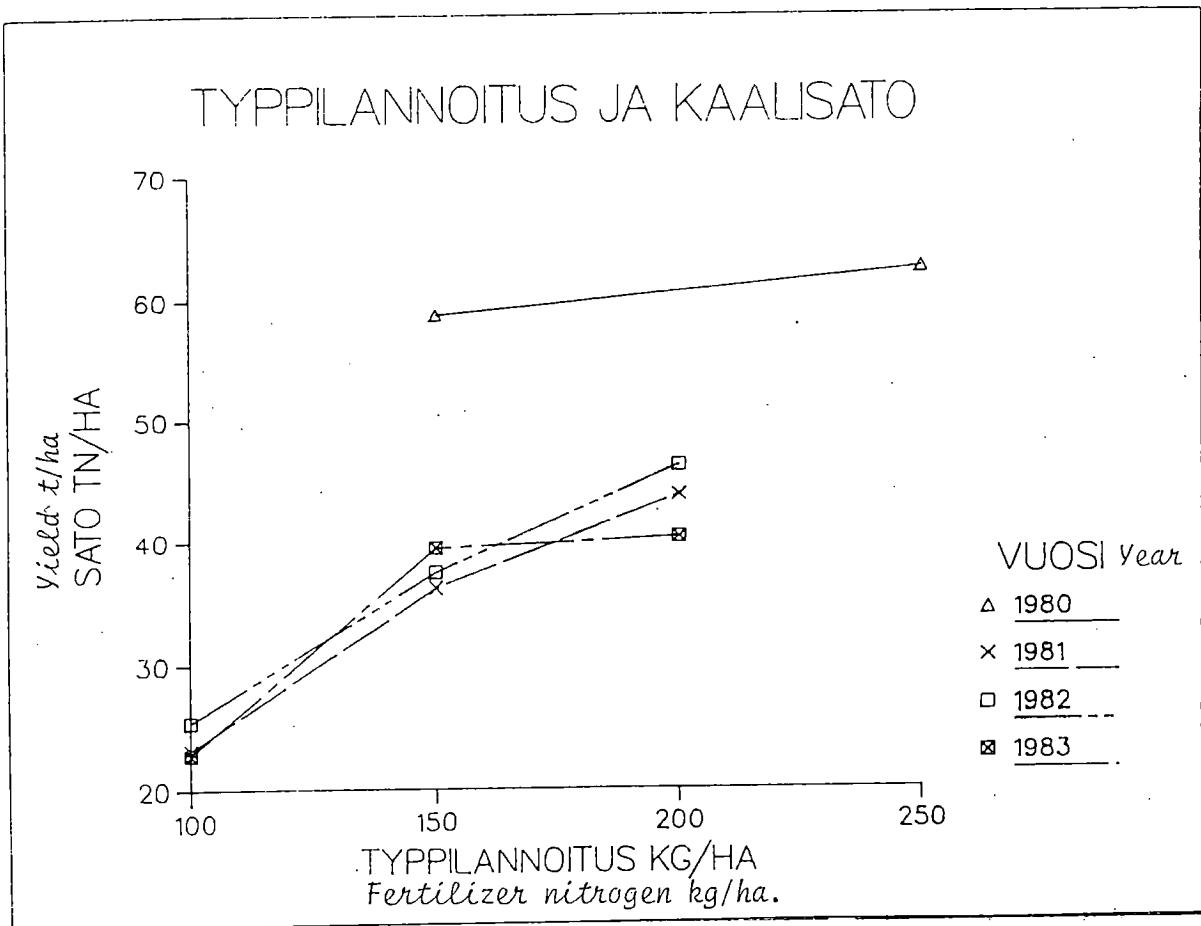
Kuva 3. Typpi ja porkkanasato.
Fig. 3. Response of carrot to nitrogen.



Kuva 4. Typpi ja punajuurikassato.
Fig. 4. Response of beetroot to nitrogen.



Kuva 5. Typpi ja sipulisato.
Fig. 5. Response of onion to nitrogen.



Kuva 6. Typpi ja kaalisato.

F. Typpilannoitus ja kasvituotteiden laatu

1. Säilyminen varastossa

Yleisesti oletetaan, että liiallinen typpilannoitus heikentäisi avomaan vihannesten säilyvyyttä varastossa. Varastointikokeiden (liitetaulukot 21-24) tuloksissa ei kuitenkaan voida nähdä selvää typen vaikutusta. Typen merkitys varastointikestävyydessä verrattuna muihin tekijöihin on ilmeisesti pienempi kuin yleisesti oletetaan.

2. Kuiva-aine ja liukoinen kuiva-aine

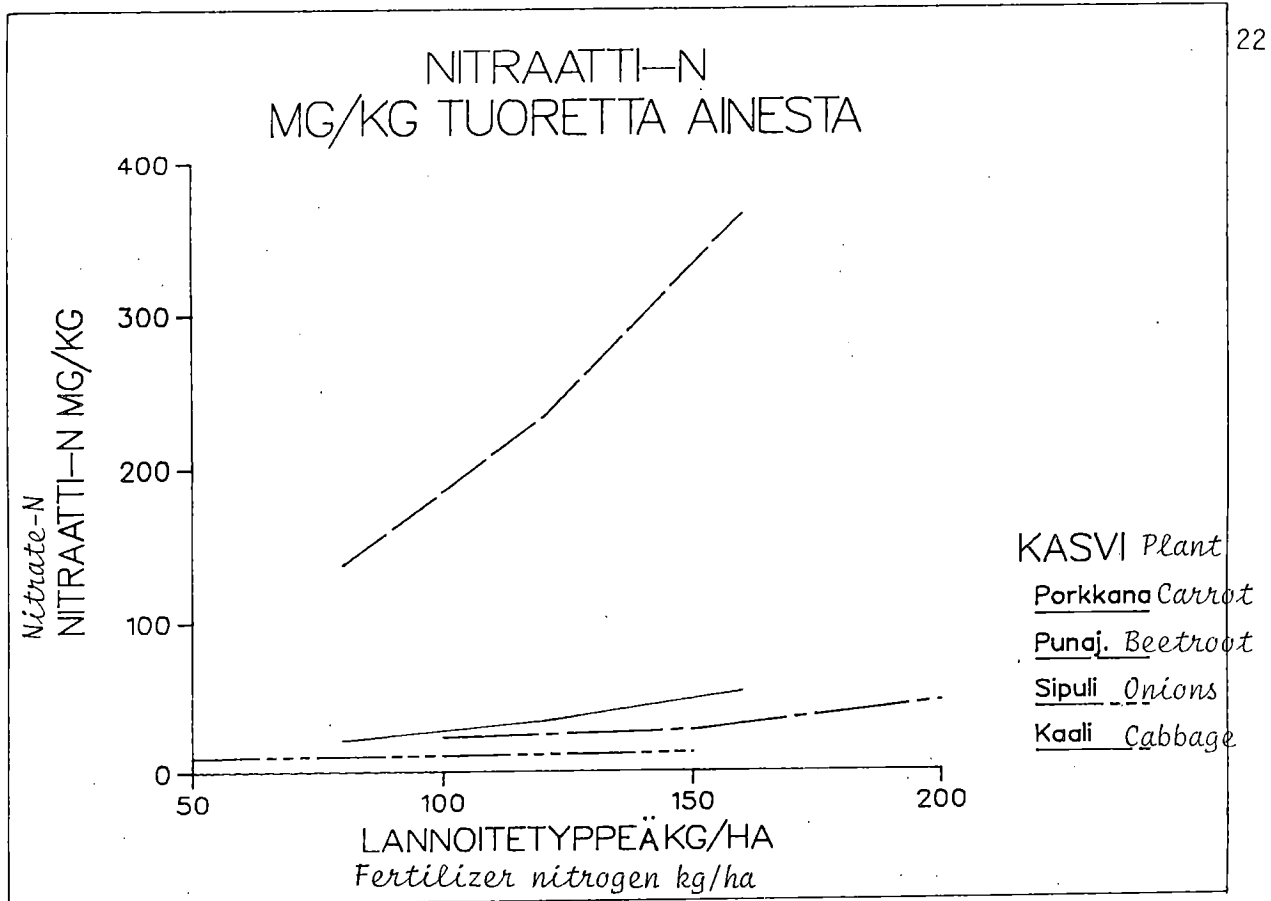
Typpi lisää tunnetusti vegetatiivisten kasvinosien vetisyyttä. Tulokset (liitetaulukot 25-26) kuitenkin osoittavat, että porkkanan vetisyys ei ole juuri ollenkaan kohonnut typen määrää lisättäessä. Sen sijaan typpi suurentaa punajuurikkaan vetisyyttä (liitetaulukot 27-28) selvästi. Sipulin reagointi typen suhteen on varsin samanlaista kuin porkkanan. Kaalin vetisyys on vain lievästi lisääntynyt typpilannoituksen ansiosta (liitetaulukot 29-32).

3. Nitraattityppipitoisuus

Usein pidetään typpilannoituksen suurimpana haittana nitraattityppipitoisuuden kohoamista kasvissa. Kuten liitetaulukoista 33-36 näkyy, on typpi suurentanut kaikkien kokeissa olleiden vihannesten nitraattipitoisuutta. Sipulin nitraattityppipitoisuus on kuitenkin pysynyt typen lisäyksestä huolimatta alhaisena (ks. kuva 7). Varsin kohtuullisia ovat olleet myös porkkanan ja kaalin nitraattityppipitoisuudet, alle 100 mg N/kg. Odotetusti ovat pitoisuudet korkeimmat punajuurikkaassa. Sennitraattipitoisuus on reagoinut herkästi typpilannoitukseen.

G. Typpilannoituksen ja kastelun yhteisvaikutus

Varianssianalyysien mukaan typen ja kastelun yhteisvaikutukset jäivät varsin vähäisiksi. Tämän vuoksi on kastelun ja typen vaikutukset esitetty erillään toisistaan. Poikkeuksena on kaali, jolle kastelun vaikutus on esitetty taulukossa 10 käytettäessä suurinta typpimäärää.



Kuva 7. Nitraattityypipitoisuuden riippuvuus lannoitetyypistä.

Fig. 7. Relationship between nitrogen application and nitrate-N contents.

H. Vertailu Norjassa saatujen tulosten kanssa

Pohjoismaissa on Norjaa lukuunottamatta julkaistu hyvin vähän tuloksia avomaan vihannesten kastelusta ja typpilannoituksesta. Norjassa DRAGLAND (1975, 1976a, 1976b, 1978 ja 1981) on tutkinut näitä asioita varsin perusteellisesti. Kokeet on tehty savipitoisella hiekkamaalla. Taulukossa 11 on vertailtu omia ja DRAGLANDIN saamia kastelukokeiden tuloksia. Vertailun mahdollisuutta vähentää omien kokeiden suorittamisen aikana sattuneet runsaat sateet ja veden voimakas kapillaarinen nousu porkkana- ja punajuurikasmaassa alkukesän aikana. Kesäkuussa ei ollut lainkaan tarvetta näiden kasvien kasteluun. Heinäkuun kastelu on omissa kokeissa vaikuttanut vain lievästi porkkanan kasvuun, kun sen sijaan DRAGLANDIN kokeiden mukaan porkkana kärsii keskikesällä suuresti kuivasta kaudesta. Sipulin kohdalla omat tulokset ovat hyvin samanlaiset kuin DRAGLANDIN tutkimuksissa. Omissa kokeissa kaalin kastelu alku- ja keskikesällä ei ole lisännyt satoa poiketen siten DRAGLANDIN tuloksista.

Norjalaisissa kokeissa tutkittiin varsin perusteellisesti vihannesten laatua. Näissä tutkimuksissa todettiin olevan suuntausta siihen, että kastelu heikentää porkkanan ja kaalin varastointikestävyyttä. Omissa kokeissa kastelu ei ollut merkittävä säilymiseen vaikuttava tekijä. DRAGLANDIN kokeissa kuiva aika kasvukauden loppupuolella on lisännyt porkkanan, punajuurikkaan ja sipulin kuiva-ainepitoisuutta. Omissa tutkimuksissa kastelu on suurentanut porkkanan, punajuurikkaan ja sipulin vetisyyttä. Porkkanan ja punajuurikkaan kokeissa on elokuun kastelu ollut haitallisinta tässä suhteessa.

Omissa kokeissa kastelu ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi kasvituotteiden nitraattipitoisuuteen. Kuitenkin suuntauksena oli että kastelu alentaa porkkanan, punajuurikkaan ja kaalin nitraattityypipitoisuutta. Norjalaisissa kokeissa on kuivuusjaksoilla keskimäärin ollut vähäinen vaikutus sipulin nitraattityypipitoisuuteen. Samanlainen tulos on saatu omissa kokeissa. Norjalaisissa tutkimuksissa alkukesän ja keskikesän kuivuus on kohottanut punajuurikkaan ja kaalin nitraattityypipitoisuutta.

Porkkana ja sipuli ovat omissa kokeissa reagoineet yllättävän vähän typen määrän lisäykseen. DRAGLAND totesi tutkimuksissaan, että 40 kg N/ha antoi suuremman porkkanasadon kuin 80 kg N/ha. Norjalaisissa tutkimuksissa pienin typen määrä sipulikokeissa oli 126 kg N/ha. Typen määrän lisääminen tästä pariin sataan kg/ha ei juuri lisännyt sipulisatoa. Taulukossa 12 on verrattu, kuinka typen määrän lisäys on omissa ja norjalaisissa tutkimuksissa vaikuttanut sadon

Taulukko 11. Porkkanan, punajuurikkaan, sipulin ja kaalin herkkyyys kärsiä kuivuudesta. Omien ja norjalaisten tulosten vertailua.

Table 11. Sensitivity of carrot, beetroot, onions and cabbage to drought period. Comparison between our and Norwegian results (DRAGLAND 1975, 1976a, 1976b, 1978 and 1981).

	Kuiva kausi Drought period		
	Kasvukauden alkupuoli Early stage of growth	Kasvukauden keskiväli Middle stage of growth	Kasvukauden loppupuoli Late stage of growth
	Porkkana Carrot		
Omat kokeet Our results		-	--
DRAGLAND	+ -	--	--
	Punajuurikas Beetroot		
Omat kokeet Our results		--	--
DRAGLAND	+ -	--	--
	Sipuli Onion		
Omat kokeet Our results	--	--	-
DRAGLAND	--	--	-
	Kaali Cabbage		
Omat kokeet Our results	+ -	+ -	--
DRAGLAND	-	--	--

- + - sietää kuivuutta
tolerant to drought
- - - - - kärsii lievästi kuivuudesta
slightly sensitive to drought
- - - - - kärsii kuivuudesta
sensitive to drought

laatuun. Taulukkoa tarkasteltaessa huomataan, että omissa kokeissa ei todettu lainkaan, poiketen norjalaisista tutkimuksista, että N-lannoitus huonontaa sipulin säilyvyyttä varastossa. Myöskään ei voitu osoittaa, että typpi suurentaisi sipulin nitraattityppipitoisuutta.

Taulukko 12. Typpilannoituksen vaikutus porkkanan, sipulin ja kaalin laatuun. Omien ja norjalaisten tulosten vertailu.

Table 12. Effect of fertilizer nitrogen on the quality of carrot, onions and cabbage. Comparison between our results and Norwegian results.

	Säilyminen varastossa <i>Storage life</i>	Kuiva-aine- pitoisuus <i>DM content</i>	Nitraatti-N <i>Nitrate-N</i>
Porkkana <i>Carrot</i>			
Omat kokeet <i>Our results</i>	+ -	+ -	+ +
DRAGLAND	+	+ -	+ +
Sipuli <i>Onions</i>			
Omat kokeet <i>Our results</i>	+ -	+ -	+ -
DRAGLAND	- -	+ -	+ +
Kaali <i>Cabbage</i>			
Omat kokeet <i>Our results</i>	+ -	-	+ +
DRAGLAND	-	-	+ +

- + + Lisää selvästi
Significant increase
- + Lisää lievästi
Slight increase
- + - Ei vaikutusta
No effect
- Vähentää lievästi
Slight decrease
- - Vähentää selvästi
Significant decrease

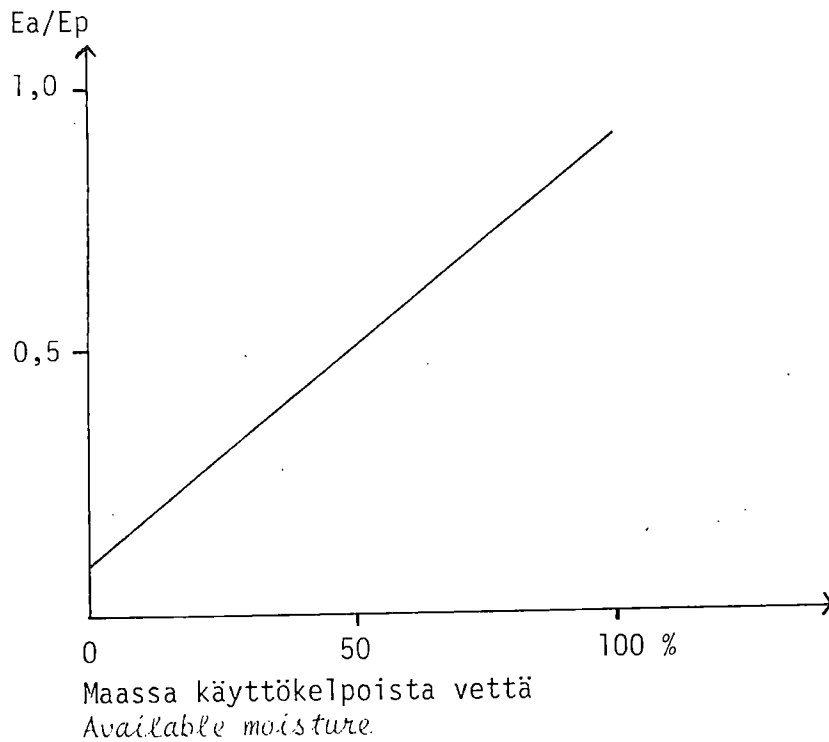
I. Maan kosteuden ennustaminen säähavaintojen avulla

Kastelukokeet osoittivat, että varomaton kastelu johtaa helposti sadon alenuksiin. Sen sijaan oikeaan aikaan suoritettu sadetus voi lisätä avomaan vihannesten satoa yli 10 tn/ha. Ongelmana on, kuinka viljelijä tietää oikean sadetusajankohdan. Karkeilla hietamailla ja hiekkamailla liian kastelun haitat ilmenevät lähinnä typen huuhtoutumisena. Hiesu- ja savespitoisuuden kasvaessa lisääntyy vaara, että liiallinen kastelu aiheuttaa maassa hapen puutetta.

Viljelijät ovat yleensä haluttomia mittaamaan maan kosteutta. Toisaalta maan kosteuden mittaaminen tuottaa koeoloissakin vaikeuksia. Suomessa samalla peltolohkolla on usein eri maalajeja, jotka kuivuvat eri nopeudella. Kosteuden mittaaminen yhdestä syvyydestä ei riitä. Käytännössä maan kosteuden mittaaminen tuottaa paljon työtä ja antaa helposti epävarman tuloksen. Tämän vuoksi on monissa maissa ryhdytty säähavaintojen avulla määrittämään sadetustarvetta. Viime vuosina on Pohjoismaissakin tehty tästä aiheesta useita tutkimuksia. Ennen kaikkea on mainittava tanskalaisten ASLYNGIN ja HANSENIN (1982) mallit maan vesitaseista ja kasvintuotannosta. Ruotsissa asiaa on selvitetty yhteistyössä amerikkalaisen tutkijan ERPENBECKIN (1982) kanssa. Äskettäin ruotsalainen LINNÉR (1984) on ennustanut säähavaintojen avulla perunamaan kosteutta. Suomalaisista tutkimuksista on mainittava esimerkiksi SEUNAN (1977) ja VAKKILAISEN (1982) tutkimukset.

Vihanneskoemaiden kosteuden ennustamisessa kokeiltiin hyvin yksinkertaista mallia. Perusolettamukset on tehty lähinnä ruotsalaisten tutkimusten perusteella. Mallin perusolettamukset ovat seuraavat:

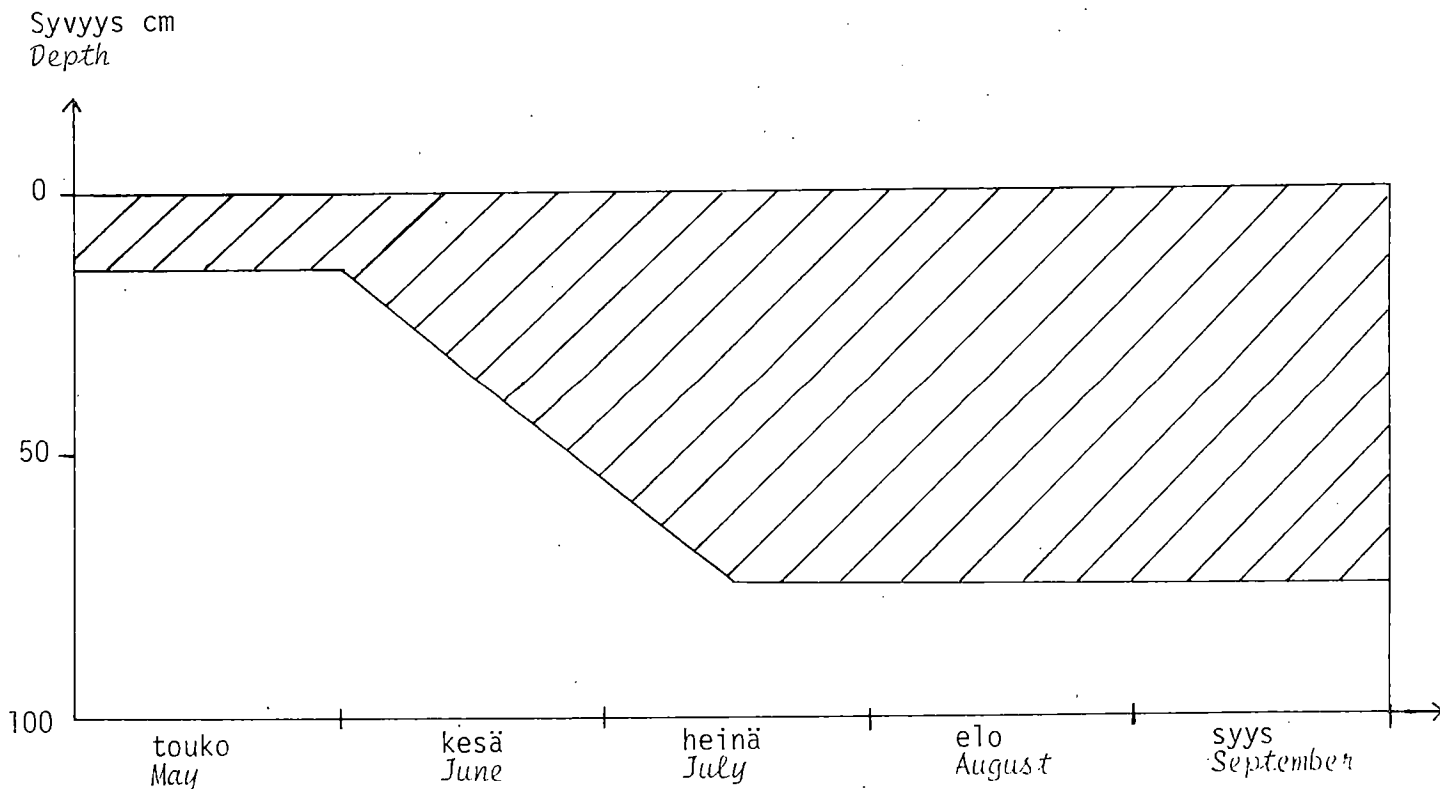
1. Maahan tuleva vesimäärä on sama kuin sademäärä
2. Kenttäkapasiteetin ylittävä vesi valuu vuorokauden sisällä ojastoon.
3. Todellisen haihdunnan (E_a) suhde potentiaaliseen haihduntaan (E_p) riippuu kuvan 8 mukaisesti maan kosteudesta.



Kuva 8. Todellisen haihdunnan E_a suhde potentiaaliseen haihduntaan E_p ja maan käyttökelpoisen veden määrä.

Fig. 8. Ratio between actual evapotranspiration rate E_a and potential evaporation rate E_p as a function of soil water content.

4. Haihduntaan osallistuvan maakerroksen paksuus on kuvan 9 mukainen.



Kuva 9. Haihduntaan osallistuva maakerros.

Fig. 9. Effective soil depth in evapotranspiration calculations.

5. Hyötykapasiteetti on 18 tilavuus-%.

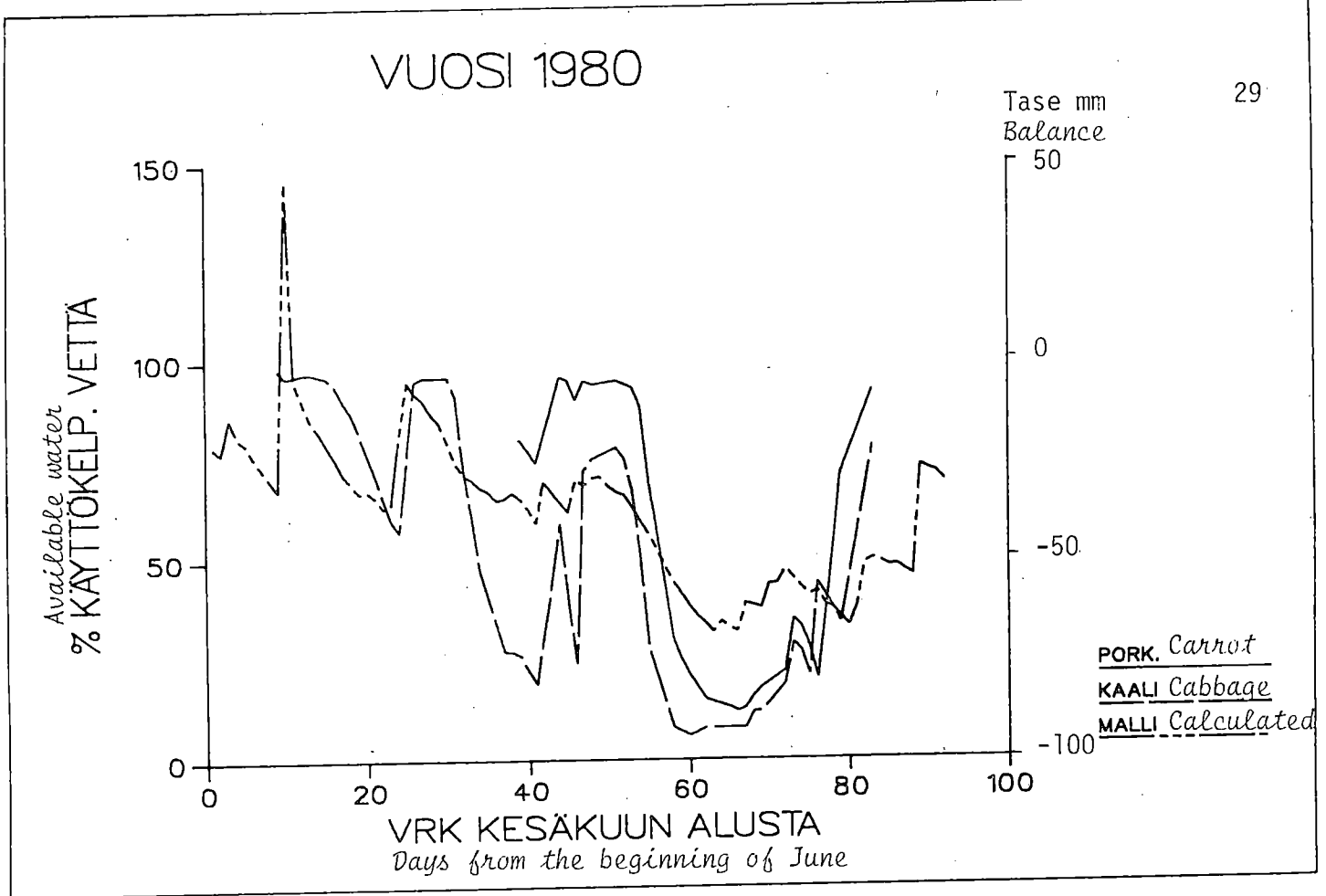
6. Laskenta alkaa 1.5., jolloin mallin mukaan maan kosteus vastaa kenttäkapasiteettia.

Mallia ei ole rakennettu maan kosteushavaintojen avulla. Jos mallin kertoimet lasketaan kosteushavaintojen avulla tai malli tehdään suorastaan regressiolaskennalla, riippuu useimmiten mallin käyttöarvo ennusteiden tekemisessä olosuhteista. Mitä vähemmän perusolettamukset riippuvat koeaineistosta, sitä yleisemmin mallia ilmeisesti voidaan käyttää maan kosteuden ennustamiseen.

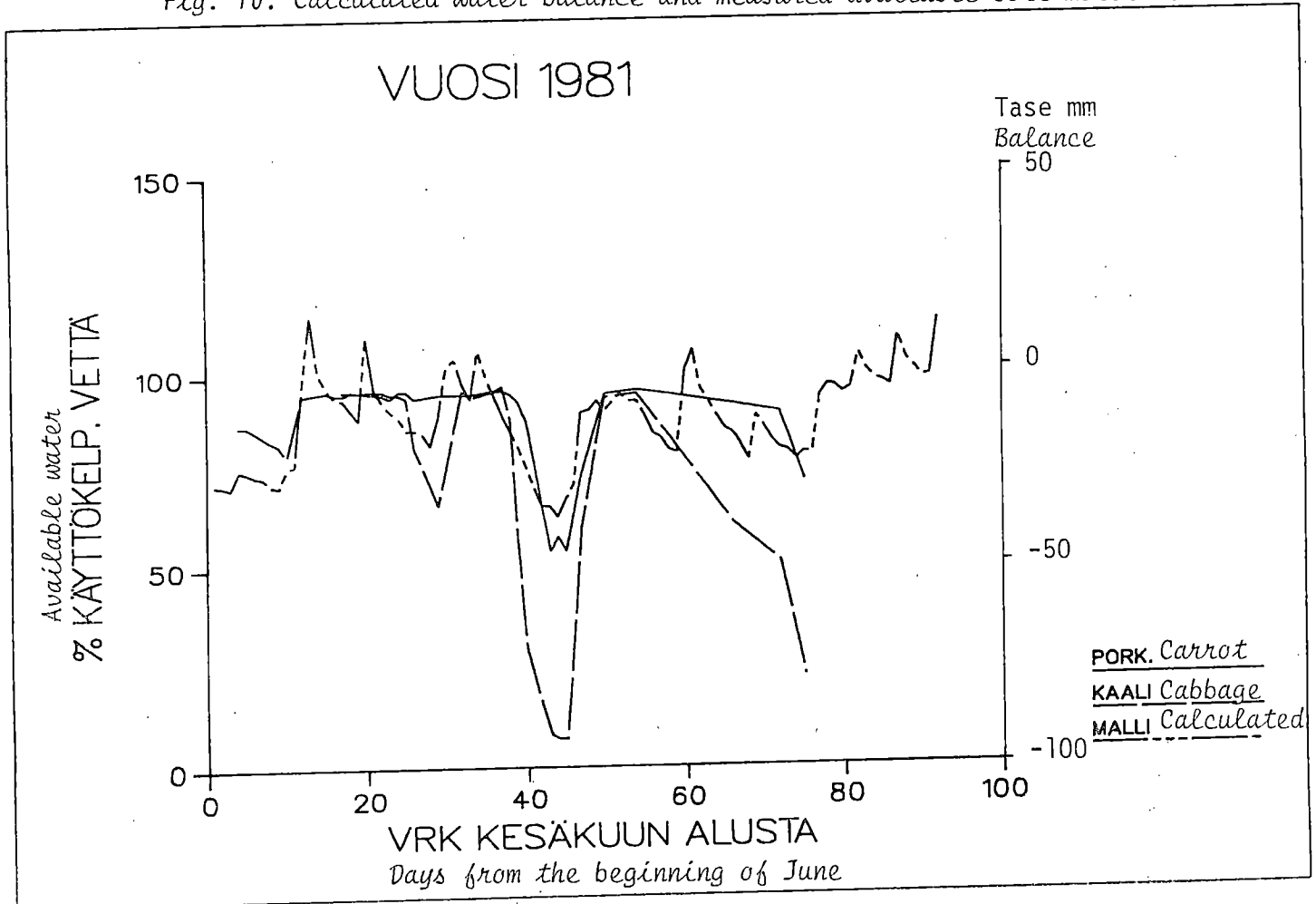
Mallin mukaiset vesitaseet (mm) on esitetty kesäkuukausille kuvissa 10-13. Samoihin kuviin on myös piirretty kipsiblokkien keskimääräiset lukemat 20 cm:n syvyydessä kastelematta jääneessä porkkana- ja kaalimaassa. Porkkanamaa oli kapillaarista hietamaata ja kaalimaa hietasavea. Koska maan vesitase ja kipsiblokin lukema 20 cm:n syvyydessä ilmaisevat eri asioita, eivät lasketut ja mitatut arvot ole teoriassa samoja. Merkille pantavaa on, että malli osoitti huomattavaa vesivajetta jo kesäkuussa v. -82, jolloin sipulin kastelulla kesäkuussa saatiin selvä sadon lisäys. Ilmeisesti on hyvät mahdollisuudet kehittää malli savimaan kosteusilanteen ennustamiseksi. Kuten kuvista nähdään, porkkanamaa on pysynyt melko kosteana myös vähäsateisena kesäkuuna v. -82. Kapillaaristen maiden vesitalous vaatii lisää tutkimuksia, ennenkuin voidaan ennustaa tällaisten maiden kosteutta. Myös tulisi tutkia eri vihanneskasvien juuriston kehitystä, jotta voitaisiin paremmin arvioida haihduntaan osallistuvan maakerroksen paksuus.

J. Tulosten tarkastelu

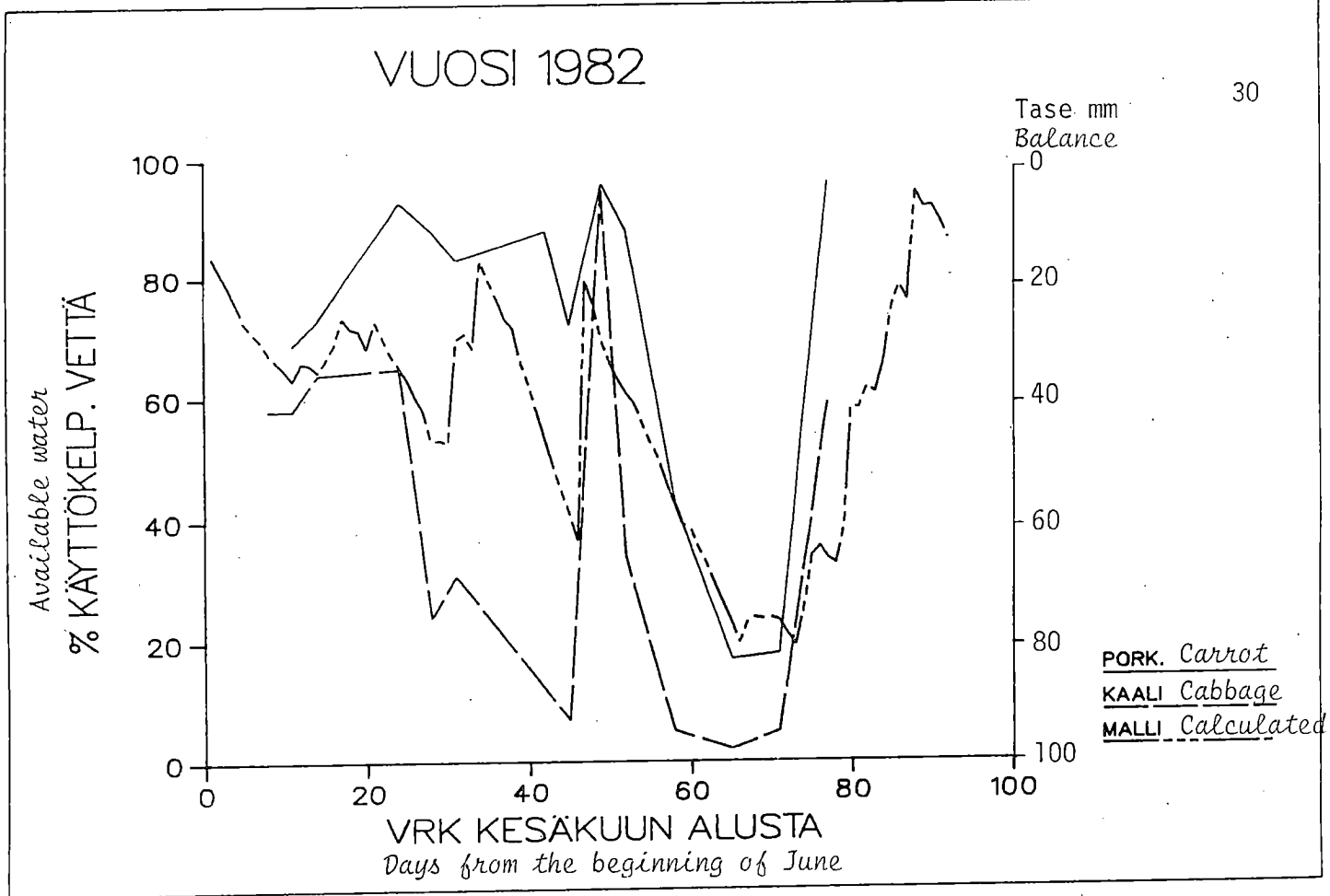
Runsaat sateet koevuosina häittäsivät kastelukokeiden järjestämistä. Veden merkitys olisi tullut paljon paremmin esille, jos yksikin kasvukausista olisi ollut hyvin kuiva. Käytännössä porkkanaa ja punajuurikasta kasvatetaan tavallisesti hienohieta- tai karkeahieta- sekä moreenimailla, jotka sisältävät vain vähän hiesua tai savesta. Porkkanan ja punajuurikkaan koemaat sisälsivät verrattain runsaasti savesta, vaikka valtafraktioina olivat hieta ja hiekka. Tuloksia ei voida suoraan soveltaa puhtaille karkeahieta- tai hiekkamaille, joissa veden kapillaarinen liike ylöspäin on vähäistä ja joiden kyky sitoa kasveille käyttökelpoista vettä on vähäinen. Tällaiset maat kuivuvat jo lyhyenkin poudan aikana, minkä vuoksi maita joudutaan kastelemaan useasti kesän



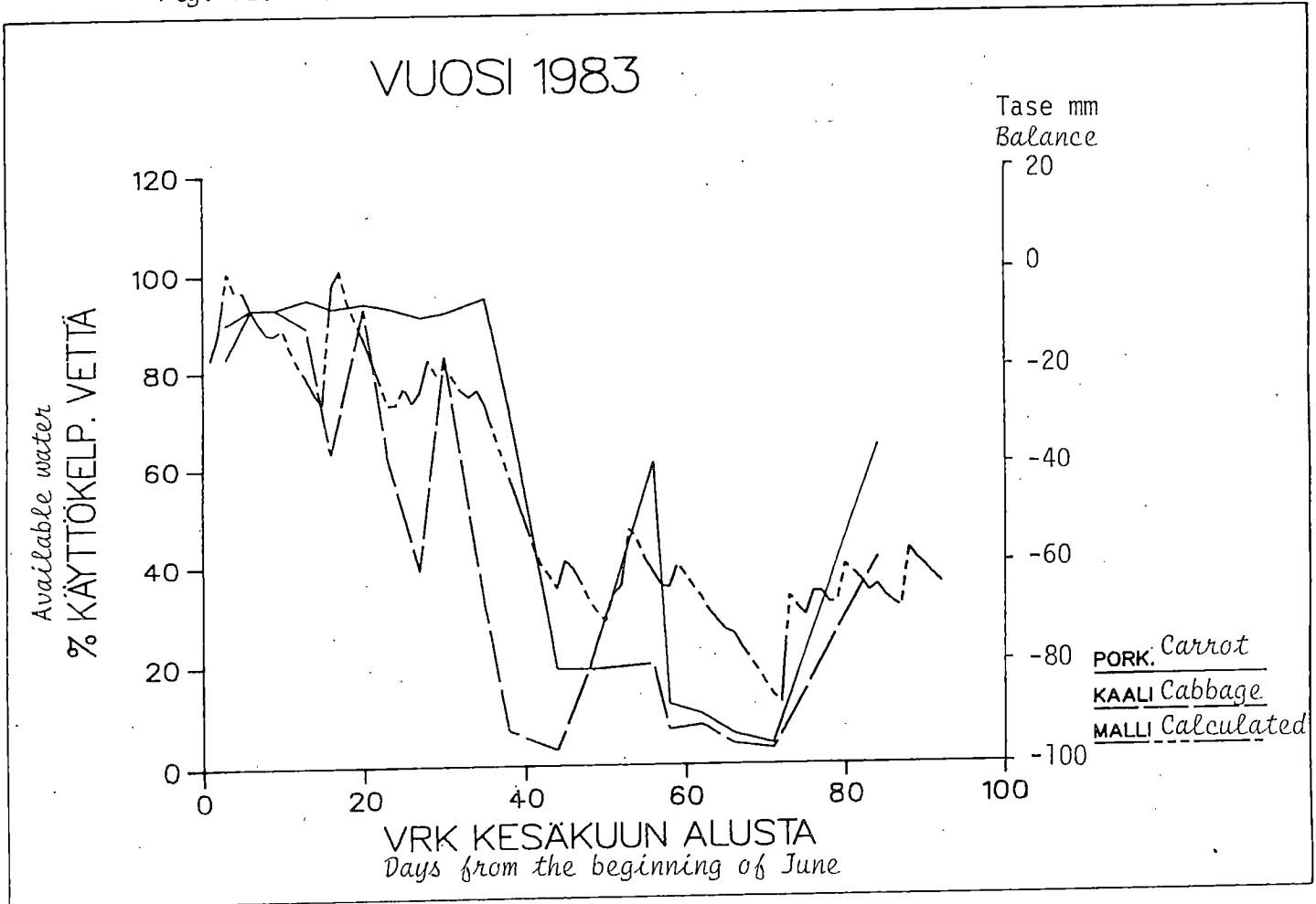
Kuva 10. Laskettu vesitase ja mitattu käyttökelpoinen vesi vuodelle 1980.
 Fig. 10. Calculated water balance and measured available soil moisture in 1980.



Kuva 11. Laskettu vesitalous ja mitattu käyttökelpoinen vesi vuodelle 1981.
 Fig. 11. Calculated water balance and measured available soil moisture in 1981.



Kuva 12. Laskettu vesitase ja mitattu käyttökelpoinen vesi vuodelle 1982.
Fig. 12. Calculated water balance and measured available soil moisture in 1982.



Kuva 13. Laskettu vesitase ja mitattu käyttökelpoinen vesi vuodelle 1983.
Fig. 13. Calculated water balance and measured available soil moisture in 1983.

aikana. Yllättävää koetuloksissa on kaalin usein suorastaan negatiivinen reaktio kasteluun. Kastelu on saattanut huonontaa kaalimaan rakennetta. Koska liiallinen kastelu voi johtaa sadonalennuksiin, on käytännössä kasteltava varoen. Oikean kastelun ajankohdan merkitys korostuu, jos vihannesmaa sisältää runsaasti hiesua tai savesta.

Kastelu ei tulosten mukaan ole erityisen merkittävä laatuun vaikuttava tekijä. Kastelu voi lisätä vähän kasvituotteiden vetisyyttä. Tällainen vaikutus voi olla etenkin loppukesän kastelulla.

Porkkana oli yllättävän vaatimaton lannoitetyypen suhteen. Kun porkkanan sato-taso on 40 tn/ha ja naatit kynnetään jatkuvasti maahan, voidaan 100 kg N/ha pitää riittävänä typpimääränä porkkanalle. Liiallinen typpilannoitus ei kuitenkaan näytä huonontavan porkkanan laatua. Typpilannoitus kohottaa voimakkaasti punajuurikkaan satoa. Runsaalla typpillä saadaan kuitenkin helposti liian suurikokoisia ja laadultaan huonoja punajuurikkaita. Typpi lisää punajuurikkaan vetisyyttä ja kohottaa jyrkästi nitraattityppipitoisuutta. Jos pyritään 30 tonnin hehtaarisatoon ja naatteja ei jatkuvassa viljelyssä korjata talteen, on noin 100 kg N/ha sopiva annos punajuurikkaalle.

Sipulisato on muuttunut vain vähän kohotettaessa typpiannosta 50 kg:sta 100 kg:aan. Typpi ei ole juuri vaikuttanut sipulin laatuun ja varastointikestävyyteen. Ylimääräisen typen suurin haitta on lisääntynyt lannoituskustannus. Kaksikymmentäviisi tonnia sipulia tarvitsee vain 70 kg väkilannoitetyyppeä hehtaarille, kun naatit on kynnetty edellisenä syksynä maahan.

Korkeaan kaalisatoon pääseminen vaatii voimakkaan typpilannoituksen. Tulosten mukaan 200 kg N keväällä annettuna ei riitä kaalille. Vuonna -84 tehdyn kokeen (ei julkaistu) mukaan typen jakaminen parantaa selvästi lannoitetyypen tehoa myöhäistä kaalia viljeltäessä. Voimaperäisessä kaalin viljelyssä tarvitaan ilmeisesti yhteensä lannoitetyyppeä noin 250 kg hehtaarille. Merkille pantavaa on, että typpi ei ole yhtenäkkään vuonna heikentänyt kaalin säilyvyyttä varastossa. Typpi on kuitenkin lievästi lisännyt kaalin vetisyyttä. Suoritetuissa kokeissa on kaalin nitraattityppipitoisuus jäänyt alhaiseksi. Useimmiten nitraatti-N pitoisuus on ollut alle 100 mg/kg tuoreainetta. Paitsi typen määräästä, nitraattityppipitoisuus kaalissa riippuu myös typen käyttötavasta. Typen antaminen jaettuna kohottaa kaalin nitraattipitoisuutta (DRAGLAND 1982).

Käytännössä typpi annetaan jaettuna monelle vihanneskasville. Koska osa typpistä levitetään kasvukauden aikana kylvön ja istutuksen jälkeen, typpitilanteen selvitys keskellä kasvukautta auttaisi suuresti typpilannoituksen mitoituksessa. Kysymykseen voisi tulla maan tai kasviaineksen nitraattityppimääritys puolivälissä kasvukautta.

Kirjallisuusluettelo

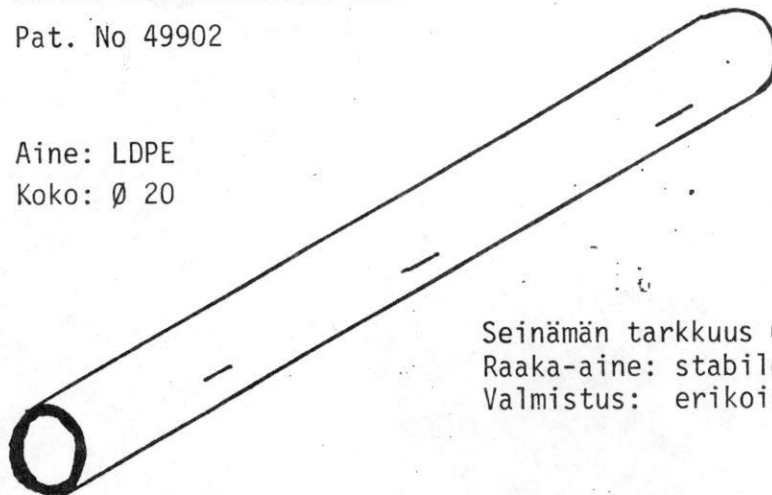
- ASLYNG, H.C. & HANSEN, S. 1982. Water Balance and Crop Production Simulation. Copenhagen. 200 p.
- DRAGLAND, S. 1975. Nitrogen- og vassbehov hos kepaløk. *Forsk. Fors. Landbr.* 26: 93-113.
- DRAGLAND, S. 1976a. Nitrogen- og vassbehov hos kvitkål. *Forsk. Fors. Landbr.* 27: 355-374.
- DRAGLAND, S. 1976b. Nitrogenbehov hos kvitkål med god vasstilgang i veksttida. *Forsk. Fors. Landbr.* 27: 375-391.
- DRAGLAND, S. 1978. Nitrogen- og vassbehov hos gulrot. *Forsk. Fors. Landbr.* 29: 139-159.
- DRAGLAND, S. 1981. Virkninger av tørke og plantetetthet på to sorter av rødbete. *Forsk. Fors. Landbr.* 32: 29-34.
- DRAGLAND, S. 1982. Nitrogenfordeling til sein kvitkål. *Forsk. Fors. Landbr.* 33: 27-35.
- ERPENBECK, J. M. 1982. Irrigation scheduling. Avd. för lantbrukets hydroteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet. Rapport 127. 135 s.
- LINNER, H. 1984. Markfuktighetens inflytande på evapotranspiration, tillväxt, näringsupptagning, avkastning och kvalitet hos potatis (*Solanum tuberosum* L.). Avd. för lantbrukets hydroteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet. Rapport 142. 153 s.
- NELSON, N. 1944. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. *J. Biol. Chem.* 153: 375-380.
- SEUNA, P. 1977. Kasteluun vaikuttavista hydrometeorologisista tekijöistä. *Vesientutkimuslaitoksen Julkaisuja* 24. 96 s.
- SOMOGYI, M. 1945. A new reagent for the determination of sugars. *J. Biol. Chem.* 160: 61-73.
- VAKKILAINEN, P. 1982. Maa-alueelta tapahtuvan haihdunnan arvioinnista. *Acta Universitatis Ouluensis. Series C. Technica* N:o 20. 146 s.

LIITEKUVAT

LISTEM-vuotokasteluputki

Pat. No 49902

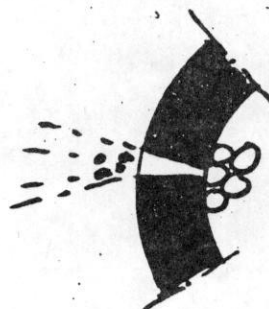
Aine: LDPE

Koko: \emptyset 20

Seinämän tarkkuus 0,1 mm
Raaka-aine: stabiloitu
Valmistus: erikoiskone



Vuodon alkaminen



Tukkeutuminen

Putkeen jää
isot roskat, jotka
voidaan huuhtoa
pois avaamalla
putken loppupää

Liitekuva 1. LISTEMA-kasteluputken toiminta.

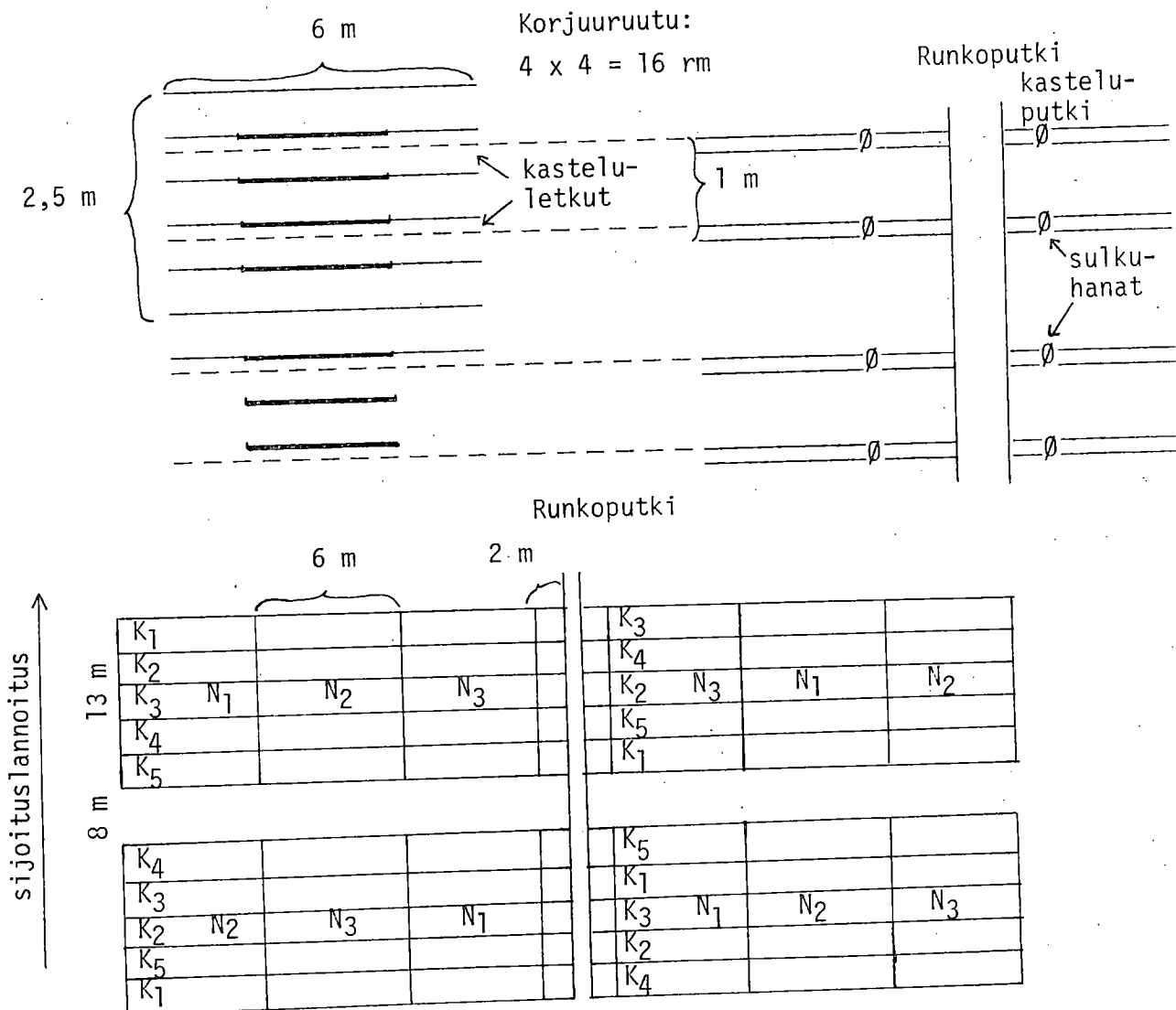
Kosteus

- K_1 = luonnollinen kosteus
 K_2 = tensiometrin lukema välillä 0.1 - 0.5 baaria
 K_3 = aikainen kastelu (kesäkuu)
 K_4 = kastelu keskellä kasvukautta (heinäkuu)
 K_5 = " kasvukauden lopulla (elokuu)

Typpilannoitus

- N_1 = typpimäärä 80 kg N/ha
 N_2 = " 120 kg N/ha
 N_3 = " 160 kg N/ha
- } sijoituslannoitus

Typpi annetaan oulunsalpietarina. Koko koealueelle levitetään puutarhan PK-lannosta 1000 kg/ha. Siemen kylvetään (6 rivisellä) Nibex-koneella. Lajike Nantes Fancy Notabene 405. Riviväli 50 cm. Taimikastelu tarpeen vaatiessa kaikilla ruuduilla.



Liitekuva 2. Porkkanan kenttäkoekartta.

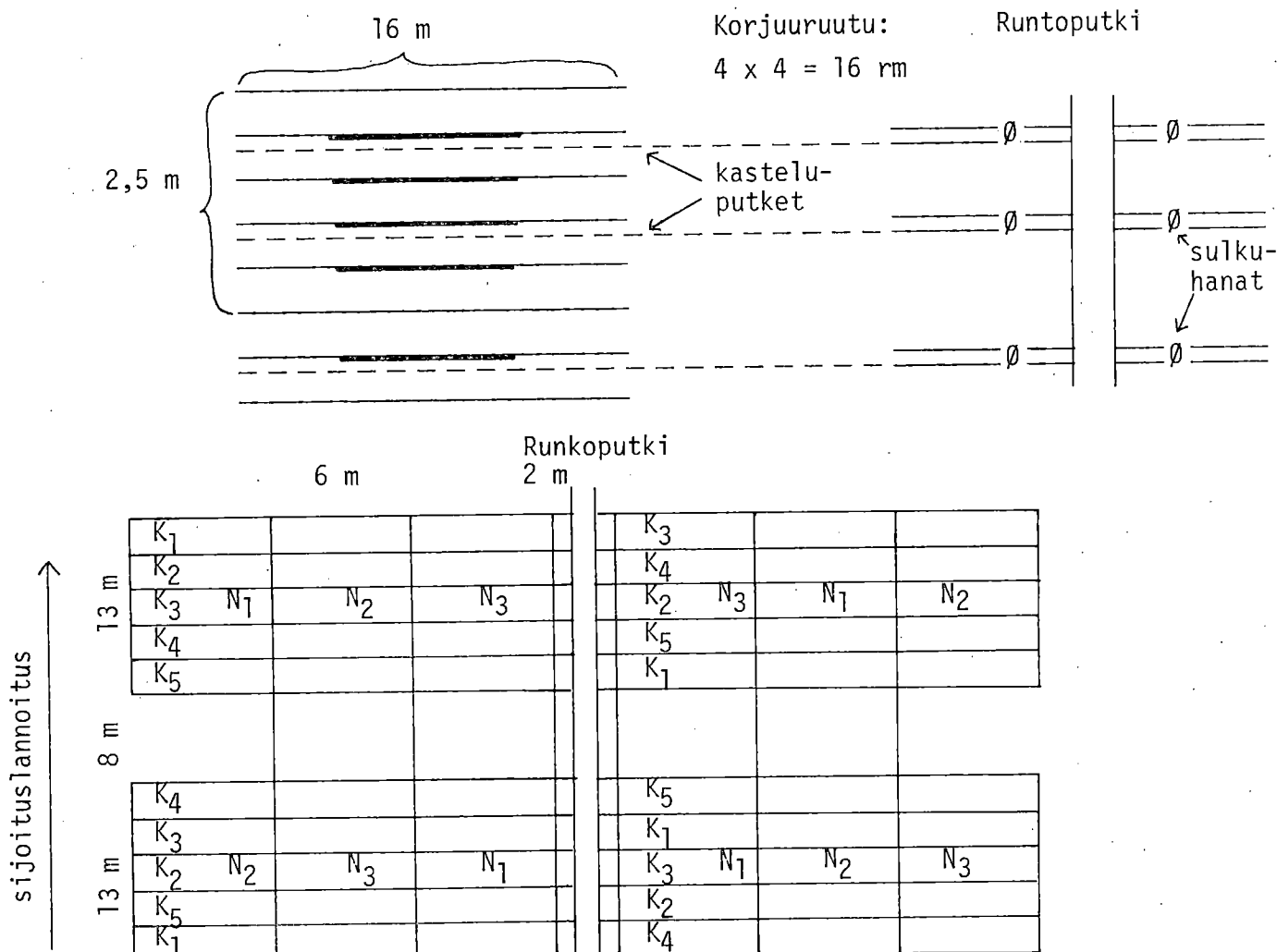
Kosteus

- K_1 = luonnollinen kosteus
 K_2 = tensiometrin lukema välillä 0.1 - 0.5 baaria
 K_3 = aikainen kastelu (kesäkuu)
 K_4 = kastelu keskellä kasvukautta (heinäkuu)
 K_5 = " kasvukauden lopulla (elokuu)

Typpilannoitus

- N_1 = typpimäärä 80 kg N/ha
 N_2 = " 120 kg N/ha
 N_3 = " 160 kg N/ha
- } sijoituslannoitus

Typpi annetaan oulunsalpietarina. Koko koealueella levitetään puutarhan PK-lannosta 1000 kg/ha. Siemen kylvetään (6-rivisellä) Nibex- tai Tume-koneella. Riviväli 50 cm. Taimistumiskastelu tarpeen vaatiessa kaikilla ruuduilla. Lajike: Rubia.



Liitekuva 3. Punajuurikkaan kenttäkoekartta.

Kosteus

K_1 = luonnollinen kosteus

K_2 = tensiometrin lukema välillä 0.1 - 0.5 baaria

K_3 = aikainen kastelu (kesäkuu)

K_4 = kastelu keskellä kasvukautta (heinäkuu)

K_5 = " kasvukauden lopulla (elokuu)

Typpilannoitus

N_1 = typpimäärä 50 kg N/ha

N_2 = " 100 kg N/ha

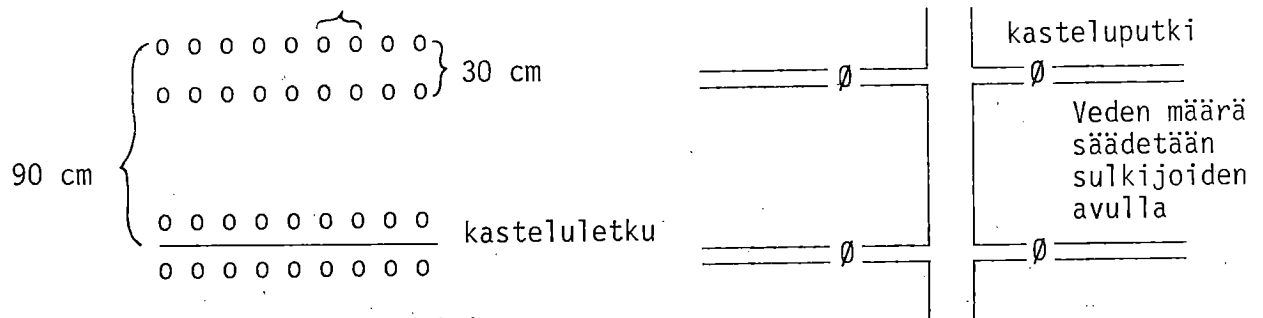
N_3 = " 150 kg N/ha

sijoituslannoitus

Istutuksen aikaan kastellaan koko koekenttä. Koejäsenet K_3 , K_4 ja K_5 : kastelu kenttäkapasiteettiin. Typpi annetaan ousalpierrarina ja sijoitetaan tavallisella sijoittimella. Koko koealueelle levitetään keväällä 1000 kg/ha puutarhan PK-lannosta. Istutukseen käytetään lämpökäsiteltyjä pikkuistukkaita. Lajike: Stuttgarter Riesen. Pistokastarve 5000 kpl.

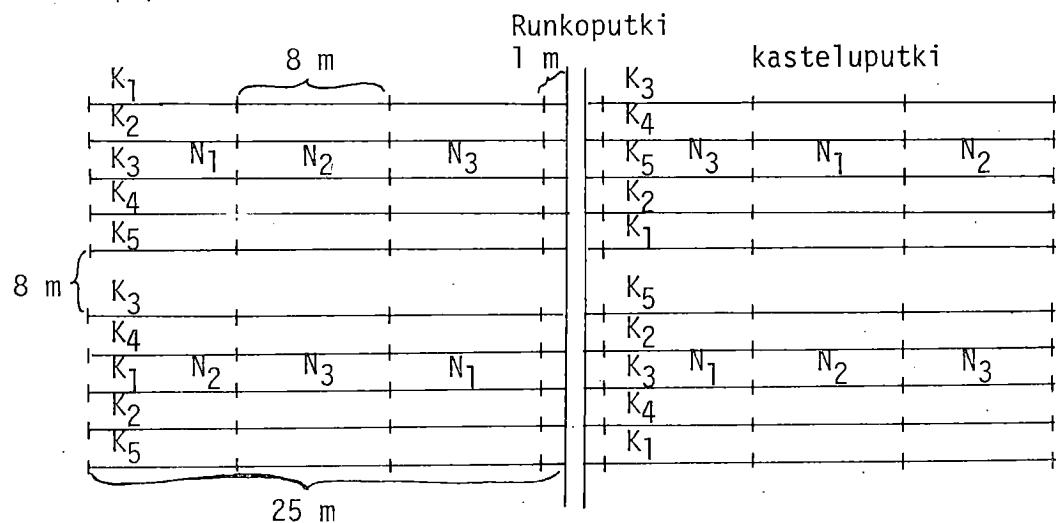
Koekenttä: 20 cm

Runkoputki



Bruttoruutu 8 m:n kaksoisrivi,
netturuutu 6 m.

Taimia 60 kpl/netturuutu



Liitekuva 4. Sipulin kenttäkoekartta.

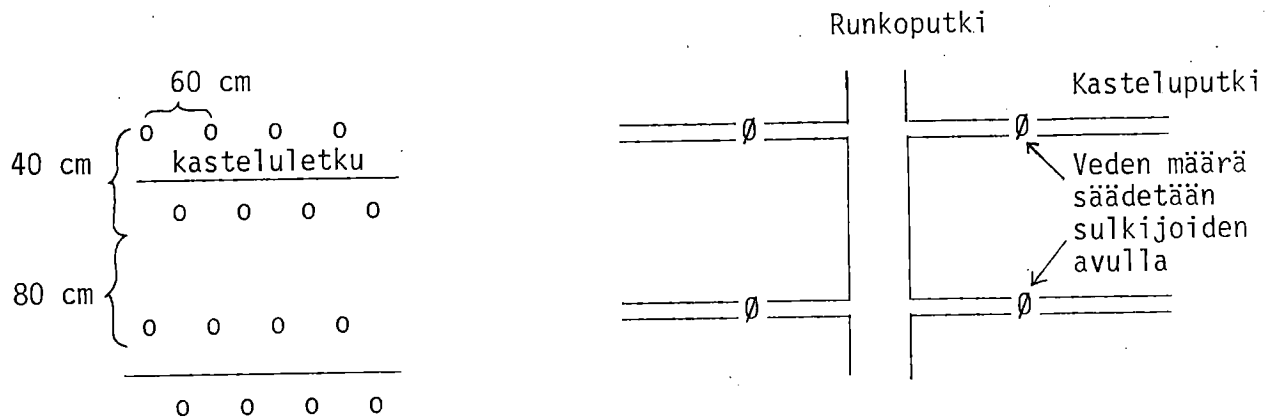
Kosteus

- K_1 = luonnollinen kosteus
 K_2 = tensiometrin lukema välillä 0.1 - 0.5 baaria
 K_3 = aikainen kastelu (kesäkuu)
 K_4 = kastelu keskellä kasvukautta (heinäkuu)
 K_5 = " kasvukauden lopulla (elokuu)

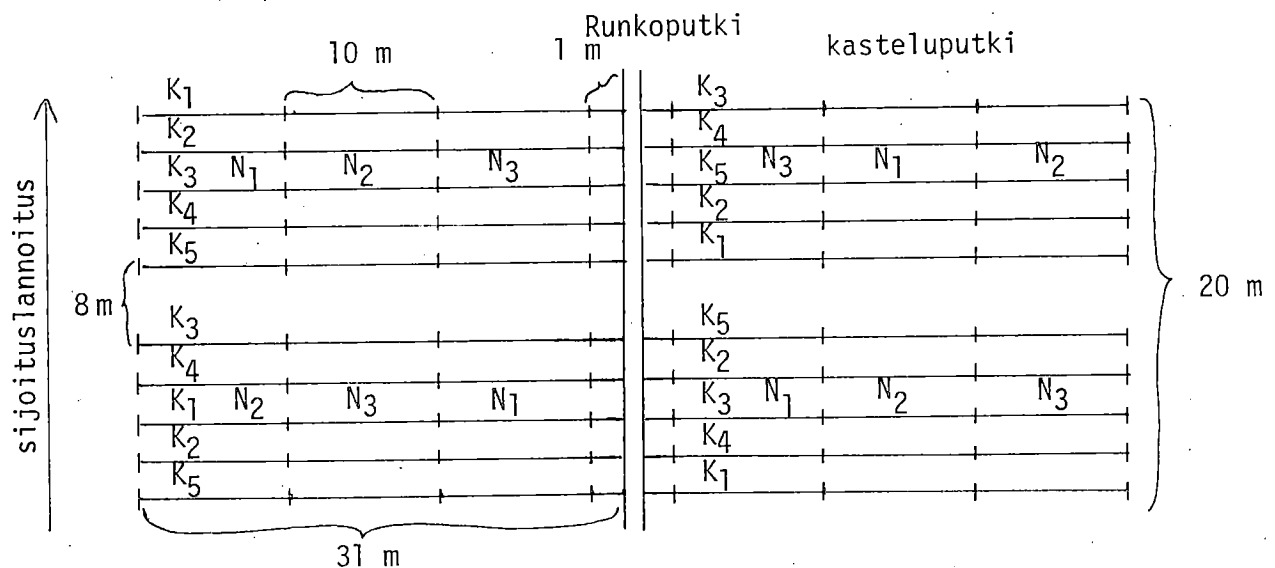
Typpilannoitus

- N_1 = typpimäärä 100 kg N/ha
 N_2 = " 150 kg N/ha
 N_3 = " 200 kg N/ha
- } sijoituslannoitus

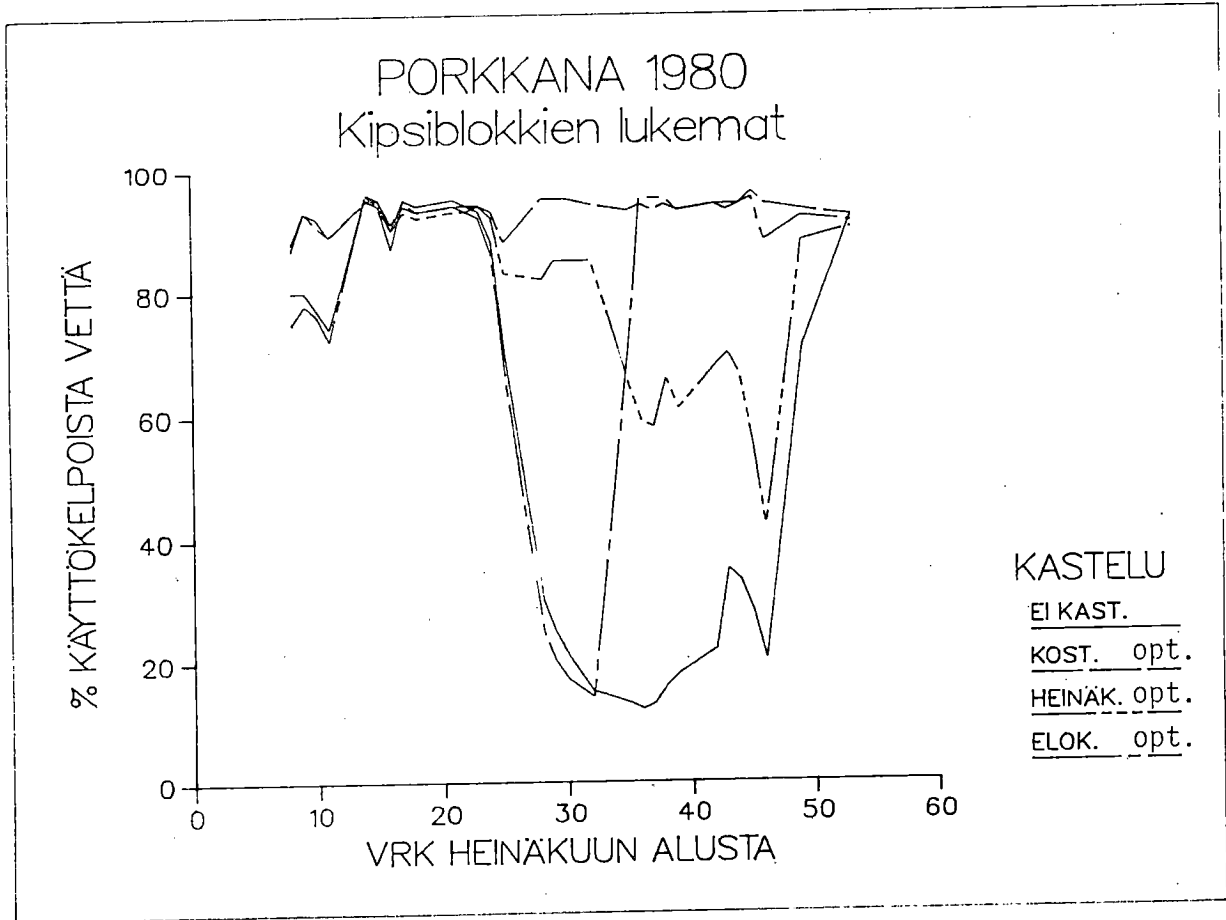
Istutuksen aikaan kastellaan koko koealue. Typpi annetaan oulunsalpietarina. Peruslannoituksena käytetään puutarhan PK-lannosta 1200 kg/ha. Lajike: Amager halvhög. Taimikasvatus turve- tai paperipoteissa. Taimitarve 2067 kpl.



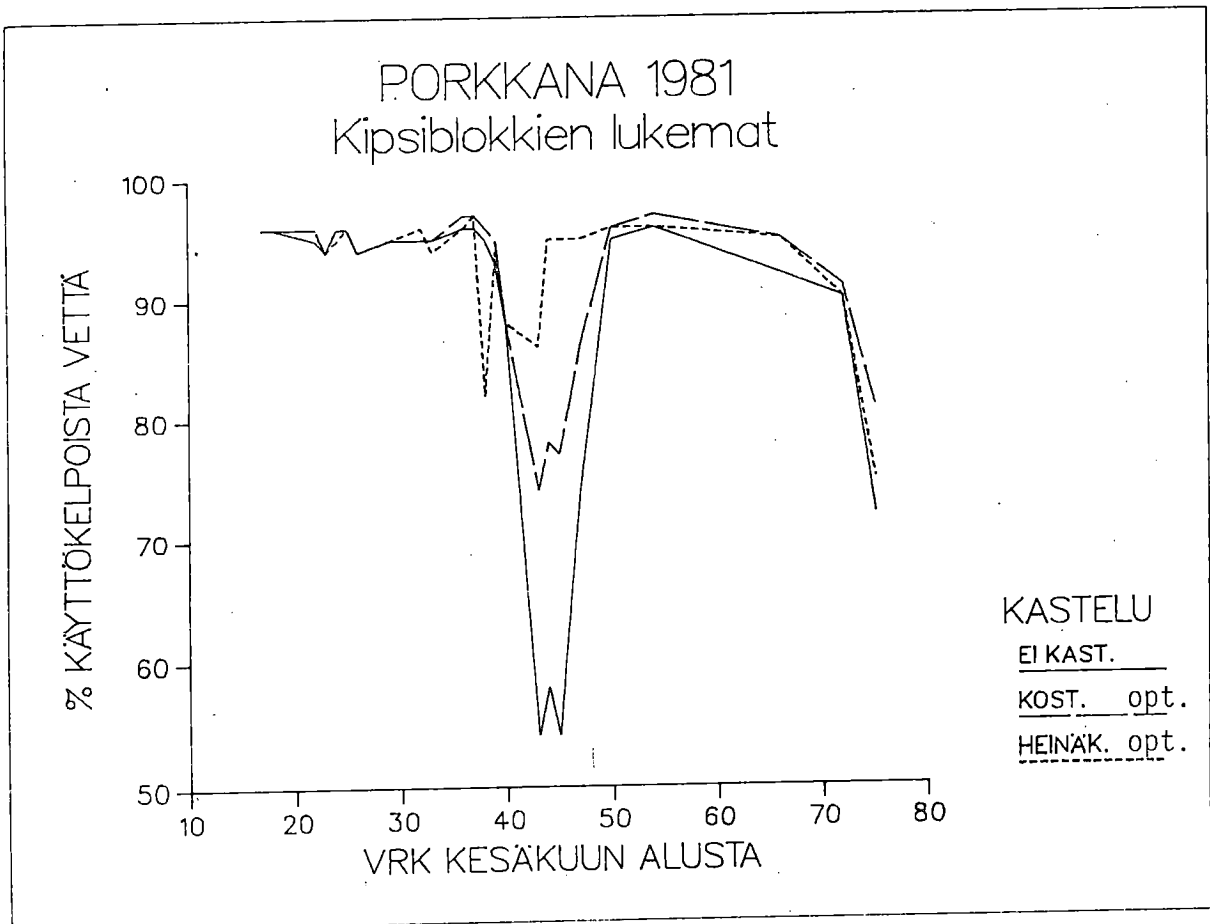
Bruttoreuutu 10 m
 kaksoisrivi, nettoruutu 8 m
 Taimia 27 kpl/nettoruutu



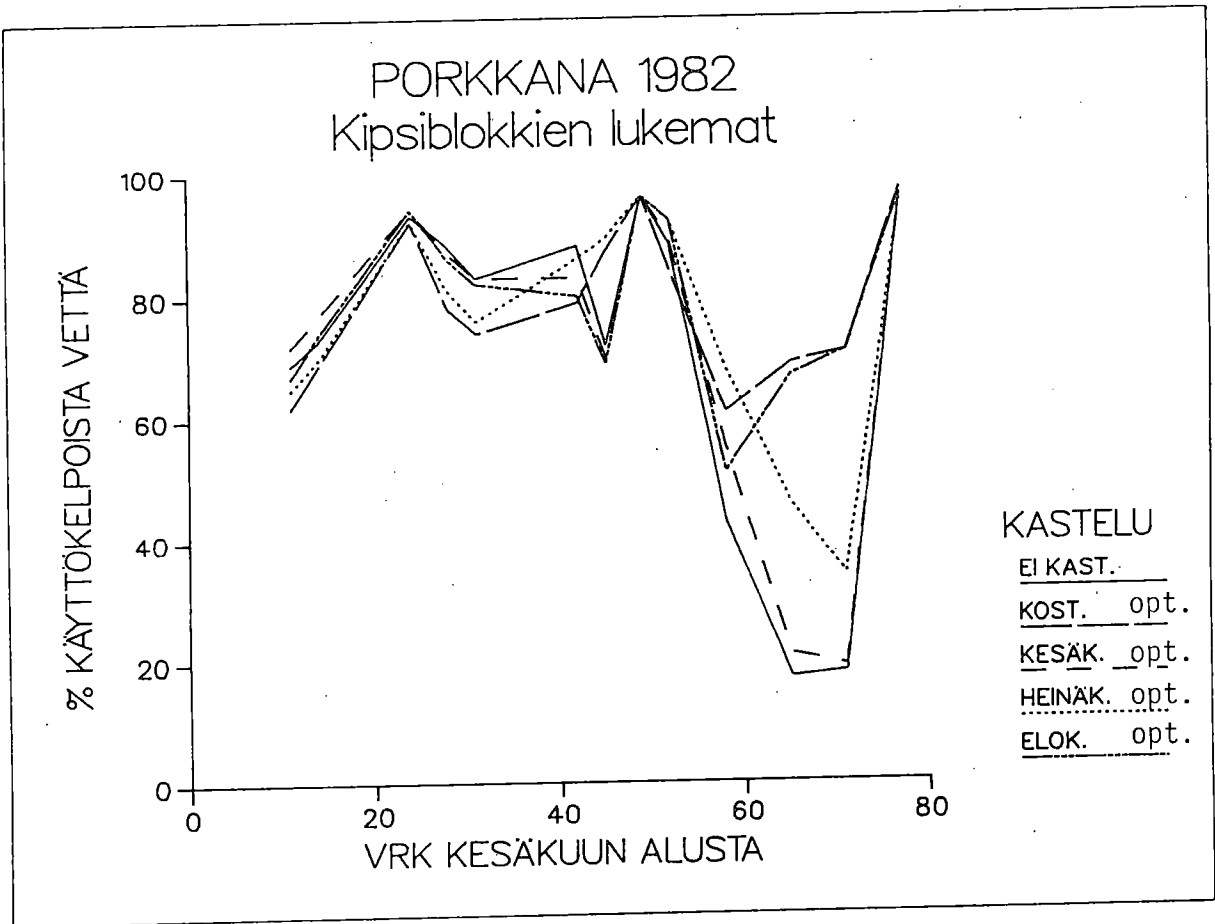
Liitekuva 5. Kaalin kenttäkoekartta.



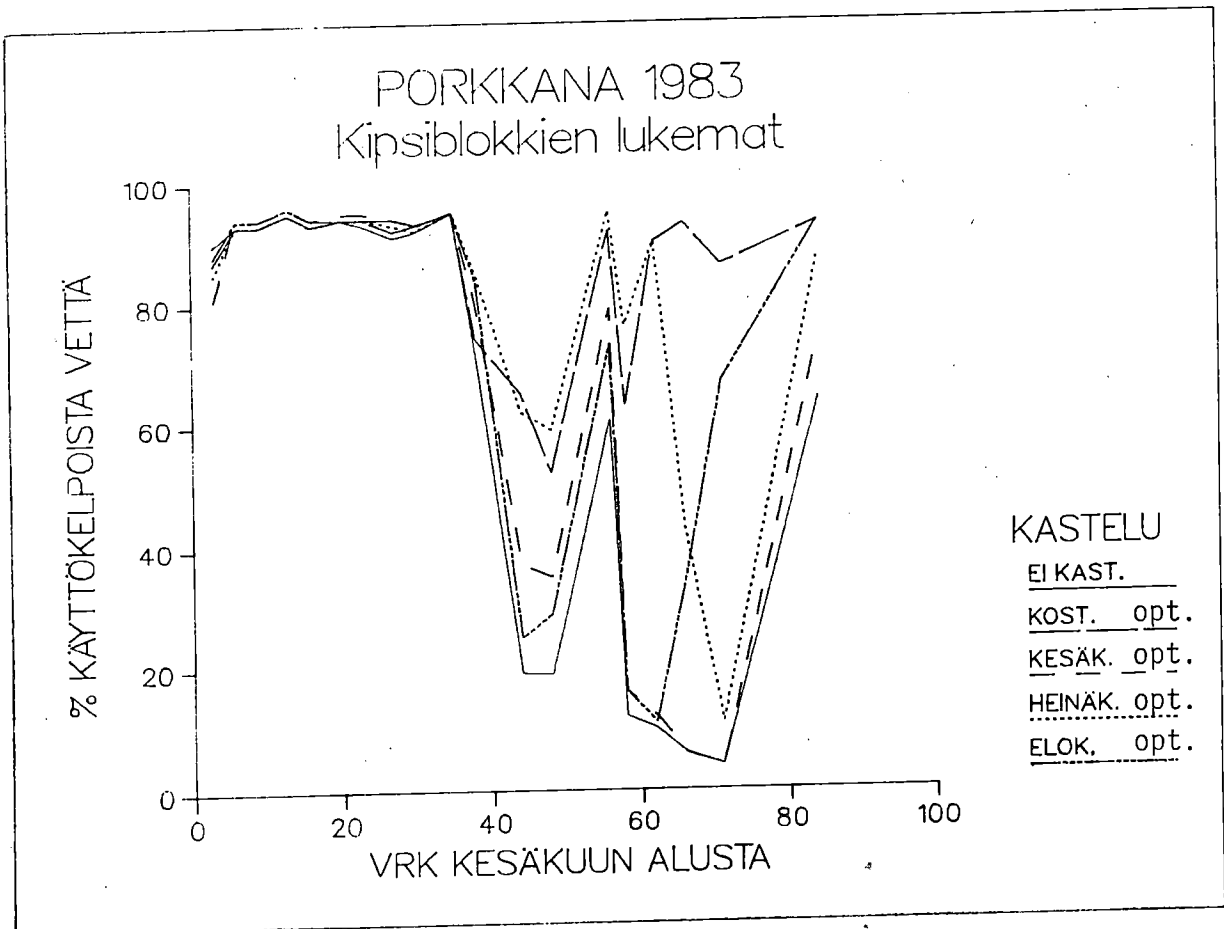
Liitekuva 6.



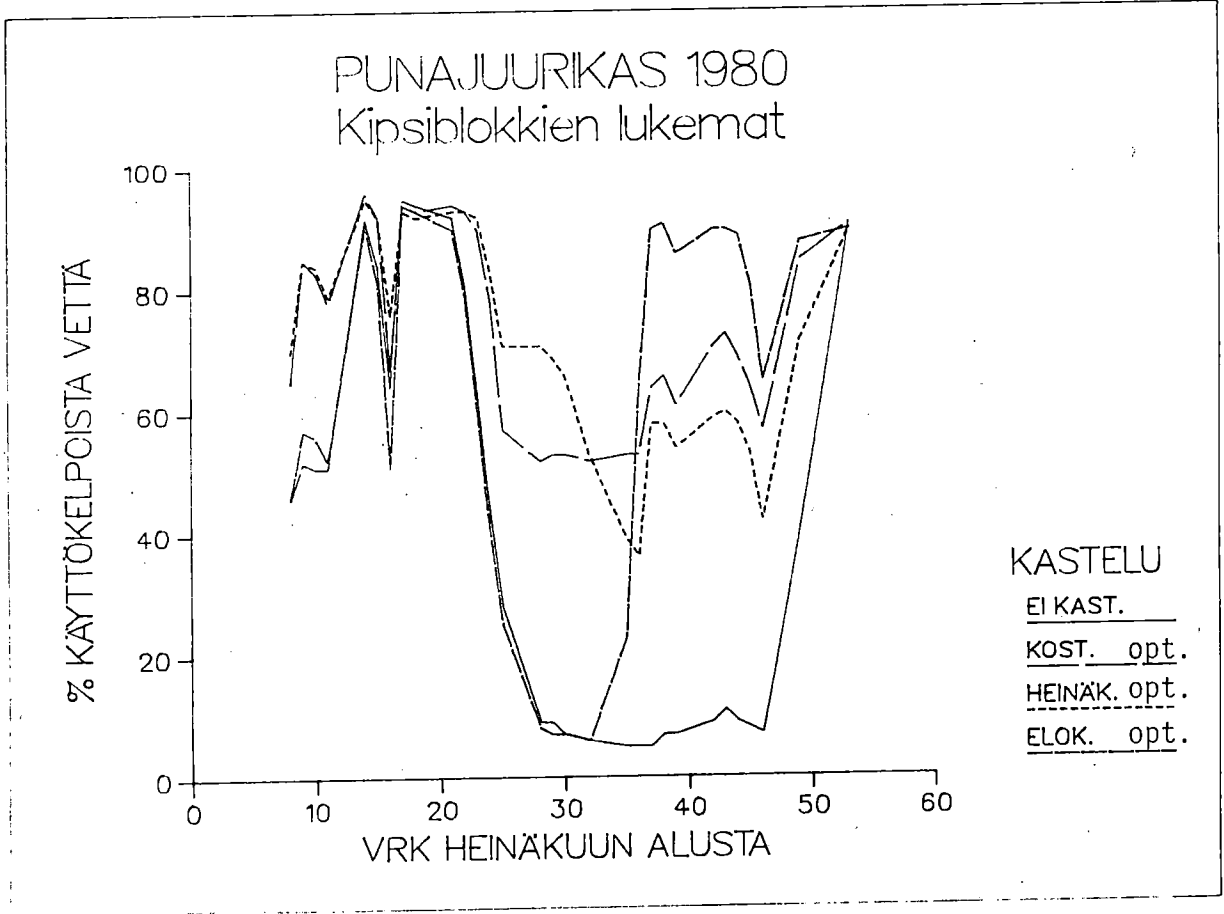
Liitekuva 7.



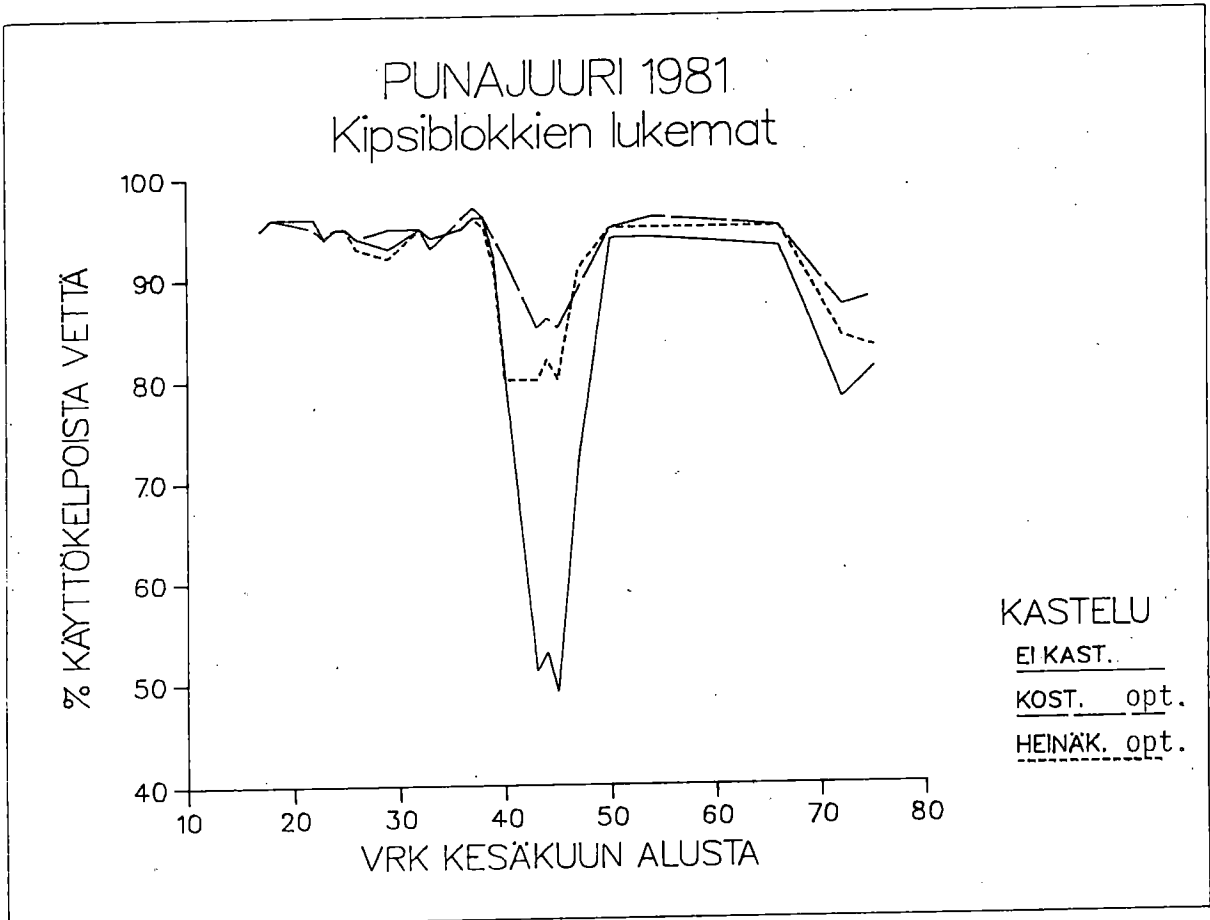
Liitekuva 8.



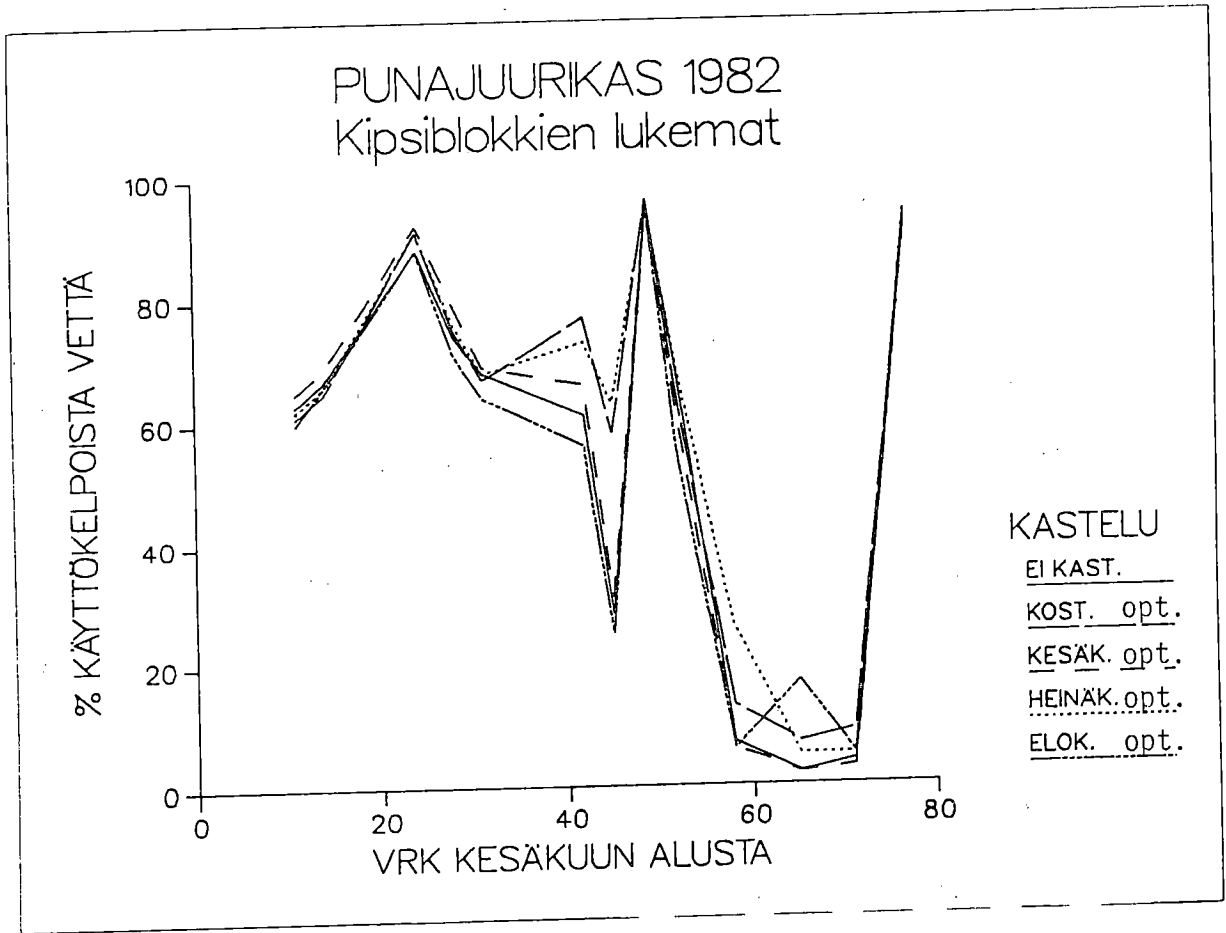
Liitekuva 9.



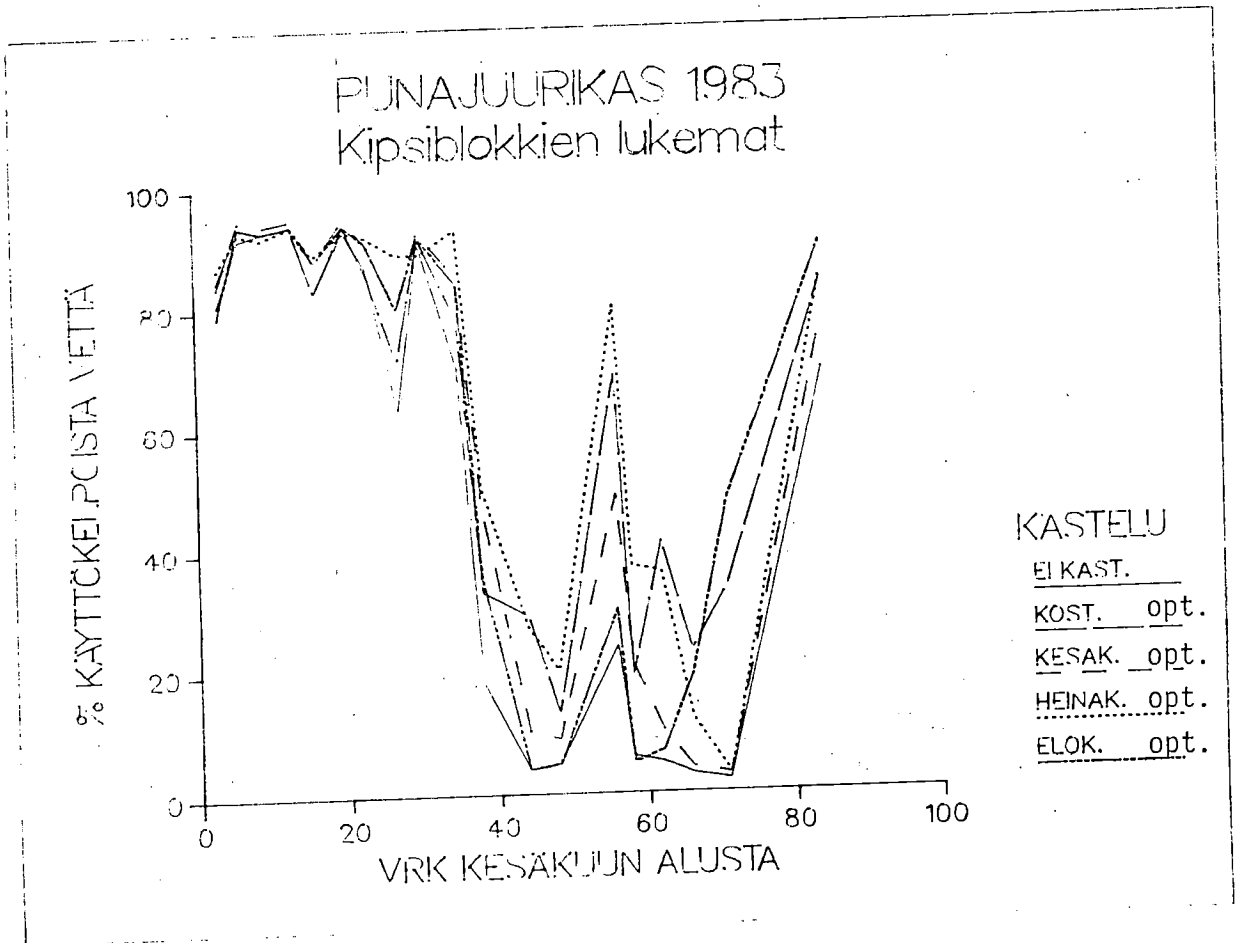
Liitekuva 10.



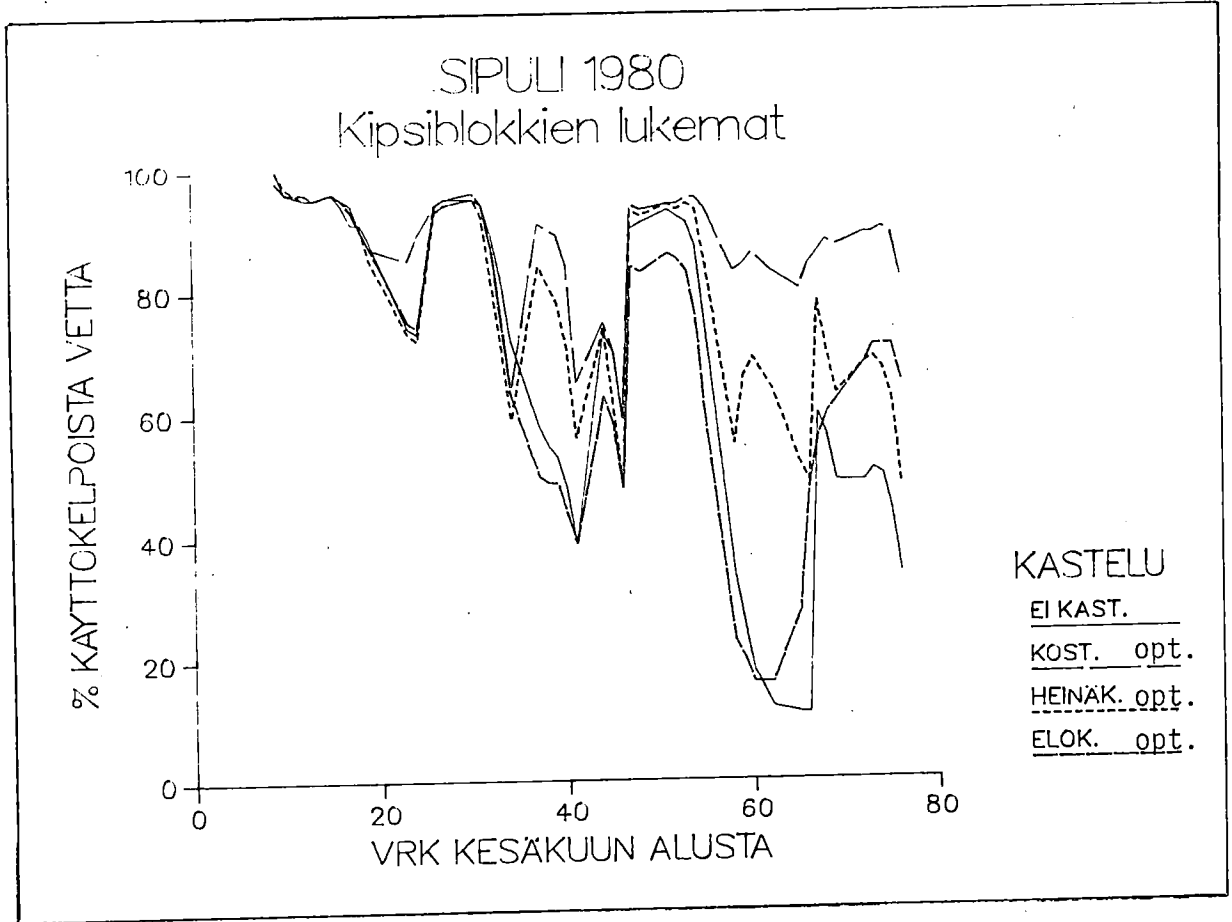
Liitekuva 11.



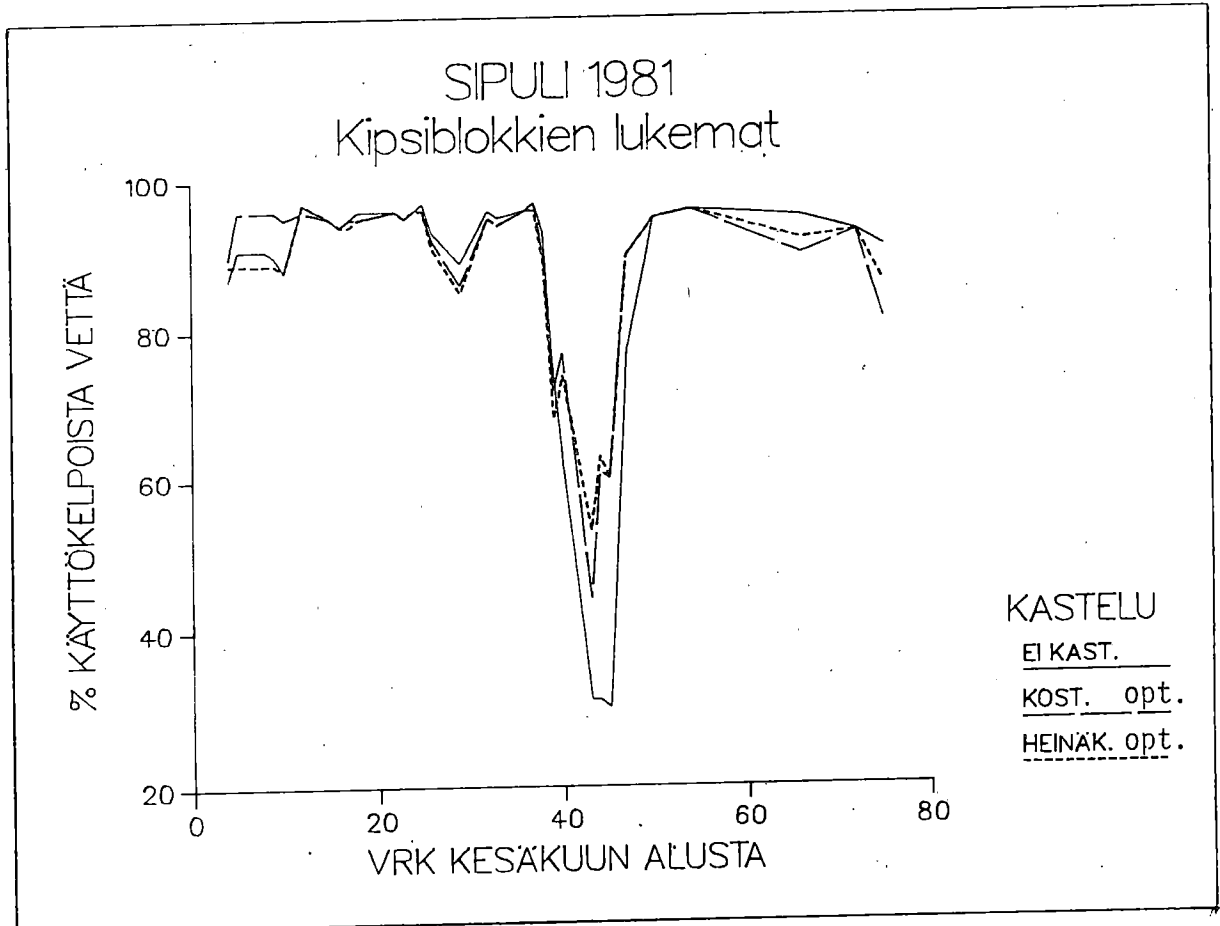
Liitekuva 12.



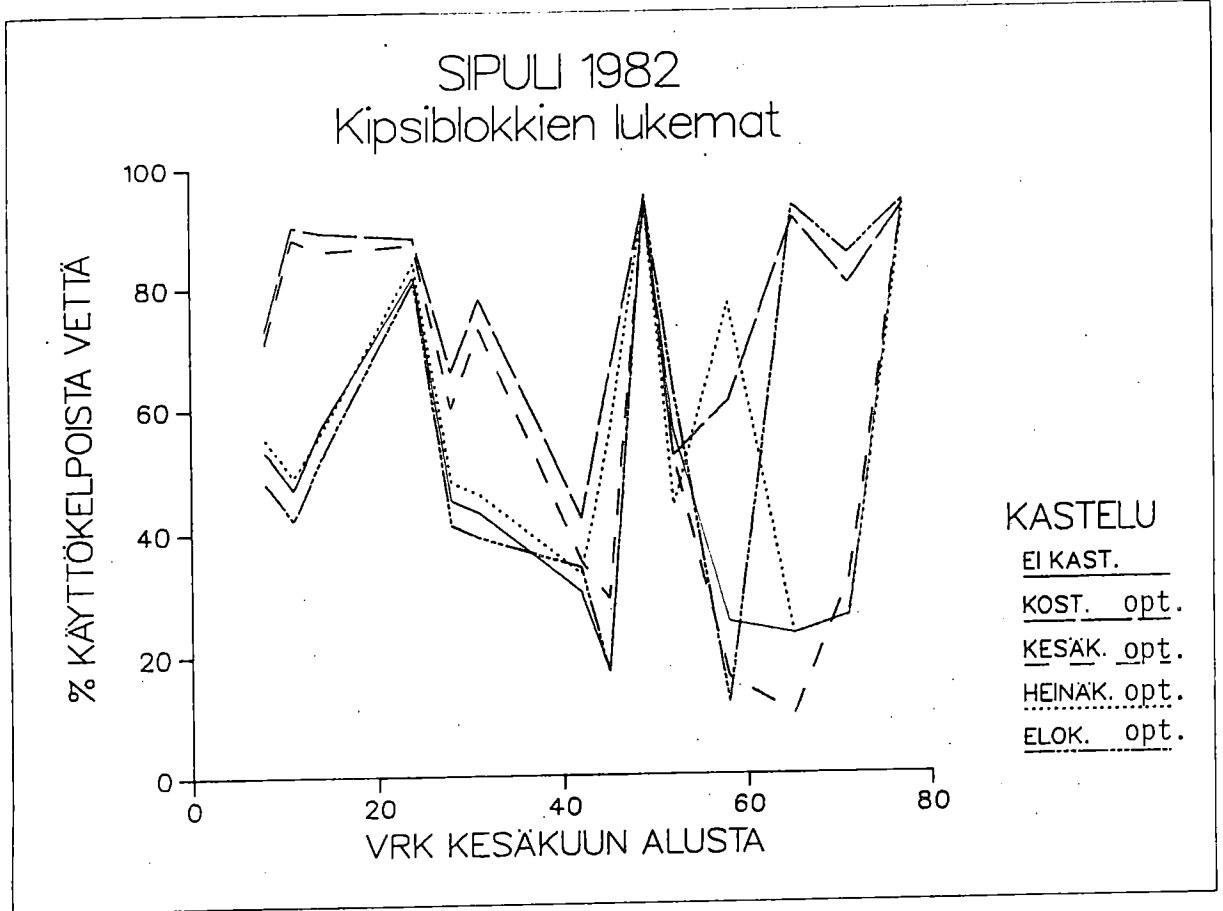
Liitekuva 13.



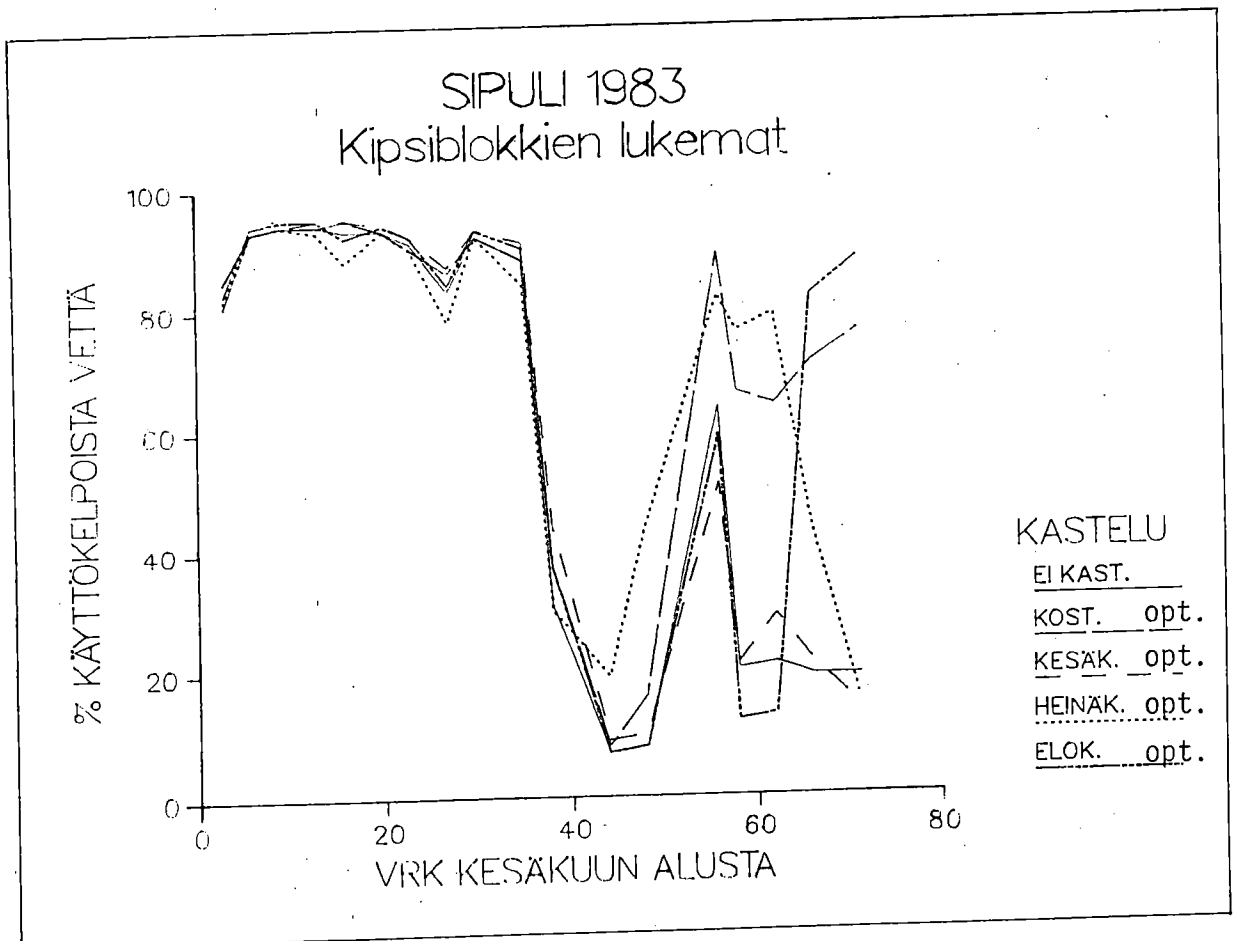
Liitekuva 14.



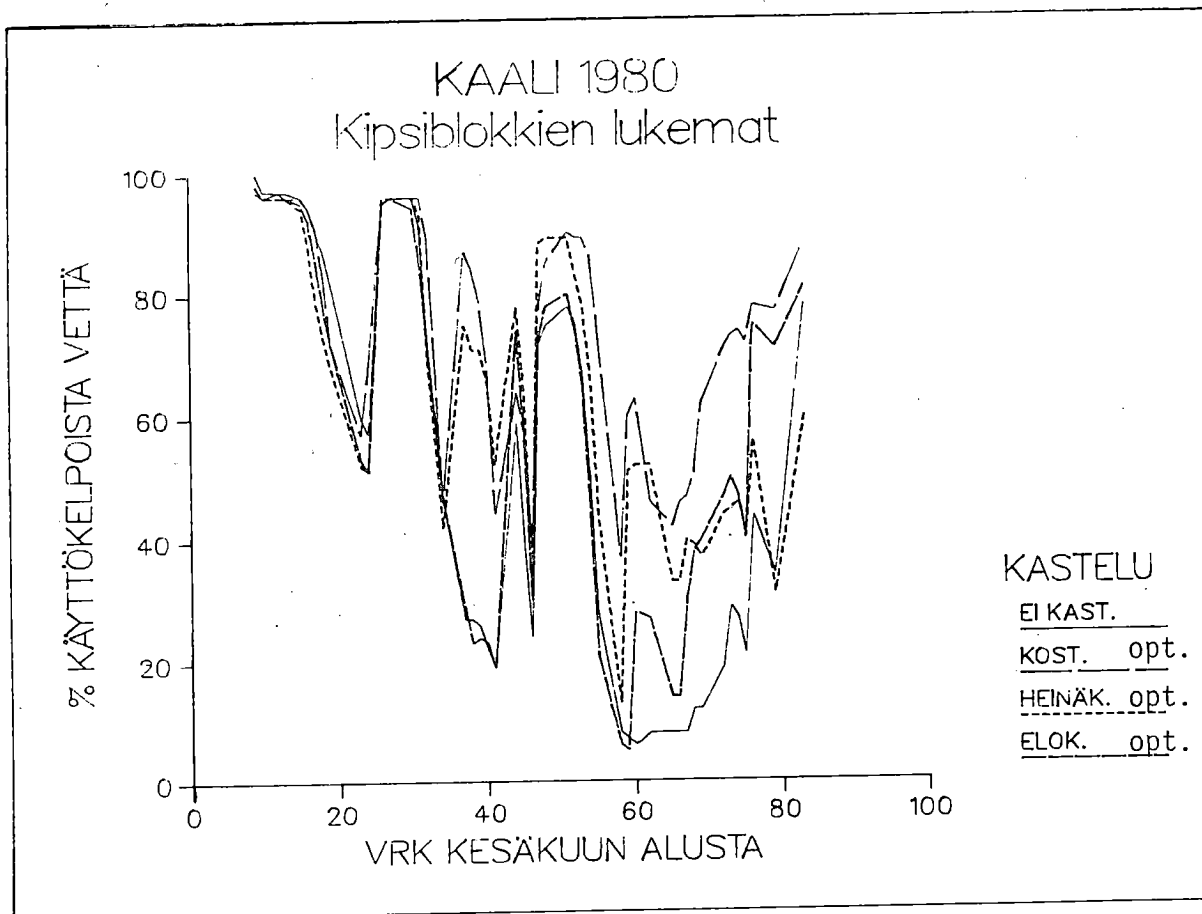
Liitekuva 15.



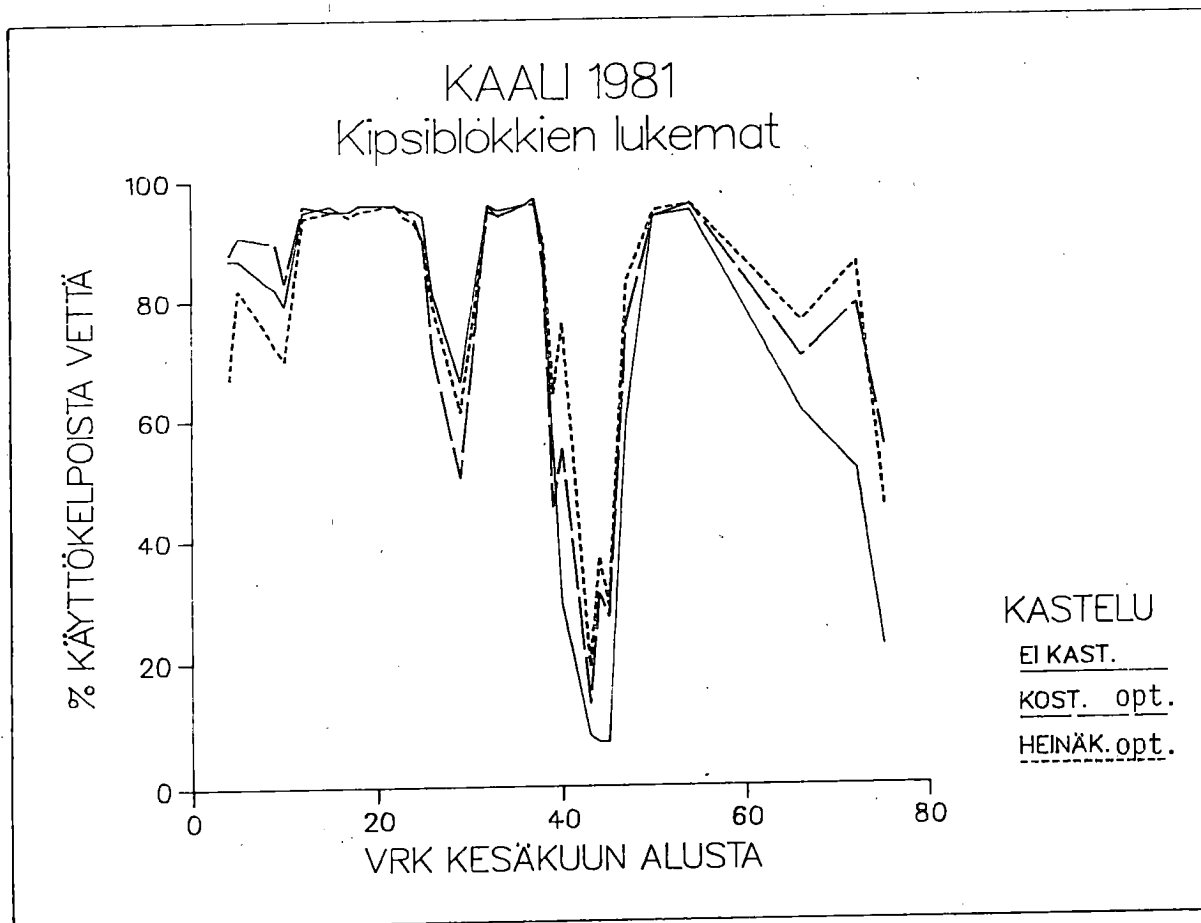
Liitekuva 16.



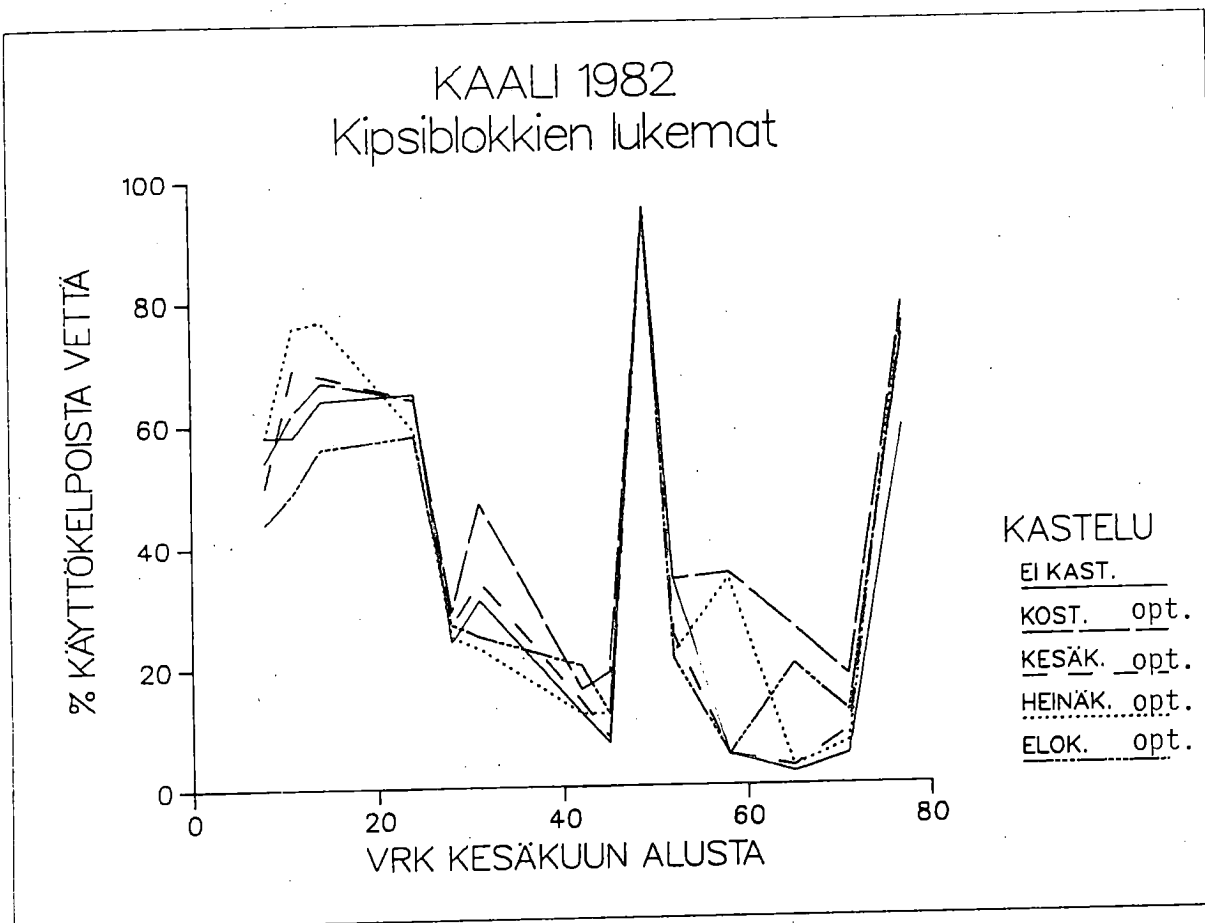
Liitekuva 17.



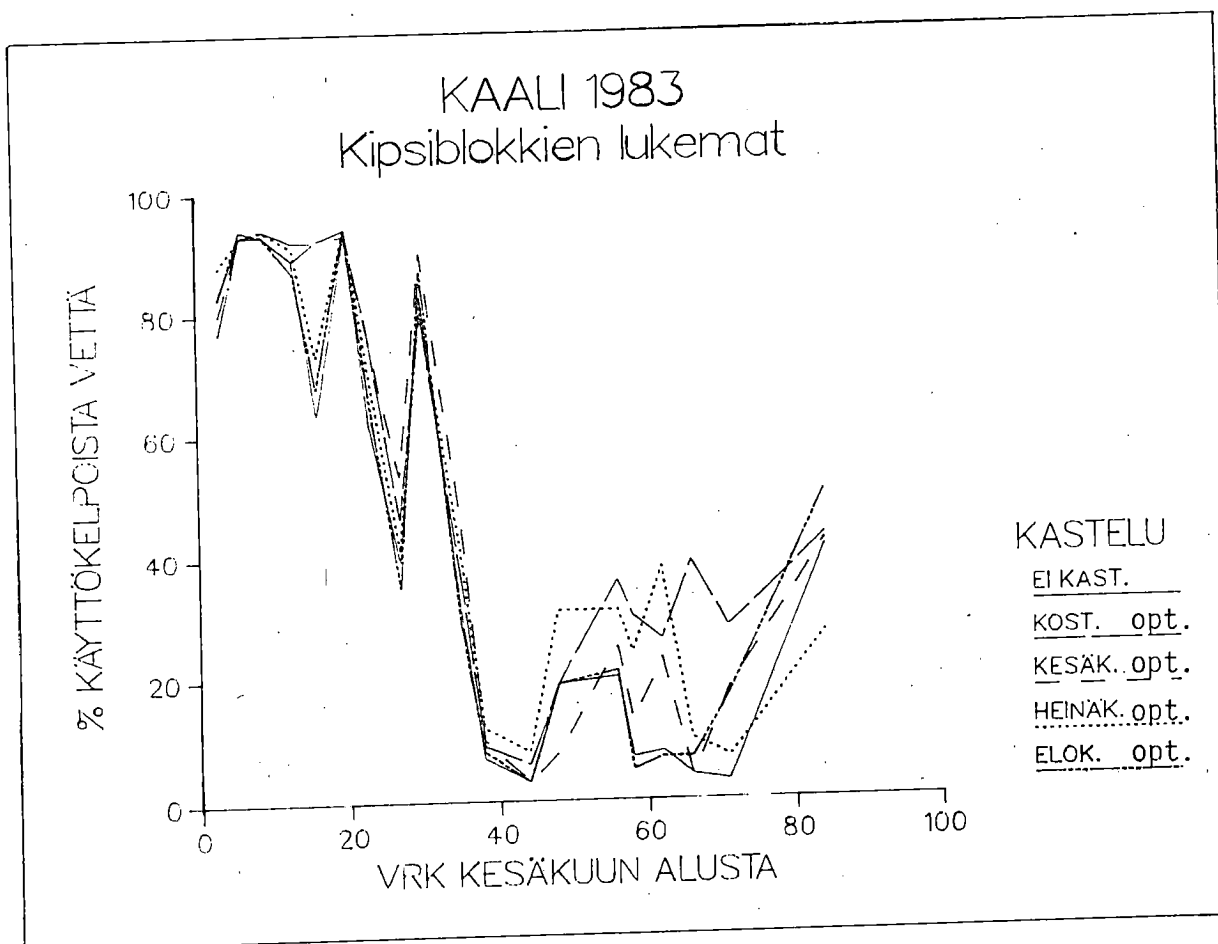
Liitekuva 18.



Liitekuva 19.



Liitekuva 20.



Liitekuva 21.

LIITETAULUKOT

Liitetaulukko 1. Kastelun vaikutus porkkanan pilaantumiseen varastossa. %.

	1980	1981	1982	1983
Ei kastelua	14	41	11	19
"Optimi" kosteus kasvukauden ajan	12	47	10	18
"Optimi" kosteus heinäkuun ajan	9		8	14
"Optimi" kosteus elokuun ajan	15		21	16
HSD	11	27	14	-13

Liitetaulukko 2. Kastelun vaikutus punajuurikkaan pilaantumiseen varastossa %.

	1980	1981	1982	1983
Ei kastelua	26	9	4	6
"Optimi" kosteus kasvukauden ajan	35	8	3	4
"Optimi" kosteus heinäkuun ajan	22		2	3
"Optimi" kosteus elokuun ajan	22		2	5
HSD	32	5	10	7

Liitetaulukko 3. Kastelun vaikutus sipulin pilaantumiseen varastossa %.

	1981	1982	1983
Ei kastelua	0,1	1,1	0,2
"Optimi" kosteus kasvukauden ajan	0,0	1,3	0,4
"Optimi" kosteus kesäkuun ajan	0,1	1,3	0,1
"Optimi" kosteus heinäkuun ajan		1,6	0,6
"Optimi" kosteus elokuun ajan		0,5	0,3
HSD	0,1	2,2	0,7
Vuoden -80 arvot puuttuvat			

Liitetaulukko 4. Kastelun vaikutus kaalin pilaantumiseen varastossa %.

	1980	1981	1982	1983
Ei kastelua	9	19	7	29
"Optimi" kosteus kasvukauden ajan	9	20	5	26
"Optimi" kosteus kesäkuun ajan	11	16	4	27
"Optimi" kosteus heinäkuun ajan	9		4	31
"Optimi" kosteus elokuun ajan	9		4	23
HSD	3	12	4	18

Liitetaulukko 5. Kastelun vaikutus porkkanasta lingotun mehun kuiva-ainepitoisuuteen %.

	1980	1981	1982	1983
Ei kastelua	9,3	9,6	9,1	10,6
"Optimi" kosteus kasvukauden ajan	9,0	9,5	9,0	9,2
"Optimi" kosteus heinäkuun ajan	9,1		9,3	9,5
"Optimi" kosteus elokuun ajan	9,0		9,1	9,2
HSD	0,3	0,4	0,5	0,6

Liitetaulukko 6. Kastelun vaikutus punajuurikkaasta lingotun mehun kuiva-ainepitoisuuteen %.

	1980	1981	1982	1983
Ei kastelua	12,8	12,9	12,4	15,7
"Optimi" kosteus kasvukauden ajan	12,3	12,8	12,6	13,8
"Optimi" kosteus heinäkuun ajan	12,2		12,4	14,1
"Optimi" kosteus elokuun ajan	11,8		12,8	13,9
HSD	0,7	1,1	1,1	0,8

Liitetaulukko 7. Kastelun vaikutus sipulista lingotun mehun kuiva-ainepitoisuuteen %.

	1980	1981	1982	1983
Ei kastelua	14,1	11,9	13,3	15,0
"Optimi" kosteus kasvukauden ajan	13,0	11,8	12,2	13,8
"Optimi" kosteus kesäkuun ajan	14,1	11,8	13,1	14,5
"Optimi" kosteus heinäkuun ajan	13,0		12,7	14,0
"Optimi" kosteus elokuun ajan	13,9		12,9	14,3
HSD	0,5	0,6	0,7	0,5

Liitetaulukko 8. Kastelun vaikutus kaalista lingotun mehun kuiva-ainepitoisuuteen %.

	1980	1981	1982	1983
Ei kastelua	7,2	7,4	7,8	7,4
"Optimi" kosteus kasvukauden ajan	7,1	7,5	7,8	7,4
"Optimi" kosteus kesäkuun ajan	6,8	7,5	7,7	7,3
"Optimi" kosteus heinäkuun ajan	7,3		8,0	7,5
"Optimi" kosteus elokuun ajan	6,9		8,0	7,3
HSD	0,2	0,6	0,6	0,4

Liitetaulukko 9. Kastelun vaikutus porkkanan kuiva-ainepitoisuuteen %.

	1980	1981	1982	1983
Ei kastelua	12,7	11,7	11,0	12,9
"Optimi" kosteus kasvukauden ajan	12,5	11,6	11,2	11,6
"Optimi" kosteus heinäkuun ajan	12,6		11,3	11,8
"Optimi" kosteus elokuun ajan	12,6		11,1	11,5
HSD	0,3	1,0	0,5	0,5

Liitetaulukko 10. Kastelun vaikutus punajuurikkaan kuiva-ainepitoisuuteen %.

	1980	1981	1982	1983
Ei kastelua	15,7	15,3	14,6	17,5
"Optimi" kosteus kasvukauden ajan	15,4	15,4	14,8	15,9
"Optimi" kosteus heinäkuun ajan	15,2		14,8	16,0
"Optimi" kosteus elokuun ajan	15,1		15,2	15,9
HSD	0,8	1,7	1,0	0,7

Liitetaulukko 11. Kastelun vaikutus sipulin kuiva-ainepitoisuuteen %.

	1980	1981	1982	1983
Ei kastelua	16,4	14,4	14,1	16,1
"Optimi" kosteus kasvukauden ajan	15,4	14,4	13,0	15,2
"Optimi" kosteus kesäkuun ajan	16,4	14,4	14,0	15,8
"Optimi" kosteus heinäkuun ajan	15,4		13,5	15,4
"Optimi" kosteus elokuun ajan	16,0		13,8	15,4
HSD	0,5	0,9	0,6	0,6

Liitetaulukko 12. Kastelun vaikutus kaalin kuiva-ainepitoisuuteen %.

	1980	1981	1982	1983
Ei kastelua	10,1	11,1	10,0	9,2
"Optimi" kosteus kasvukauden ajan	10,2	11,5	10,2	9,3
"Optimi" kosteus kesäkuun ajan	9,7	11,7	10,0	9,3
"Optimi" kosteus heinäkuun ajan	9,9		10,6	9,6
"Optimi" kosteus elokuun ajan	9,4		10,2	9,3
HSD	1,0	1,5	1,0	0,8

Liitetaulukko 13. Kastelun vaikutus porkkanan nitraattityypipitoisuuteen N mg/kg tuoretta ainetta.

	1980	1981	1982	1983
Ei kastelua	67	27	51	40
"Optimi" kosteus kasvukauden ajan	67	30	27	27
"Optimi" kosteus heinäkuun ajan	79		43	31
"Optimi" kosteus elokuun ajan	79		41	32
HSD	19	23	35	17

Liitetaulukko 14. Kastelun vaikutus punajuurikkaan nitraattityppipitoisuuteen mg/kg tuoretta kasviainesta.

	1980	1981	1982	1983
Ei kastelua	410	302	268	210
"Optimi" kosteus kasvukauden ajan	355	223	207	192
"Optimi" kosteus heinäkuun ajan	365		228	188
"Optimi" kosteus elokuun ajan	391		288	212
HSD	125	176	120	65

Liitetaulukko 15. Kastelun vaikutus sipulin nitraattityppipitoisuuteen N mg/kg tuoretta ainesta.

	1980	1981	1982	1983
Ei kastelua	19	17	8	6
"Optimi" kosteus kasvukauden ajan	19	17	8	5
"Optimi" kosteus kesäkuun ajan	21	18	8	6
"Optimi" kosteus heinäkuun ajan	22		8	6
"Optimi" kosteus elokuun ajan	22		9	7
HSD	3	2	1	1

Liitetaulukko 16. Kastelun vaikutus kaalin nitraattityypipitoisuuteen N mg/kg tuoretta ainesta.

	1980	1981	1982	1983
Ei kastelua	87	40	28	65
"Optimi" kosteus kasvukauden ajan	71	13	14	41
"Optimi" kosteus kesäkuun ajan	128	28	18	49
"Optimi" kosteus heinäkuun ajan	39		4	26
"Optimi" kosteus elokuun ajan	126		39	62
HSD	62	70	42	44

Liitetaulukko 17. Typpilannoituksen vaikutus porkkanan satoon tn/ha.

Lannoitetyypä N kg/ha	1980	1981	1982	1983
80 (100)	53,9	42,7	42,7	58,1
120 (150)	53,4	43,0	38,2	54,9
160		49,7	39,7	54,1
Suluissa v. 80 typen määrä. HSD	11,1	17,4	15,5	12,3

Liitetaulukko 18. Typpilannoituksen vaikutus punajuurikkaan satoon tn/ha.

Lannoitetyypä N kg/ha	1980	1981	1982	1983
80 (100)	41,4	36,8	36,2	37,0
120 (150)	45,5	37,9	43,1	42,4
160		44,2	47,8	46,7
Suluissa v. 80 typen määrä. HSD	5,1	15,7	9,5	4,8

Liitetaulukko 19. Typpilannoituksen vaikutus sipulin satoon tn/ha.

Lannoitetyyppiä N kg/ha	1980	1981	1982	1983
50	9,1	15,2	16,7	20,4
100	8,1	16,4	16,7	19,6
150		17,4	16,4	19,1
HSD	3,2	3,8	2,3	2,8

Liitetaulukko 20. Typpilannoituksen vaikutus kaalin satoon tn/ha

Lannoitetyyppiä N kg/ha	1980	1981	1982	1983
100	55,7	23,2	25,4	19,9
150 (150)	59,3	34,6	37,5	35,1
200 (250)		42,7	46,2	34,5
Suluissa v. 80 typen määrä. HSD	8,8	x	10,5	17,7

x = ei estimoitu

Liitetaulukko 21. Typpilannoituksen vaikutus porkkanan pilaantumiseen varastossa %.

Lannoitetyyppiä N kg/ha	1980	1981	1982	1983
80 (100)	14	40	16	19
120 (150)	9	42	11	17
160		48	6	14
Suluissa v. 80 typen määrä. HSD	24	17	12	15

Liitetaulukko 22. Typpilannoituksen vaikutus punajuurikkaan pilaantumiseen varastossa %.

Lannoitetyyppiä N kg/ha	1980	1981	1982	1983
80 (100)	21	9	2	5
120 (150)	31	7	1	5
160		8	4	3
Suluissa v. 80 typen määrä. HSD	43	8	10	2

Liitetaulukko 23. Typpilannoituksen vaikutus sipulin pilaantumiseen varastossa %.

Lannoitetyypä N kg/ha	1981	1982	1983
50	0,0	0,9	0,4
100	0,0	1,0	0,2
150	0,1	1,5	0,4
HSD	0,1	2,2	0,7

Liitetaulukko 24. Typpilannoituksen vaikutus kaalin pilaantumiseen varastossa %.

Lannoitetyypä N kg/ha	1980	1981	1982	1983	
100		22	3	29	
150 (150)	9	17	6	27	
200 (250)	10	17	6	26	
Suluissa v. 80 typen määrä.	HSD	3	27	3	9

Liitetaulukko 25. Typpilannoituksen vaikutus porkkanasta lingotun mehun kuiva-ainepitoisuuteen %.

Lannoitetyypä N kg/ha	1980	1981	1982	1983	
80 (100)	9,1	9,6	9,3	9,5	
120 (150)	9,1	9,6	9,1	9,7	
160		9,5	9,1	9,9	
Suluissa v. 80 typen määrä.	HSD	0,3	0,3	0,7	0,3

Liitetaulukko 26. Typpilannoituksen vaikutus porkkanan kuiva-ainepitoisuuteen %.

Lannoitetyypä N kg/ha	1980	1981	1982	1983	
80 (100)	12,6	11,6	11,4	11,9	
120 (150)	12,7	11,8	11,2	12,1	
160		11,6	11,0	12,1	
Suluissa v. 80 typen määrä.	HSD	0,3	1,2	0,7	0,3

Liitetaulukko 27. Typpilannoituksen vaikutus punajuurikkaasta lingotun mehun kuiva-ainepitoisuuteen %.

Lannoitetyppiä N kg/ha		1980	1981	1982	1983
80 (100)		12,3	13,3	13,1	15,1
120 (150)		12,2	12,9	12,6	14,2
160			12,0	12,0	13,6
Suluissa v. 80 tyyppien määrä.	HSD	0,7	1,3	1,0	0,8

Liitetaulukko 28. Typpilannoituksen vaikutus punajuurikkaan kuiva-ainepitoisuuteen %.

Lannoitetyppiä N kg/ha		1980	1981	1982	1983
80 (100)		15,4	15,8	15,6	17,1
120 (150)		15,3	15,4	14,8	16,3
160			14,8	14,1	15,5
Suluissa v. 80 tyyppien määrä.	HSD	1,1	1,9	1,1	0,9

Liitetaulukko 29. Typpilannoituksen vaikutus sipulista lingotun mehun kuiva-ainepitoisuuteen %.

Lannoitetyppiä N kg/ha		1980	1981	1982	1983
50			12,0	12,7	14,3
100		13,4	11,8	13,0	14,3
150		13,8	11,7	12,8	14,3
	HSD	0,6	1,0	0,6	0,7

Liitetaulukko 30. Typpilannoituksen vaikutus sipulin kuiva-ainepitoisuuteen %.

Lannoitetyppiä N kg/ha		1980	1981	1982	1983
50			14,6	13,6	15,6
100		15,7	14,4	13,8	15,6
150		16,0	14,2	13,6	15,5
	HSD	0,5	0,9	0,8	0,5

Liitetaulukko 31. Typpilannoituksen vaikutus kaalista lingotun mehun kuiva-ainepitoisuuteen %.

Lannoitetyypeä N kg/ha		1980	1981	1982	1983
100			7,6	8,0	7,5
150 (150)		7,1	7,4	7,9	7,3
200 (250)		7,0	7,5	7,7	7,2
Suluissa v. 80 typen määrä.	HSD	0,3	0,7	0,6	0,3

Liitetaulukko 32. Typpilannoituksen vaikutus kaalin kuiva-ainepitoisuuteen %.

Lannoitetyypeä N kg/ha		1980	1981	1982	1983
100			11,7	10,8	9,8
150 (150)		10,1	11,4	10,0	9,2
200 (250)		9,6	11,2	9,8	8,9
Suluissa v. 80 typen määrä.	HSD	0,7	1,4	0,8	0,6

Liitetaulukko 33. Typpilannoituksen vaikutus porkkanan nitraattityppipitoisuuteen N mg/kg tuoretta ainetta.

Lannoitetyypeä N kg/ha		1980	1981	1982	1983
80 (100)		62	18	27	17
120 (150)		82	23	41	37
160			46	65	49
Suluissa v. 80 typen määrä.	HSD	22	31	23	20

Liitetaulukko 34. Typpilannoituksen vaikutus punajuurikkaan nitraattityppipitoisuuteen N mg/kg tuoretta ainesta.

Lannoitetyypeä N kg/ha		1980	1981	1982	1983
80 (100)		351	171	106	135
120 (150)		430	257	250	192
160			393	407	291
Suluissa v. 80 typen määrä.	HSD	55	171	124	115

Liitetaulukko 35. Typpilannoituksen vaikutus sipulin nitraattityppipitoisuuteen
N mg/kg tuoretta ainetta.

Lannoitetyyppeä N kg/ha	1980	1981	1982	1983
50		16	7	5
100	18	16	9	6
150	23	20	9	7
HSD	3	2	1	1

Liitetaulukko 36. Typpilannoituksen vaikutus kaalin nitraattityppipitoisuuteen
N mg/kg tuoretta ainesta.

Lannoitetyyppeä N kg/ha	1980	1981	1982	1983	
100		24	13	30	
150 (150)	83	27	20	34	
200 (250)	97	29	28	82	
Suluissa v. 80 typen määrä.	HSD	56	45	32	80

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

1983

1. Maatalouden tutkimuskeskuksen yksiköiden tiedotteet 1975-1982. 48 p.
2. KONTTURI, M. Mallasohra - kirjallisuuskatsaus. 42 p.
3. NORDLUND, A. & ESALA, M. Maatalouden sääpalvelut ulkomailla. Kirjallisuustutkimus. 66 p.
4. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1975-1982. 186 p. + 4 liitettä.
5. SUONURMI-RASI, R. & HUOKUNA, E. Kaliumin lannoitustason ja -tavan vaikutus tuorerehunurmien satoihin ja maiden K-pitoisuuksiin. 13 p. + 8 liitettä.
6. KEMPPAINEN, E. & HEIMO, M. Förbättring av stallgödselns utnyttjande. Litteraturöversikt. 81 p.
7. MULTAMÄKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet. 10 p.
8. LÖFSTRÖM, I. Kasvien sisältämät aineet tuholaiistorjunnassa. 26 p.
9. HEIKINHEIMO, O. Kirvojen preparointi ja määrittäminen. 67 p. + 12 liitettä.
10. SAARELA, I. Soklin fosforimalmi fosforilannoitteena. p. 1-13. Humuspitoiset lannoitteet. p. 14-20.
11. YLÄRANTA, T. Jordanalysetoder i de nordiska länderna. 13 p.
12. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Avomaan vihanniskasvien lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1979-82. 21 p.
13. KIVISAARI, S. & LARPES, G. Kylvöajankohdan vaikutus kevätvehnän, ohran ja kauran satoon 10-vuotiskautena 1970-1979 Tikkurilassa. 54 p.
14. ERVIÖ, R. Maaperäkarttaselitys. ESPOO - INKOO. 26 p.
15. BREMER, K. Ydinkasvien tuottaminen kasvisolukkoviljelyn avulla. 63 p.

1984

1. Tiivistelmät eräistä MTK:n julkaisuista 1983. 74 p.
2. ESALA, M. & LARPES, G. Kevätviljojen sijoituslannoitus savimailla. 35 p.
3. ETTALA, E. Ayrshire-, friisiläis- ja suomenkarjalehmien vertailu kotoisilla rehuilla. 7 p. + 18 liitettä.

4. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Keräkaalin lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1975-83. 22 p.
 5. KURKI, L. Tomaattilajikkeet ja hiilidioksidin lisäys. Kasvihuonetomaatin viljelylämpötiloista. Kasvihuonekurkun tuentamenetelmien vertailua. Sijoituslannoitus ja kasvualustan ilmastus kasvihuonekurkulla ja tomaattilla. 21 p.
 6. VUORINEN, M. Italianraiheinä ja viljat tuorerehuna. 17 p.
 7. ANISZEWSKI, T. Lupiini viherlannoituskasvina. Arviointeja esikokeiden ja kirjallisuuden pohjalta. 11 p.
 8. HUOKUNA, E. & HAKKOLA, H. Koiranheinän ja timotein kasvu ja rehuarvon muutokset säilörehuasteella. 54 p.
 9. VALMARI, A. Roudan kehittymisen tilastollinen malli. 33 p.
 10. HAKKOLA, H. Kuonakalkituskokeiden tuloksia 1978-83. 42 p.
 11. SIPPOLA, J. & SAARELA, I. Eräät maa-analyysimenetelmät fosforilannoitustarpeen ilmaisijoina. 20 p.
 12. RAVANTTI, S. Terhi-punanata. 37 p.
 13. URVAS, L. & HYVÄRINEN, S. Kolme ravinnesuhdetta Suomen maalajeissa. 10 p.
 14. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., KERSALO, J. & NORDLUND, A. Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1983. 101 p.
 15. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1976-1983. 202 p. + 4 liitettä.
 16. JUNNILA, S. Ympäristötekijöiden vaikutus herbisidien käyttäytymiseen maassa. Kirjallisuustutkimus. 15 p. + 4 liitettä.
 17. PESSALA, R., HAKKOLA, H. & VALMARI, A. Kylvöajan merkitys porkkanan viljelyssä. 22 p.
 18. NISULA, H. Uusimpia tuloksia Ruukin lihanautakokeista. 39 p.
 19. SAARELA, I. Kevätöljykasvien boorilannoitus. 122 p. + 2 liitettä.
 20. URVAS, L. Maaperäkarttaselitys. PORI - HARJAVALTA. 28 p. + 14 liitettä.
 21. LEHTINEN, S. Avomaavihannesten lannoitus- ja kastelukokeet 1978-1983. 62 p. + 17 liitettä.
 22. ANISZEWSKI, T. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima eräillä MTTK:n kiertokoealueilla. Kirjallisuustutkimus ja MTTK:n kolmen tutkimusaseman näytteiden analyysi. p. 1-38.
- PALDANIUS, E. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima Satakunnan ja Etelä-Pohjanmaan tutkimusasemien maanäytteissä. p. 39-56.

23. RINNE, S-L. & SIPPOLA, J. Maatalouden jätteen kompostointi. 52 p.
- I Typpi- ja fosforilisä oljen kompostoinnissa
 - II Maatalouden jätteet kompostin raaka-aineina
 - III Kompostin arvo lannoitteena

1985

2. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., NORDLUND, A. & PILLI-SIHVOLA, Y.
Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1984. 127 p.
3. ETTALA, E. Säilörehu Maatalouden tutkimuskeskuksen lypsykarjako-
keissa 1970 - luvulla. 270 p.
5. TUORI, M., NISULA, H. Ruokintarutiinien merkitys naudoilla.
Kirjallisuustutkimus. 38 p.
7. AURA, E. Avomaan vihannesten veden ja typen tarve.
Nitrogen and water requirements for carrot, beetroot, onion and cabbage.
61 p.

