



MTTK — MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Tiedote 2/84

MARTTI ESALA JA GÖTHE LARPES
Maanviljelyskemian ja -fysiikan osasto

Kevätviljojen sijoituslannoitus savimailla

JOKIOINEN 1984
ISSN 0359-7652

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE 2/84

MARTTI ESALA ja GÖTHE LARPES¹⁾

Kevätviljojen sijoituslannoitus savimailla

Maanviljelyskemian ja -fysiikan osasto
31600 JOKIOINEN
(916) 133 33

1) G. Larpeksen nykyinen osoite:
Ålands Landskapsstyrelse
22100 MARIEHAMN

ISSN 0359-7652

ESIPUHE

Tämä tutkimus on toteutettu Maatalouden tutkimuskeskuksen maanviljelyskemian ja -fysiikan osastolla. Kokeet on suunnitellut ja niiden toteutuksesta on vastannut maisteri Göthe Larpes. Tulokset on käsitellyt ja tämän julkaisun on kirjoittanut tutkija Martti Esala.

Työn eri vaiheissa on minua ohjannut professori Paavo Elonen. Hänelle esitän parhaat kiitokseni. Maisteri Liisa Mattilalle Maatalouden tutkimuskeskuksen las-kentatoimistosta esitän kiitokseni tulosten käsittelyssä saamastani ohjauksesta.

Kokeiden perustamiseen ja hoitamiseen on osallistunut maanviljelyskemian ja -fy-siikan osaston kenttähenkilökunta mestari Risto Tannin johdolla. Kasvianalyysit on tehnyt osaston laboratoriohenkilökunta. Maa-analyysit on tehty Maatalouden tutkimuskeskuksen maantutkimusosastolla. Kiitän kaikkia kokeiden hoitoon ja näyt-teiden analysointiin osallistuneita henkilöitä.

Jokioisissa huhtikuussa 1984

Martti Esala

SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
ESIPUHE	
TIIVISTELMÄ	1
JOHDANTO	2
1. AINEISTO JA MENETELMÄT	4
1.1. Kenttäkokeet ja niiden hoito	4
1.2. Havainnot, näytteiden otto ja analysointi	5
1.3. Koejakson sää	6
1.4. Tulosten käsittely	7
2. TULOKSET	7
2.1. Sadon määrä	7
2.2. Sadon laatu	12
2.3. Siementen kivennäisainepitoisuudet	15
2.4. Maan viljavuus	17
3. TULOSTEN TARKASTELU	23
3.1. Vertailu aikaisempiin tutkimustuloksiin	23
3.2. Johtopäätökset	25
KIRJALLISUUSLUETTELO	28
LIITTEET	32

TIIVISTELMÄ

Maatalouden tutkimuskeskuksen maanviljelyskemian ja -fysiikan osastolla Tikkurilassa järjestettiin vuosina 1969-80 kenttäkoesarja, jossa verrattiin sijoituslannoitusta ja pintalannoitusta keskenään lannoitemäärillä 0, 250, 500, 750 ja 1000 kg typpirikasta Y-lannosta hehtaarille. Koekasveina olivat kevätvehnä ja ohra. Kokeet järjestettiin hietasavella ja hiuesavella.

Sijoituslannoitus tuotti pintalannoitukseen verrattuna keskimäärin 10,4 % suuremman sadon. Ohralla sadonlisäys oli lannoitemäärillä 250, 500, 750 ja 1000 kg Ytr/ha vastaavasti 630, 680, 440 ja 260 kg/ha eli 21,9, 17,8, 9,8 ja 5,3 %. Kevätvehnän sadonlisäys oli vastaavilla lannoitemäärillä 360, 360, 260 ja 150 kg/ha eli 13,5, 10,6, 6,6 ja 3,7 %. Sijoituslannoituksen tuottamat sadonlisäykset olivat hietasavella suurempia kuin hiuesavella. Sijoituslannoituksen seurauksena kasvustot tuleantuivat nopeammin ja tasaisemmin ja satovaihtelut olivat pienemmät kuin pintalannoitusta käytettäessä. Lannoitustapa ei vaikuttanut siementen kokoon, tilavuuspainoon eikä kivennäisainepitoisuuksiin.

Korkeimmalla käytetyllä lannoitemäärällä saatiin sekä kevätvehnästä että ohrasta molemmilla lannoitustavoilla suurin sato. Sadon arvon ja lannoituskustannusten erotuksena saatiin paras tulos kevätvehnäällä, kun lannoitetta käytettiin sijoitettaessa 800 kg/ha ja pintaan 890 kg/ha ja ohralla vastaavasti 820 ja 940 kg/ha. Ohra hyötyi lannoituksen lisäämisestä enemmän kuin kevätvehnä. Lannoitemäärän lisäämisen tuottamat sadonlisäykset olivat hietasavella suurempia kuin hiuesavella.

Puintikosteus oli alhaisin 50-100 kg N/ha käytettäessä. Siementen koko ja valkuaispitoisuus lisääntyivät lannoitusta lisättäessä. Hehtolitrain painoon ei lannoitemäärä vaikuttanut. Lannoituksen lisäämisen seurauksena kohosivat kevätvehnän siementen kalium- ja mangaanipitoisuudet sekä ohran siementen kupari-, sinkki-, mangaani- ja booripitoisuudet tilastollisesti vähintään merkitsevästi. Kevätvehnän siementen sinkkipitoisuus oli alhaisin lannoitustasolla 500 kg/ha ja ohran siementen kalsiumpitoisuus 250 kg Ytr/ha käytettäessä. Muiden kivennäisaineiden pitoisuuksiin siemenissä ei lannoitemäärällä ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta.

Lannoitemäärän lisäys alensi maan pH:ta ja kalsiumlukuja. Maan humuspitoisuus oli kokeen lopussa lannoittamattomilla ruuduilla hietasavella 0,7 % ja hiuesavella 0,3 % alhaisempi kuin 500 kg Ytr/ha lannoitetta käytettäessä. Tästä lannoitusta lisättäessä oli vaikutus maan humuspitoisuuteen vain vähäinen.

JOHDANTO

Sijoituslannoituksella tarkoitetaan kaikkia sellaisia lannoitusmenetelmiä, joilla lannoite saatetaan juuristovyöhykkeeseen (ELONEN 1969). Sen vastakohtana on pintalannoitus, jossa lannoite levitetään maan pintaan ja tavallisesti mullaan esimerkiksi äkeellä. Sijoituslannoitus on joissakin yhteyksissä jaettu varsinaiseen sijoituslannoitukseen, jossa lannoite- ja siemenrivien välinen etäisyys on jatkuvasti sama, ja rivilannoitukseen, jossa tämä etäisyys voi vaihdella (KÖYLIJÄRVI 1969). Varsinainen sijoituslannoitus suoritetaan siis ns. kylvölannoittimella, jolloin lannoite ja siemenet kylvetään samalla ajokerralla. Rivilannoitus suoritetaan rivilannoittimella, jolloin siemenet on kylvettävä eri ajokerralla.

Lannoitteen sijoittaminen siementen kanssa samaan riviin tai määrätäisyydelle siemenistä on ollut Yhdysvalloissa tunnettua jo 1800-luvulla. Menetelmä yleistyi jonkin verran Englannissa 1940-luvulla. Suomessa lannoitteen ja siementen sekoittamista kokeiltiin ensimmäisen kerran Etelä-Pohjanmaan koeasemalla 1940-luvulla (HONKAVAARA 1945, 1946). Tutkimuksissa todettiin, että menetelmä soveltuu pieniä lannoitemääriä käytettäessä, mutta suuremmat määrät heikentävät viljan orastumista, koska ne aiheuttavat korkean suolapitoisuuden ja suuren osmoottisen paineen siemenrivissä.

Varsinaisten rivilannoitusmenetelmien kehittäminen ja tutkiminen aloitettiin Suomessa vuonna 1958 (SALONEN 1968). Rivilannoittimien teollinen valmistus myyntiä varten aloitettiin vuonna 1963 ja kylvölannoittimien myynti vuonna 1966 (KARA ja RÄISÄNEN 1974). Nykyään myydään lähinnä vain kylvölannoittimia, mutta jonkin verran myös ns. yleisvannaskoneita, jotka soveltuvat sekä lannoitukseen että siementen kylvöön, mutta kumpikin työ on tehtävä eri ajokerralla. Kylvökoneiden myynti on käytännöllisesti katsoen loppunut (ELONEN 1980).

Sijoituslannoituksen on todettu tuottavan suurimmat sadonlisäykset Etelä-Suomen savialueilla, mutta soveltuvan hyvin myös muille maalajeille ja muualle Suomeen (LARPES 1966a, 1968, 1969, PAULAMAKI ja LUOSTARINEN 1971).

Kuivina kesinä hajalle levitetty lannoitteet jäävät helposti lähelle maan pintaa, mistä kasvien juuret eivät pysty niitä ottamaan (KAILA ja HÄNNINEN 1961, NIEMINEN ym. 1967, ELONEN 1979). Sijoituslannoituksella onkin todettu saatavan parempi kasvu ja ravinteiden otto juuri alkukesän ollessa kuiva, koska sitä käytettäessä ravinteet saadaan kosteaan maahan ja paremmin kasvien juurten ulottuville (AURA 1967, LARPES 1967a ja b, LYNGSTAD 1977, LINDEMAN 1978). Sijoituslannoitukseen

liitetyllä sadetuksella on saatu erityisen hyviä tuloksia (ELONEN ym. 1967, KAILA ja ELONEN 1971, ELONEN ja KARA 1972).

Sijoituslannoituksen on todettu lisäävän satoja erityisesti myös maan viljavuuden ollessa huono (PAULAMÄKI ja LUOSTARINEN 1971, EKEBERG 1977).

Paras lannoitteen sijoitussyvyys on 5-10 cm (AURA 1967, KÄHÄRI ja ELONEN 1969). Lannoitteen tulisi sijoitettaessa joutua kosteaan, mutta ei märkään maahan (LARPES 1970). Liian syvälle sijoitettaessa aikaansaavat lannoitevantaat usein huonon kylvöalustan. Siemeniin nähden lannoite pitäisi saada vähintään 3 cm syvemmälle (HUHTAPALO 1981).

Lannoitteen ja siementen välisellä etäisyydellä sivusuunnassa on vähemmän merkitystä (KÄHÄRI ja ELONEN 1969). Lannoitteet olisi kuitenkin sijoitettava sivusuunnassa eri kohtaan kuin siemenrivi, koska lannoitevannas aikaansaa siemenrivin kohdalle huonon kylvöalustan ja pystysuunnassa liian lähelle sijoitettaessa myös kemiallisesti epäedulliset itämisolosuhteet (HUHTAPALO 1981).

Sijoituslannoituksella ja rivilannoituksella ei yleensä ole todettu olevan eroa vaikutuksessa viljojen satoon tai laatuun, ellei rivilannoitus johda huonompaan kylvöalustaan (LARPES 1970, LARPES ym. 1970, EKEBERG 1977). Lannoiterivien sijoituksen kylvörivien suuntaan tai kohtisuoraan niihin nähden ei myöskään ole todettu vaikuttavan satoon.

Sijoituslannoitusta käytettäessä pääosa kasvien juuristosta kasvaa lannoitenauhojen ympärille. Juuristo on paksumpaa ja runsaammin haaroittunutta kuin pinta-lannoitusta käytettäessä. Sen sijaan juuriston pituudessa ei ole voitu todeta selvää eroa eri lannoitusmenetelmiä käytettäessä (NIEMINEN ym. 1967, KÄHÄRI ja ELONEN 1969).

Sijoituslannoituksen on yleensä poikkeuksetta todettu vaikuttavan edullisesti viljojen kasvuun ja kehitykseen sekä sadon määrään ja laatuun. Tutkimusten mukaan nämä vaikutukset johtuvat ensisijaisesti kasvien nopeammasta ja paremmasta typen saannista (NIEMINEN ym. 1967, AURA 1967, KIVI 1969, PESSI ym. 1970, KAILA ja ELONEN 1970, LYGSTAD 1977, ELONEN 1981). Sadetus sijoituslannoituksen lisänä vielä parantaa typen hyväksikäyttöä (ELONEN 1979, 1981). KAILA ja ELONEN (1970) saivat kevätvehnällä eri koekäsittelyille seuraavanlaisia näennäisiä typen hyväksikäyttöprosentteja:

Ei kastelua, pinta-lannoitus	36 %
Ei kastelua, sijoituslannoitus	60 %

Kastelu, pintalannoitus	76 %
Kastelu, sijoituslannoitus	96 %

Tuloksissa on huomioitu vain kasvien maanpäällisten osien sisältämä typen määrä. Juuriston osuus puuttuu.

Myös kasvien fosforin ja kaliumin otto lisääntyy sijoituslannoitusta käytettäessä, mutta ei samassa määrin kuin typen otto. Fosforilannoitteen sijoittamisella on saatu sadonlisäyksiä vain maan fosforitilan ollessa heikko. Kaliumin sijoituksella ei ole saatu sadonlisäyksiä (DUNCAN ja OHLROGGE 1957, MILLER ja OHLROGGE 1957, AURA 1967, PESSI ym. 1970, McLEOD ym. 1975).

Edellä mainittujen kasviravitsemuksellisten etujen lisäksi sijoituslannoituksesta on myös se hyöty, että kylvötyöt nopeutuvat ja maan tiivistyminen vähenee yhden ajokerran jäädessä pois.

Koska sijoituslannoituksen oli todettu vaikuttavan lannoituksen tarpeeseen, järjestettiin Maatalouden tutkimuskeskuksessa vuosina 1969-81 koesarja, jossa verrattiin pintalannoitusta ja sijoituslannoitusta keskenään eri lannoitemäärillä.

1. AINEISTO JA MENETELMÄT

1.1. Kenttäkokeet ja niiden hoito

Kokeet järjestettiin vuosina 1969-81 Tikkurilassa. Vuoden 1981 kokeet järjestettiin jälkivaikutuskokeena. Liika märkyys aiheutti tuolloin vahinkoa kokeille, joten niiden tuloksia ei käsitellä tässä yhteydessä.

Kokeissa verrattiin pinta- ja sijoituslannoitusta neljällä lannoitemäärällä: 250, 500, 750 ja 1000 kg typpirikasta Y-lannosta (20-4-8) hehtaaria kohti. Lisäksi kokeisiin sisältyi lannoittamaton koejäsen. Eri lannoitemäärät sisälsivät ravinteita (kg/ha) seuraavasti:

Ytr	N	P	K
0	0	0	0
250	50	11	21
500	100	22	42
750	150	33	62
1000	200	44	83

Koekasveina olivat kevätvehnä (v. 1969 Svenno, v. 1970 Veka ja vv. 1971-80 Tähti) ja ohra (v. 1969 Karri, vv. 1970-80 Pomo). Kokeet järjestettiin hietasavella ja hiuesavella. Koealueiden maan lajitekoostumus ja viljavuusluvut on esitetty taulukossa 1. Hietasavilohko edustaa viljavuudeltaan keskimääräistä parempaa eteläsuomalaista hietasavea pH:n ja kalsiumlukujen suhteen ja hiuesavilohko keskimääräistä vähän heikompaa. Kaliumluvut ovat koemaissa alle ja fosforiluvut yli Etelä-Suomen vastaavien keskiarvojen (KURKI 1982). Kummallakin maalajilla oli kaksi kerrannetta kevätvehnää ja kaksi kerrannetta ohraa. Lannoitustapa- ja -tasoruudut sijaitsivat koko kokeen ajan samalla paikalla, mutta koekasvien paikkaa vuoroteltiin vuosittain. Koejärjestelyt on esitetty liitteessä 1 (s. 32).

Taulukko 1. Koelohkojen maan lajitekoostumus sekä viljavuusluvut ja -luokat kokeen alussa. H % = humuspitoisuus %.

	Lajitekoostumus, %					Viljavuusluvut ja -luokat			
	S	Hs	Ht	Hk	H %	pH	Ca	K	P
Hietasavi	38	20	36	6	5,2	6,5 \blacksquare	3300 \blacksquare	150 \circ	18,2 \blacksquare
Hiuesavi	37	28	30	5	5,6	5,6 \circ	1850 \circ	230 \square	12,4 \square

Lannoitteen pintalevitys suoritettiin esiäestyksen jälkeen ennen varsinaista kylvömuokkausta Juko-rivilannoittimella vantaat ylhäällä ajaen. Sijoituslannoitus suoritettiin ennen kylvöä samalla rivilannoittimella. Siemenet kylvettiin lannoiteruutuihin nähden kohtisuoraan Juko-kylvökoneella. Muuten kokeita hoidettiin mahdollisimman tarkoin nykyaikaisen viljelytekniikan mukaan. Leikkuupuidut viljasadot punnittiin tuoreena, ja satotulokset muutettiin kosteusmäärityksen perusteella 15 %:n kosteutta vastaaviksi. Oljet korjattiin pois. Koealueille levitettiin syksyllä 1971 kalkkikivijauhetta 2 tn/ha.

1.2. Havainnot, näytteiden otto ja analysointi

Koealueilta otettiin kokeen alussa, keväällä 1969, lohkoittain maanäytteet. Syksyllä 1971 ja 1972 maanäytteet otettiin koejäsenittäin ja syksyinä 1975, 1978, 1979 ja 1980 ruuduittain. Maanäytteistä määritettiin pH, Ca, K, P ja Mg (ei v. 1969) ns. viljavuusanalyysillä (VUORINEN ja MAKITIE 1955). Maan humus-% määritettiin vuosina 1978-80 dikromaattimenetelmällä (TARES ja SIPPOLA 1978).

Kasvustosta tehtiin kasvukauden aikana havaintoja tarpeen mukaan. Korjuun yh-

teydessä sadosta otettiin koejäsenittäin noin 1 kg:n suuruinen näyte sekä puinitikosteusnäyte. Kuivatusta näytteestä määritettiin hehtolitrin paino, tuhannen siemenen paino ja typpipitoisuus. Ohran vuosien 1974-80 sadosta määritettiin kivennäispitoisuudet: P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn, Mn ja B. Kevätvehnästä tehtiin vastaavat määritykset vuosina 1975 ja 1977-80.

Typpi määritettiin Kjeldahl-menetelmällä. P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn ja Zn määritettiin uuttamalla tuhaksi poltettu näyte suolahappoon. Suodoksesta määritettiin fosfori vanadaattimenetelmällä, ja muut kivennäisaineet mitattiin atomiabsorptiospektrofotometrillä. Boori määritettiin atsometiini-H-menetelmällä (SIP-POLA ja ERVIÖ 1977).

1.3. Koejakson sää

Koejakson lämpötila oli keskimäärin normaali (1931-60) (taulukko 2). Viileitä olivat kesät 1976, 1977 sekä 1978 ja lämpimiä kesät 1972, 1973 ja 1975. Sijoituslannoitusta ja pintalannoitusta vertailtaessa mielenkiintoisempi on kasvukauden sademäärä. Normaalialueita kuivempia olivat koejakson alkuvuodet 1969, 1970, 1971, 1973, 1975 ja 1976 ja kosteampia vuodet 1972, 1974 sekä koejakson loppuvuodet 1977-80. Alkukesän kosteusolot noudattivat pääpiirteissään samaa jaottelua.

Taulukko 2. Koejakson (1969-80) keskilämpötila ja sademäärä Tikkurilassa (v. 1980 Seutulassa) kuukausittain kasvukauden (touko-syyskuu) aikana sekä vastaavat keskiarvot vuosilta 1931-60. (KASVINVILJELYLAITOKSEN TOIMINTAKERTOMUS JA TUTKIMUSTULOKSIA 1969-79, ILMATIETEEN LAITOS 1980).

	Keskilämpötila, °C						Sademäärä, mm					
	V	VI	VII	VIII	IX	V-IX	V	VI	VII	VIII	IX	V-IX
1969	8,7	15,6	16,5	16,1	9,9	13,4	41	18	63	28	95	245
1970	9,5	16,7	16,4	15,4	9,8	13,6	25	13	120	31	78	267
1971	10,5	14,1	17,0	15,5	8,8	13,2	9	21	25	90	62	207
1972	9,3	16,5	20,0	16,6	10,3	14,5	37	44	87	174	44	386
1973	10,2	17,0	20,1	15,0	7,4	13,9	40	24	15	32	117	228
1974	7,2	14,6	15,9	14,7	12,4	13,0	39	48	63	69	91	310
1975	11,7	13,6	17,8	16,3	13,0	14,5	46	11	45	48	57	207
1976	10,8	13,0	15,6	14,8	7,7	12,4	27	39	64	48	59	237
1977	9,6	14,2	14,6	14,4	8,0	12,2	25	48	125	30	78	305
1978	10,5	14,7	15,6	13,7	8,8	12,7	5	44	65	127	106	347
1979	10,7	16,0	14,9	16,1	9,8	13,5	27	45	93	62	77	304
1980	7,0	16,8	16,4	15,8	11,2	13,4	66	24	48	105	62	305
1969-1980	9,6	15,2	16,7	15,4	9,8	13,3	32	32	68	70	77	279
1931-1960	9,3	14,3	17,0	15,4	10,4	13,3	40	48	73	75	69	305

1.4. Tulosten käsittely

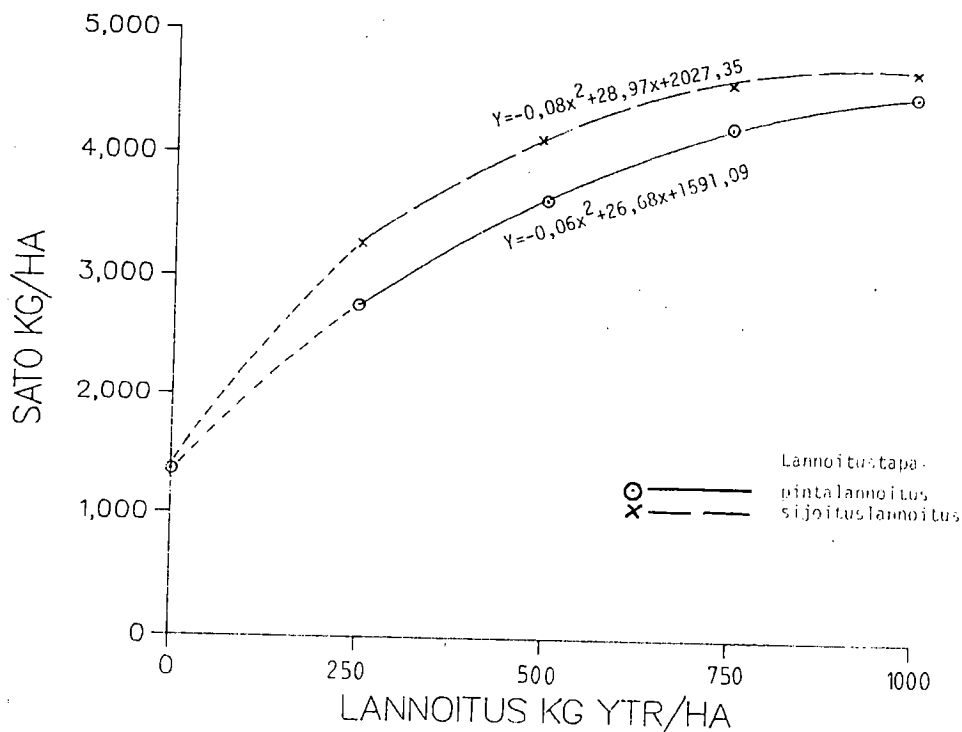
Tulokset käsiteltiin atk:lla Maatalouden tutkimuskeskuksen laskentatoimiston tietokoneen SPSS-ohjelmiston avulla. Testausmenetelmänä käytettiin pääosin vari-anssianalyysiä. Koejäsenten välisten erojen riskitaso esitetään seuraavasti: xxx = alle 0,1 % (erittäin merkitsevä), xx = 0,1-1,0 % (hyvin merkitsevä), x = 1,0-5,0 % (merkitsevä), - = yli 5 % (vailla tilastollista merkitsevyyttä). Satotulosten käsittelyä jatkettiin regressioanalyysillä.

2. TULOKSET

2.1. Sadon määrä

Kokeiden satotulokset on esitetty kokonaisuudessaan taulukoissa 3 ja 4 (liite 2) (s. 33-34). Seuraavassa käsitellään eri koetekijöiden vaikutusta satoon.

Sijoituslannoituksella saatiin molempien koekasvien ja kaikkien koevuosien keskiarvona jokaisella kokeessa käytetyllä lannoitemäärällä suurempi sato kuin pinta-lannoituksella (kuva 1). Ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä lannoite-



Kuva 1. Lannoitemäärän vaikutus satoon pinta- ja sijoituslannoitusta käytettäessä molempien koekasvien ja kaikkien koevuosien keskiarvoina.

määrillä 250 ja 500 kg Ytr/ha ja merkitsevä tasolla 750 kg Ytr/ha. Lannoitemäärää lisättäessä pieneni sijoituslannoituksen saaneista koejäsenistä saatu sadonlisäys nopeammin kuin pintalannoitetuista koejäsenistä saatu sadonlisäys. Tämä johtuu suurelta osin sijoituslannoitetun viljan tehokkaamman lannoitetypen käytön aiheuttamasta rehevämmästä kasvusta ja sitä kautta lakoontumisesta joinakin vuosina. Satofunktion kuvaajan yhtälöstä laskemalla saatiin optimilannoitukseksi sijoituslannoitusta käytettäessä 180 kg typpeä/ha. Pintalannoituksen optimilannoitemäärä oli korkeinta kokeissa käytettyä lannoitemäärää suurempi (220 kg N/ha).

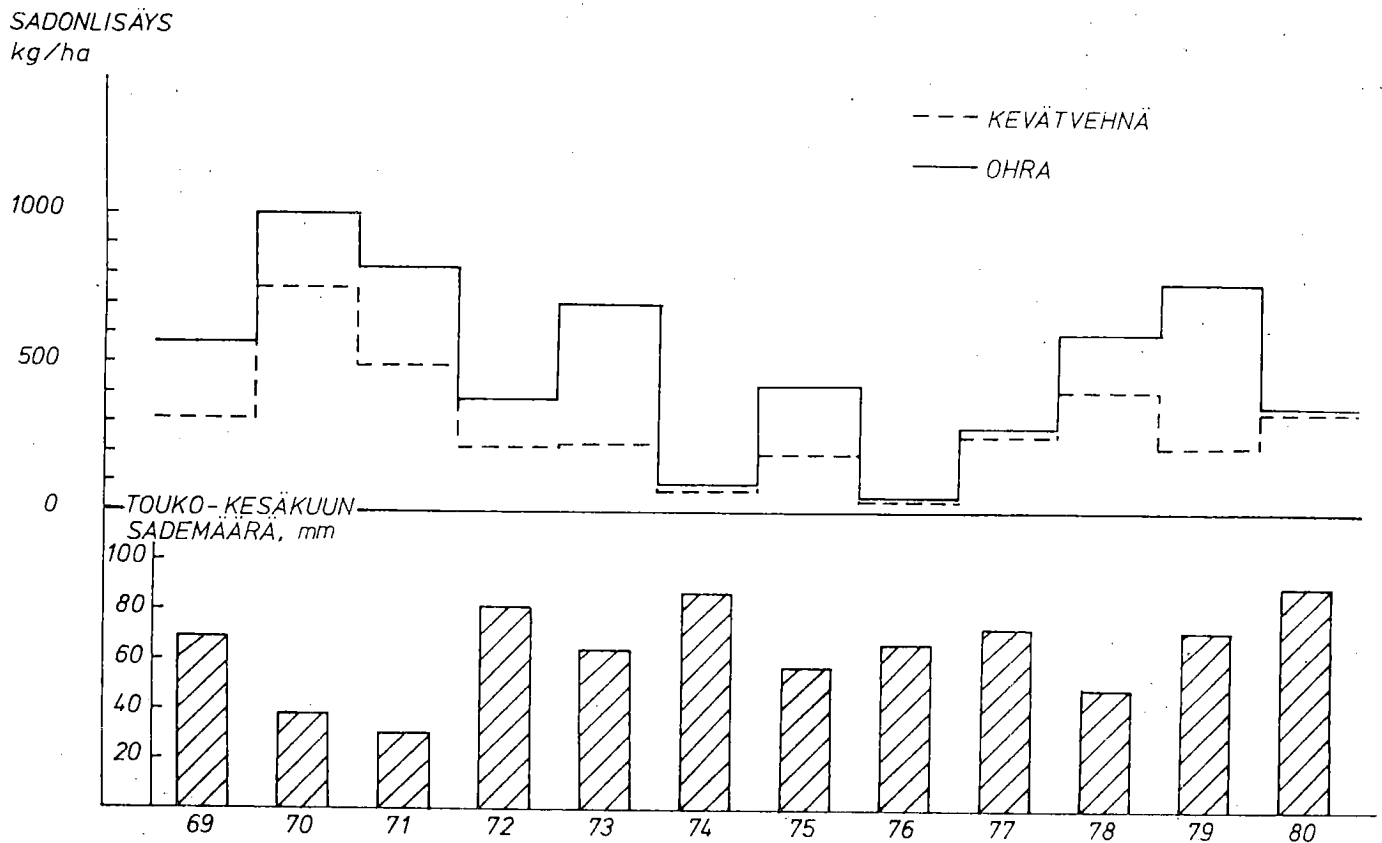
Sijoituslannoituksella saadut sadonlisäykset ilmenevät seuraavasta asetelmasta:

Lannoitus kg Ytr/ha	Sadonlisäys sijoituslannoituksella					
	kevätevehnä		ohra		keskimäärin	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
250	360	13,5	630	21,9	500	17,8
500	360	10,6	680	17,8	520	14,4
750	260	6,6	440	9,8	350	8,3
1000	150	3,7	260	5,3	200	4,6
keskimäärin	290	8,1	500	12,5	390	10,4

Sadonlisäys oli suurimmillaan lannoitustasoilla 50 ja 100 kg N/ha eli juuri yleisimmin käytetyillä lannoitemäärillä. Sadan kilon typpilannoituksella hehtaarille sijoitettuna päästiin lähes samoihin satotuloksiin kuin 150 kg N/ha pintaan annettuna.

Sijoituslannoituksella saatiin jokaisena koevuonna sadonlisäystä. Lisäys oli suurin vuonna 1970, kevätevehnällä 26 % ja ohralla 31 %, ja pienin - molemmilla kasveilla vajaan prosentin - vuonna 1976. Tulokset vahvistavat osittain kirjallisuudessa aikaisemmin esitettyä käsitystä sijoituslannoituksen edullisuudesta nimenomaan silloin, kun alkukesä on kuiva: kun touko-kesäkuun sademäärä oli alhainen esimerkiksi vuosina 1970 ja 1971, oli lannoitteen sijoittamisella saatu sadonlisäys suuri (kuva 2). Vastaavasti sademäärän ollessa suuri ei sijoituksella juuri saatu sadonlisäystä kuten esimerkiksi vuonna 1974. Samanlaisen riippuvuuden sijoituslannoituksella saatujen sadonlisäysten ja kasvukauden sademäärien välillä on todennut norjalainen LYGSTAD (1977).

Ohra hyötyi lannoitteen sijoittamisesta samoin kuin lannoituksen lisäämisestä enemmän kuin kevätevehnä (kuvat 2 ja 3, asetelma s. 8). Ohran sijoituslannoituksella saadut sadonlisäykset olivat kaikkien lannoitustasojen keskiarvona vuosit-

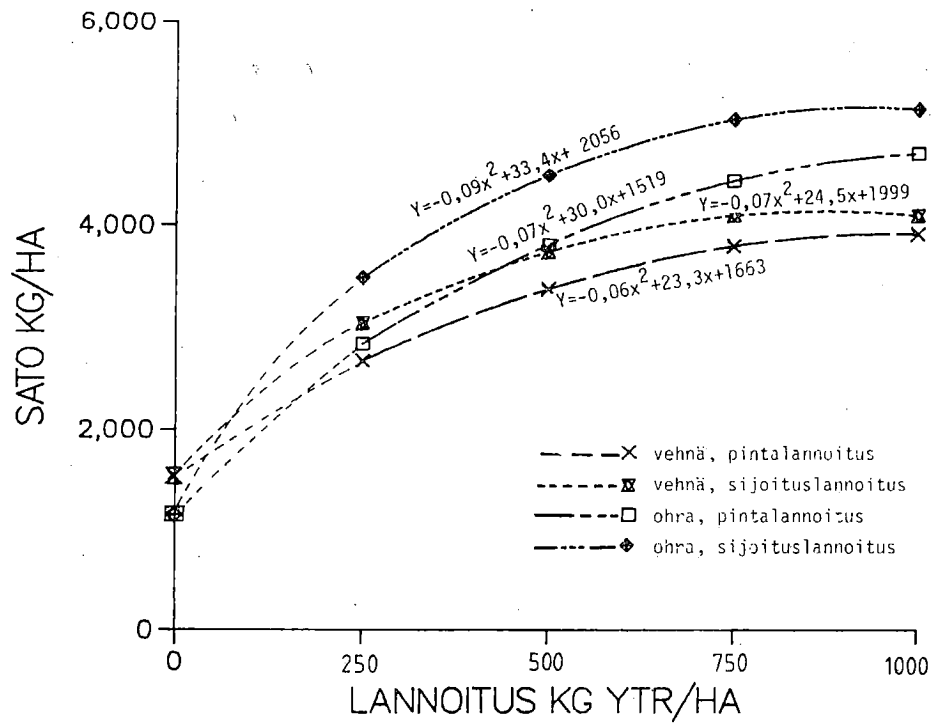


Kuva 2. Sijoituslannoituksella saatu sadonlisäys (kg/ha) ja touko-kesäkuun sademäärät (mm) Tikkurilassa vuosina 1969-79 ja Seutulassa vuonna 1980.

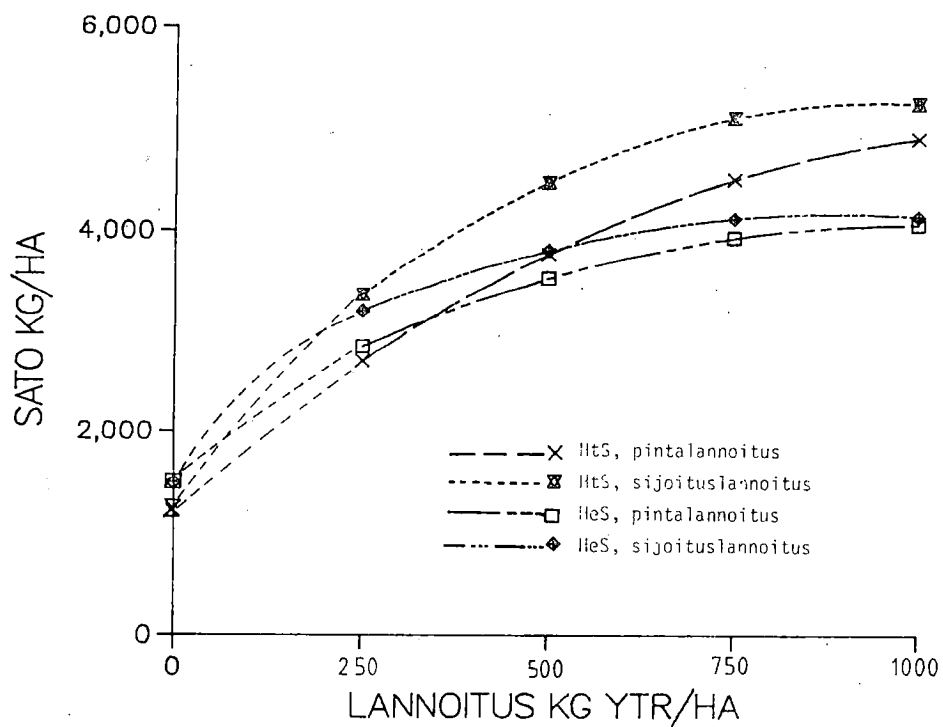
tain 40-1000 kg/ha, keskimäärin 500 kg/ha. Vehnällä vaihtelu oli 30-750 kg/ha ja keskimääräinen sadonlisäys 290 kg/ha. Parhaimmillaan nämä sadonlisäykset olivat vieläkin suurempia: 100 kg N/ha käytettäessä oli ohran sadonlisäys keskimäärin 680 (90-1350) kg/ha ja kevätvehnän sadonlisäys keskimäärin 360 (-10-1350) kg/ha. Satofunktion kuvaajasta laskettuna oli optimilannoitus kasveittain ja lannoitustavoittain seuraava: ohra, pinalannoitus: yli korkeimman kokeissa käytetyn lannoitemäärän (214 kg N/ha), ohra, sijoituslannoitus: 186 kg N/ha, kevätvehnä, pinalannoitus: 194 kg N/ha ja kevätvehnä, sijoituslannoitus: 175 kg N/ha. Koko aineistosta laskettuna oli lannoitustason vaikutus molemmilla kasveilla tilastollisesti erittäin merkitsevä. Lannoitustavan vaikutus oli ohralle erittäin merkitsevä ja kevätvehnällä vailla merkitsevyyttä.

Sijoituslannoitus, samoin kuin lannoitemäärän lisääminen, tuotti suurempia sadonlisäyksiä hietasavella kuin hiuesavella (kuva 4). Lannoitustavan vaikutus oli hietasavella erittäin merkitsevä ja hiuesavella vailla merkitsevyyttä. Lannoitemäärän vaikutus oli molemmilla maalajeilla erittäin merkitsevä.

Kuvassa 5 on esitetty erisuuruisia lannoitemääriä saaneiden koeruutujen satotason kehitystä koejakson aikana kuvaavat funktiot. Satovaihtelut vuosien välillä olivat

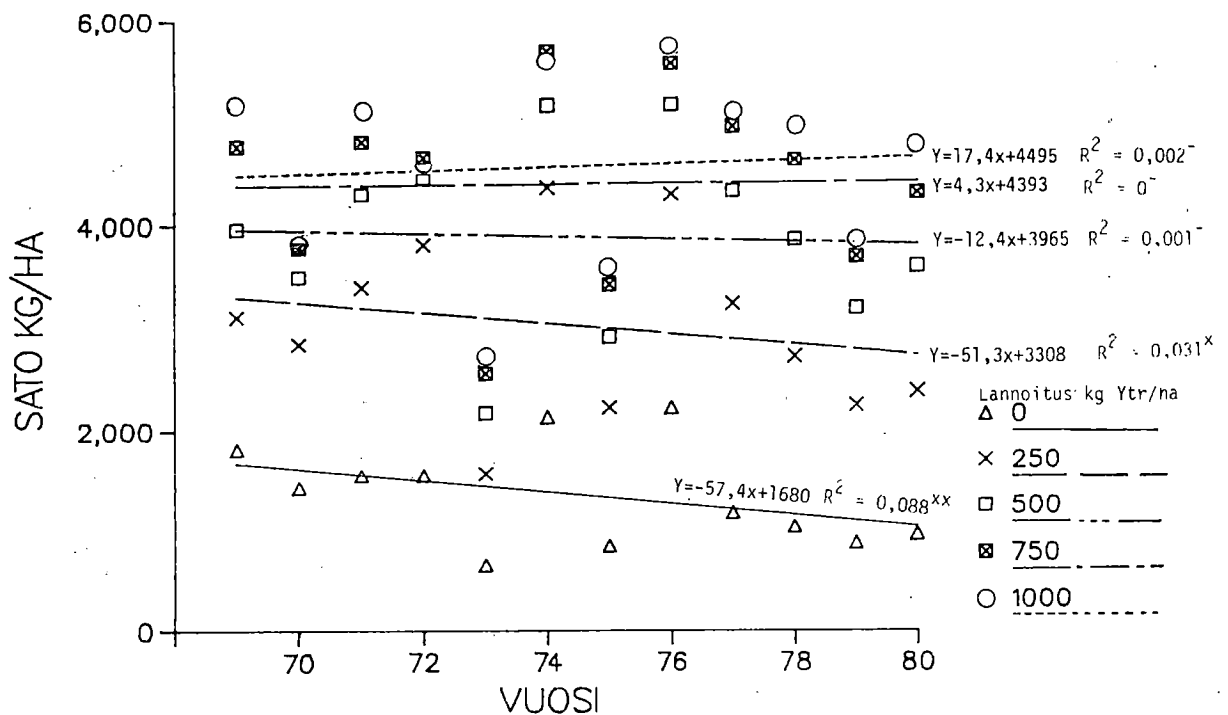


Kuva 3. Lannoitemäärän vaikutus ohran ja kevätvehnän satoon pinta- ja sijoituslannoitusta käytettäessä.



Kuva 4. Lannoitemäärän vaikutus satoon hietasavella ja hievasavella pinta- ja sijoituslannoitusta käytettäessä.

niin suuret, että regressiosuorista vain lannoitustasojen 0 ja 250 kg Ytr/ha yhtälöt ovat tilastollisesti merkitseviä. Lannoittamattomassa koejäsenessä sato laski 12 koevuoden aikana noin 1700 kg:sta/ha lähes 1000 kg:aan/ha. 250 kg Ytr/ha saaneessa koejäsenessä satotaso oli noin 1500 kg/ha korkeampi, mutta sadon laskun suunta lähes sama kuin lannoittamattomassa. Tätä suurempia lannoitemääriä käytettäessä satotaso pysyi lähes muuttumattomana koejakson ajan. Satojen koejakson aikaista kehitystä seurattaessa voidaan kuitenkin verrata vain eri lannoitustasojen keskenään ja on varottava yleistämästä yksittäisten tasojen käytöstä sinänsä, koska koejakson loppuvuodet ovat saattaneet olla olosuhteiltaan epäedullisempia kuin alkuvuodet.



Kuva 5. Satotasojen kehitystä koejakson aikana eri suuruisia lannoitemääriä käytettäessä kuvaavat regressiosuorat.

KIVI (1969) on todennut sadon varmuuden parantuneen sijoituslannoitusta käytettäessä ns. variaatiokertoimen avulla. Mitä pienempi kerroin on, sitä pienempi on satojen vaihtelu ko. menetelmän kohdalla. Tästä aineistosta laskettuna ovat va-

riaatiokertoimet seuraavat:

	Kevätvehnä		Ohra		Koko aineisto	
	pinta	sijoitus	pinta	sijoitus	pinta	sijoitus
Lannoittamaton.	31,1		66,4		49,3	
250 kg Ytr/ha	27,4	23,2	42,4	31,2	36,1	28,7
500 "	25,2	24,3	31,4	26,4	29,4	27,0
750 "	25,4	26,5	27,4	24,8	27,5	27,0
1000 "	27,6	29,1	27,0	26,1	28,5	28,9

Satovaihtelut ovat siis olleet vähäisimpiä lannoitemäärillä 500 ja 750 kg Ytr/ha sekä sijoituslannoitusta käytettäessä. Lannoittamattomilla ruuduilla satovaihtelut olivat kaikkein suurimmat, ja ne pienuivät lannoituksen kasvaessa, kunnes ohitettiin optimitaso 100-150 kg N/ha.

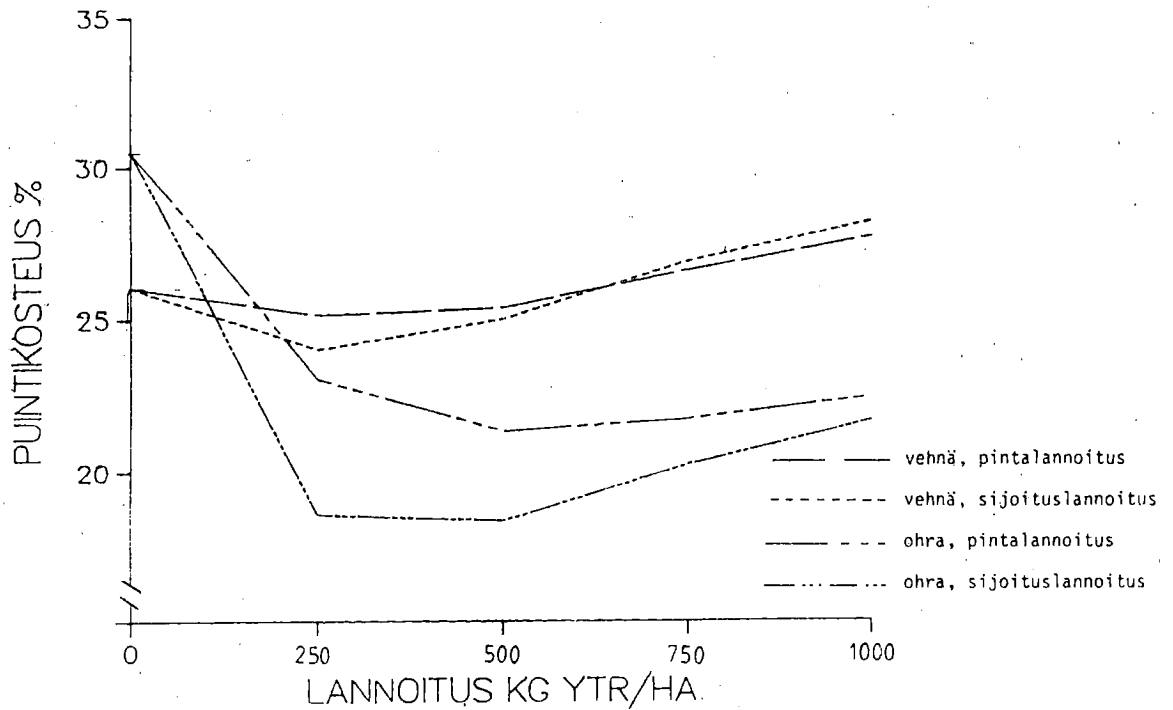
2.2. Sadon laatu

Sadon laatua ja kivennäisainepitoisuuksia koskevat tulokset on esitetty kokonaisuudessaan taulukossa 5 (liite 3, s. 35).

Puintikosteus on luonnollisesti riippuvainen ajankohdasta, jona koe on satuttu korjaamaan. Koska koko koe kuitenkin korjattiin samanaikaisesti, antaa puintikosteus kuvan eri koejäsenten välisistä tuleentumiseroista (kuva 6).

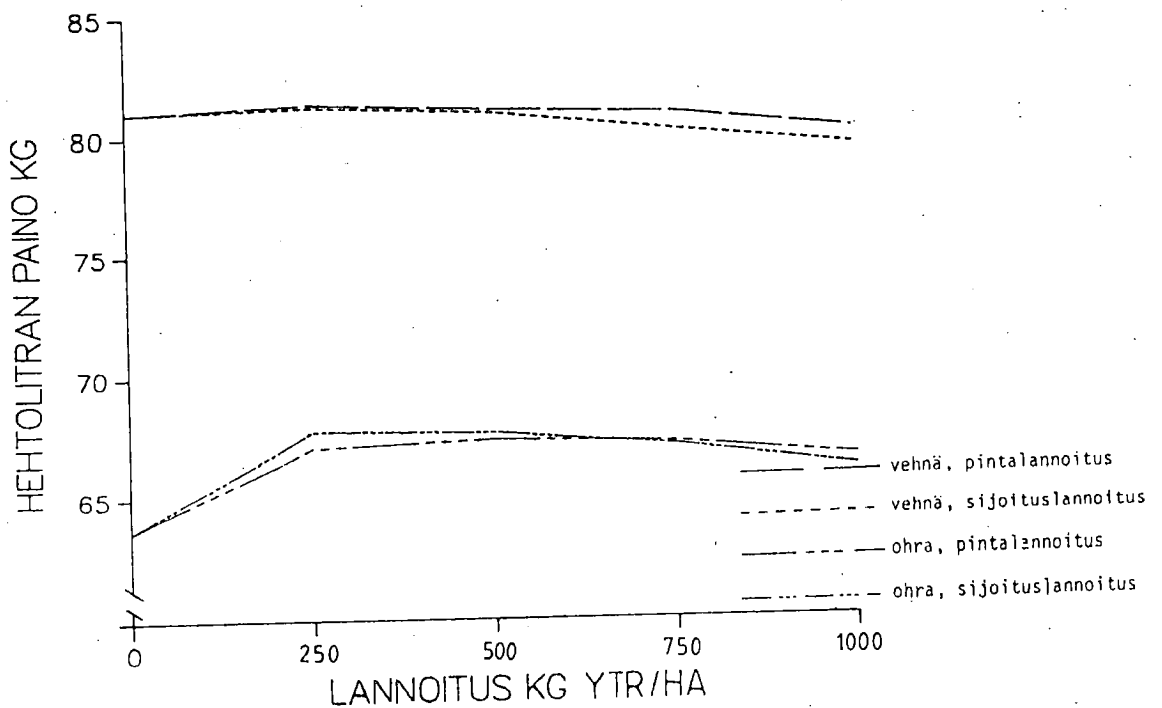
Lannoitustapa ja lannoitemäärä vaikuttivat voimakkaammin ohran kuin kevätvehnän tuleentumisnopeuteen. Ohralla lannoitustasot 50 ja 100 kg N/ha tuleentuivat muita tasoja nopeammin. Hitaimmin tuleentui lannoittamaton koejäsen. Lannoitteen sijoittaminen nopeutti tuleentumista: 50 kg N/ha käytettäessä oli ero sijoitetun hyväksi 4,5 %. Kasvustohavaintojen mukaan tämä tuleentumisero johtui pääasiassa pinalannoitettujen ruutujen jälkiversonnasta ja vihreistä jyivistä. Ohralla lannoitustapojen välinen ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä lannoitustasoilla 50 ja 100 kg N/ha sekä tasoilla 150 ja 200 kg N/ha vailla merkitsevyyttä.

Kevätvehnän puintikosteuksien erot olivat samansuuntaiset, mutta pienemmät kuin ohran. Lannoituksen lisääminen yli 500 kg/ha hidasti tuleentumista. Lannoitustapojen väliset erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Lannoitustason vaikutus kevätvehnän puintikosteuteen oli sen sijaan hyvin merkitsevä.



Kuva 6. Ohran ja kevätvehnän puintikosteus eri lannoitemäärillä pinta- ja sijoituslannoitusta käytettäessä.

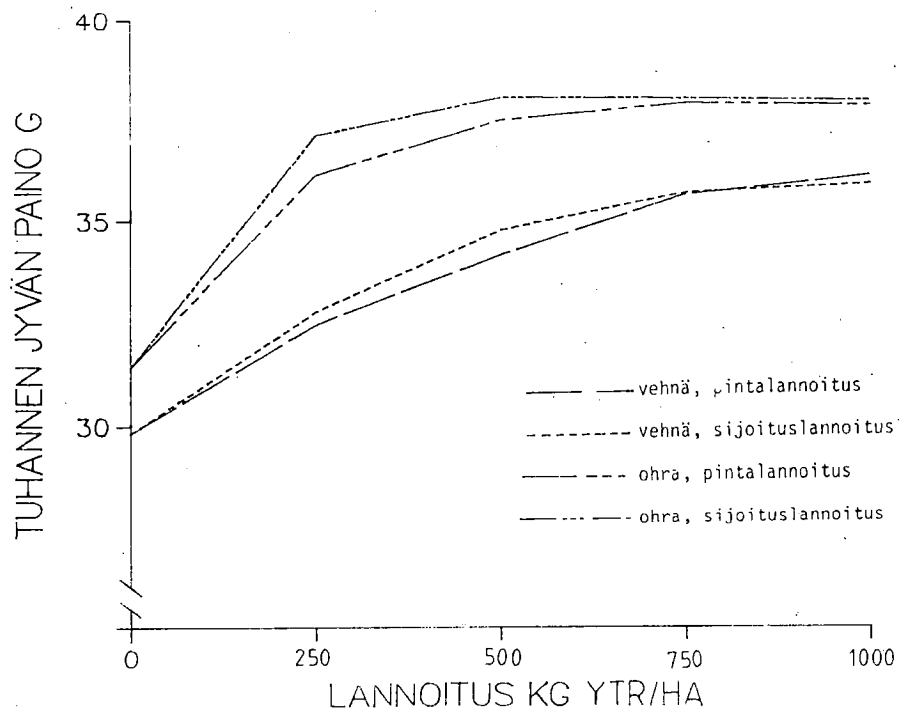
Hehtoliträn painoon ei lannoitustavalla juuri ollut vaikutusta (kuva 7). Myöskään lannoitustasolla ei ollut vaikutusta kevätvehnän hehtoliträn painoon. Ohran



Kuva 7. Lannoitemäärän ja lannoitustavan vaikutus ohran ja kevätvehnän hehtoliträn painoon.

hehtoliträn paino oli korkein lannoitustasoilla 50 ja 100 kg N/ha ja aleni hiukan lannoituksen lisääntyessä. Näitä tasoja selvästi, noin 4 kg, alempi se oli lannoittamattomassa koejäsenessä. Mitkään näistä eroista eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä.

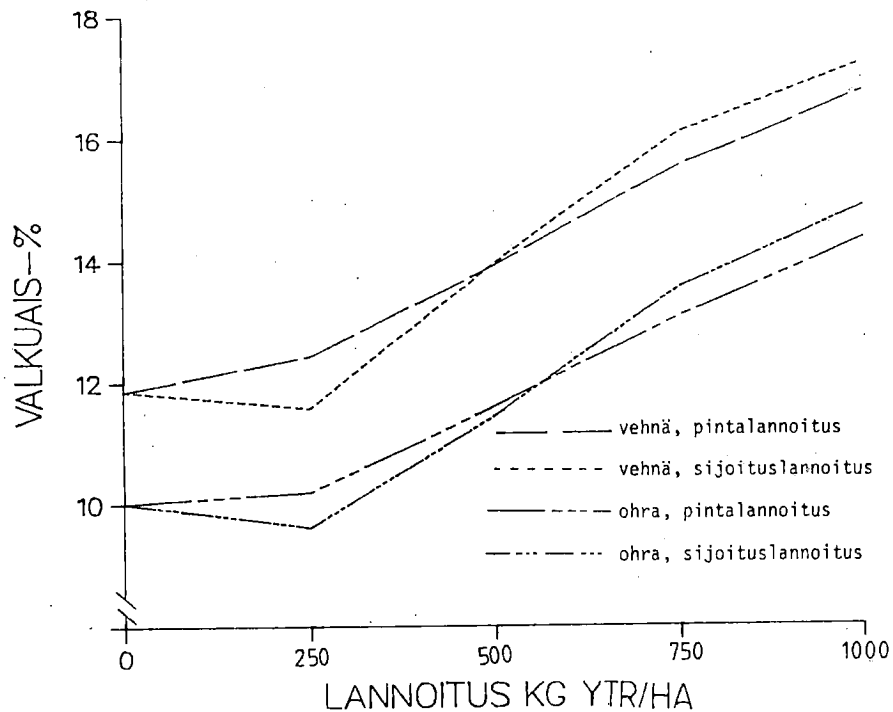
Kevätvehnän tuhannen jyvän paino nousi tasaisesti 29,8:sta 36 g:an lannoituksen lisääntyessä 0:sta 1000 kg:an Ytr/ha (kuva 8). Ohran tuhannen siemenen paino nousi vastaavasti 31,4:stä lähes 38 g:an, mutta lannoituksella ei 500 kg:sta Ytr/ha ylöspäin ollut juuri enää vaikutusta. Lannoitustason vaikutus oli molemmilla kasveilla tilastollisesti erittäin merkitsevä. Sijoituslannoitetuilla ruuduilla tuhannen jyvän paino oli jonkin verran korkeampi kuin pintalannoitetuilla, mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.



Kuva 8. Lannoitemäärän ja lannoitustavan vaikutus ohran ja kevätvehnän tuhannen jyvän painoon.

Siementen valkuaispitoisuus saatiin kertomalla kevätvehnän typpipitoisuus luvulla 5,7 ja ohran typpipitoisuus luvulla 6,25. Molempien koekasvien siementen valkuaispitoisuus kohosi selvästi lannoitusta lisättäessä (kuva 9). Vaikutus oli

tilastollisesti erittäin merkitsevä. Lannoitustavalla ei ollut merkitsevää vaikutusta siementen valkuaispitoisuuteen. Valkuaissato nousi valkuaispitoisuuden ja sadon määrän lisääntymisen kerrannaisvaikutuksena keskimäärin noin viisinkertaiseksi lisättäessä lannoitusta 0:sta 200 kg:an N/ha.

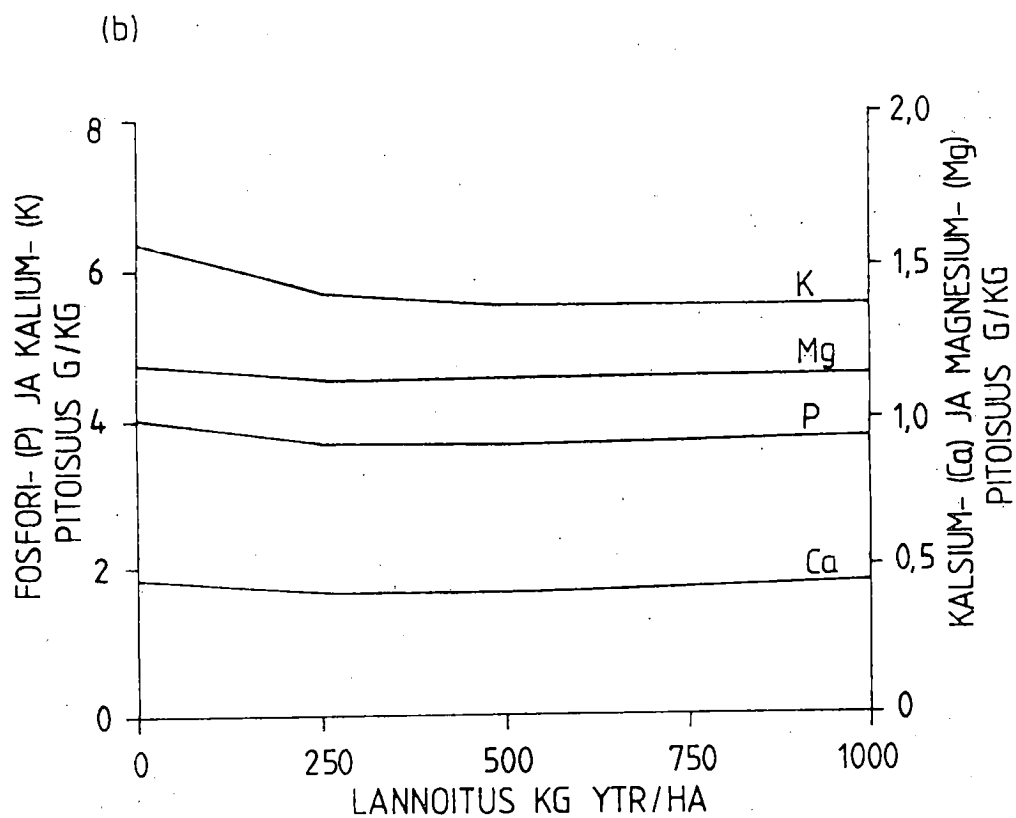
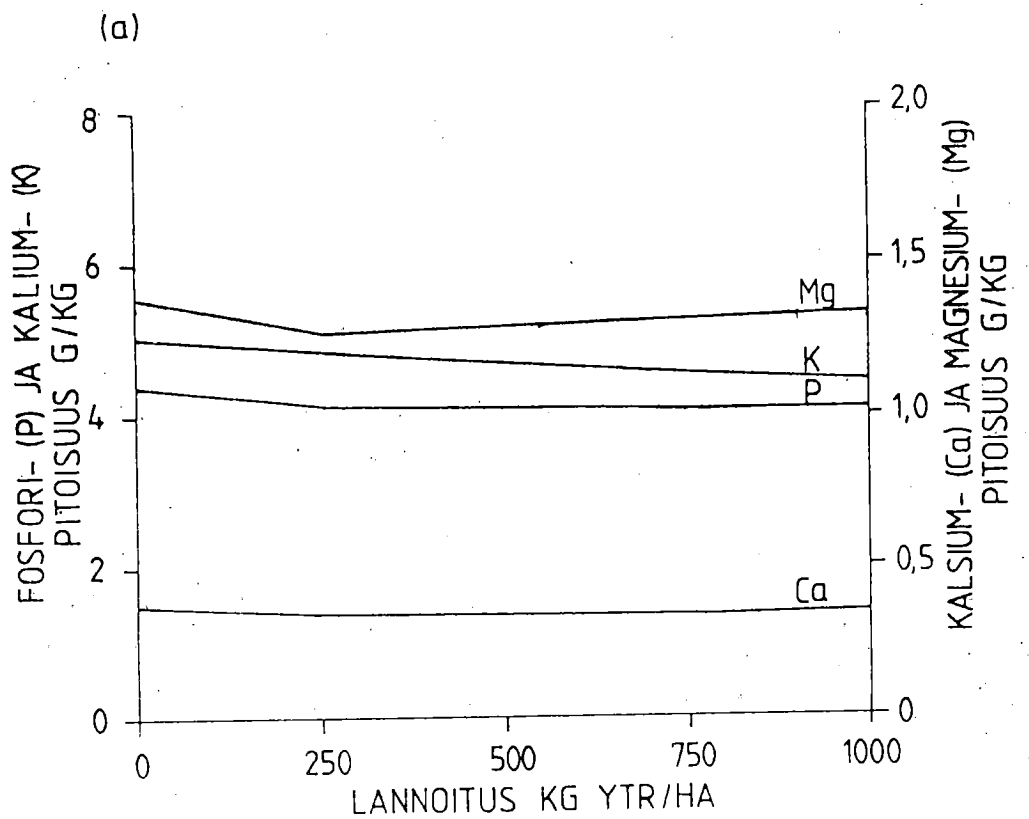


Kuva 9. Lannoitemäärän ja lannoitustavan vaikutus ohran ja kevätvehnän valkuaispitoisuuteen.

2.3. Siementen kivennäisainepitoisuudet

Ohran sadosta määritettiin kivennäisainepitoisuudet vuosina 1974-80 ja kevätvehnän sadosta vuosina 1975 ja 1977-80.

Lannoitustapa ei selvästi, tilastollisesti merkitsevästi, vaikuttanut siementen kivennäisainepitoisuuksiin. Myöskään lannoitemäärä ei yleensä vaikuttanut siementen fosfori-, kalium-, kalsium- tai magnesiumpitoisuuksiin (kuva 10). Poikkeuksena ovat kuitenkin kevätvehnän siementen kaliumpitoisuus, jota lannoitemäärän lisäys alensi tilastollisesti erittäin merkitsevästi, ja ohran siementen kalsium-



Kuva 10. Kevätvehnän (a) ja ohran (b) siementen fosfori-, kalium-, kalsium- ja magnesiumpitoisuudet eri lannoitemääriä käytettäessä.

pitoisuus, joka aleni ensin lannoittamattomasta 250 kg Ytr/ha saaneeseen koejäseneseen ja lisääntyi tämän jälkeen jonkin verran. Tämä vaikutus oli tilastollisesti hyvin merkitsevä. Myös ohran siementen kaliumpitoisuus oli lannoittamattomassa korkeampi kuin lannoitetuilta ruuduilta korjatussa sadossa, mutta vaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

Sadon hivenainepitoisuudet (Cu, Fe, Zn, Mn ja B) on esitetty taulukossa 6. Lannoituksella ei ollut vaikutusta kyseessä olevien hivenaineiden pitoisuuksiin kevätkuivon siemenissä lukuunottamatta sinkkiä ja mangaania. Sinkin pitoisuus aleni ensin lannoituksen lisääntyessä 500 kg:an Ytr/ha saakka ja nousi lannoitusta tästä edelleen lisättäessä. Mangaanin pitoisuus kohosi lineaarisesti lannoitusta lisättäessä noin 28 mg:sta/kg lähes 39 mg:an/kg. Nämä vaikutukset olivat tilastollisesti hyvin merkitseviä. Lannoitus lisäsi ohran siementen kupari-, sinkki-, mangaani- ja booripitoisuuksia tilastollisesti erittäin merkitsevästi.

Taulukko 6. Lannoitemäärän vaikutus kevätkuivon ja ohran siementen kupari-, rauta-, sinkki-, mangaani- ja booripitoisuuksiin (mg/kg ka.).

Lannoitus kg/ha Ytr	Kevätvehnä					Ohra				
	Cu	Fe	Zn	Mn	B	Cu	Fe	Zn	Mn	B
0	6,48	36,8	37,7	27,9	1,56	7,65	33,6	25,4	9,9	1,47
250	5,74	34,0	32,4	28,7	1,57	7,31	30,6	25,1	10,0	1,44
500	5,48	36,1	34,7	32,3	1,62	7,96	31,8	28,5	11,8	1,45
750	5,35	37,9	36,9	34,9	1,67	8,50	32,8	31,5	13,2	1,55
1000	5,62	39,2	39,3	38,8	1,73	8,74	32,7	34,4	14,9	1,66
Keskim.	5,65	36,8	36,1	33,0	1,64	8,07	32,2	29,4	12,2	1,52
Merkitsevyys	-	-	**	**	-	***	-	***	***	***

2.4. Maan viljavuus

Maanäytteet otettiin kokeen alussa lohkoittain ja syksyllä 1971 ja -72 koejäsenittäin sekä syksyinä 1975, -78, -79 ja -80 ruuduittain, joten alkuvuosien maan viljavuuslukuihin on suhtauduttava varauksin. Lannoitustavalla ei ollut vuodesta 1975 lähtien tarkasteltuna yleensä tilastollisesti merkitsevää vaikutusta maan viljavuuslukuihin. Lannoitustason vaikutus maan fosfori-, kalium- ja kalsiumlukuihin oli vuodesta 1975 lähtien tarkasteltuna lähes jokaisena näytteenottovuonna tilastollisesti erittäin merkitsevä.

Maan helppoliukoisen fosforin määrä (kuva 11a ja b) vähentyi hietasavella kokeen kuluessa jatkuvasti vuoteen 1978 saakka ja sitä enemmän, mitä vähemmän

lannoitetta käytettiin. Hiuesaven fosforiluku alentui vain vähän lannoitustasolla 0-500 kg Ytr/ha (0-20 kg P/ha), pysyi lähes ennallaan tasolla 750 kg Ytr/ha (30 kg P/ha) ja nousi vähän tasolla 1000 kg Ytr/ha (40 kg P/ha).

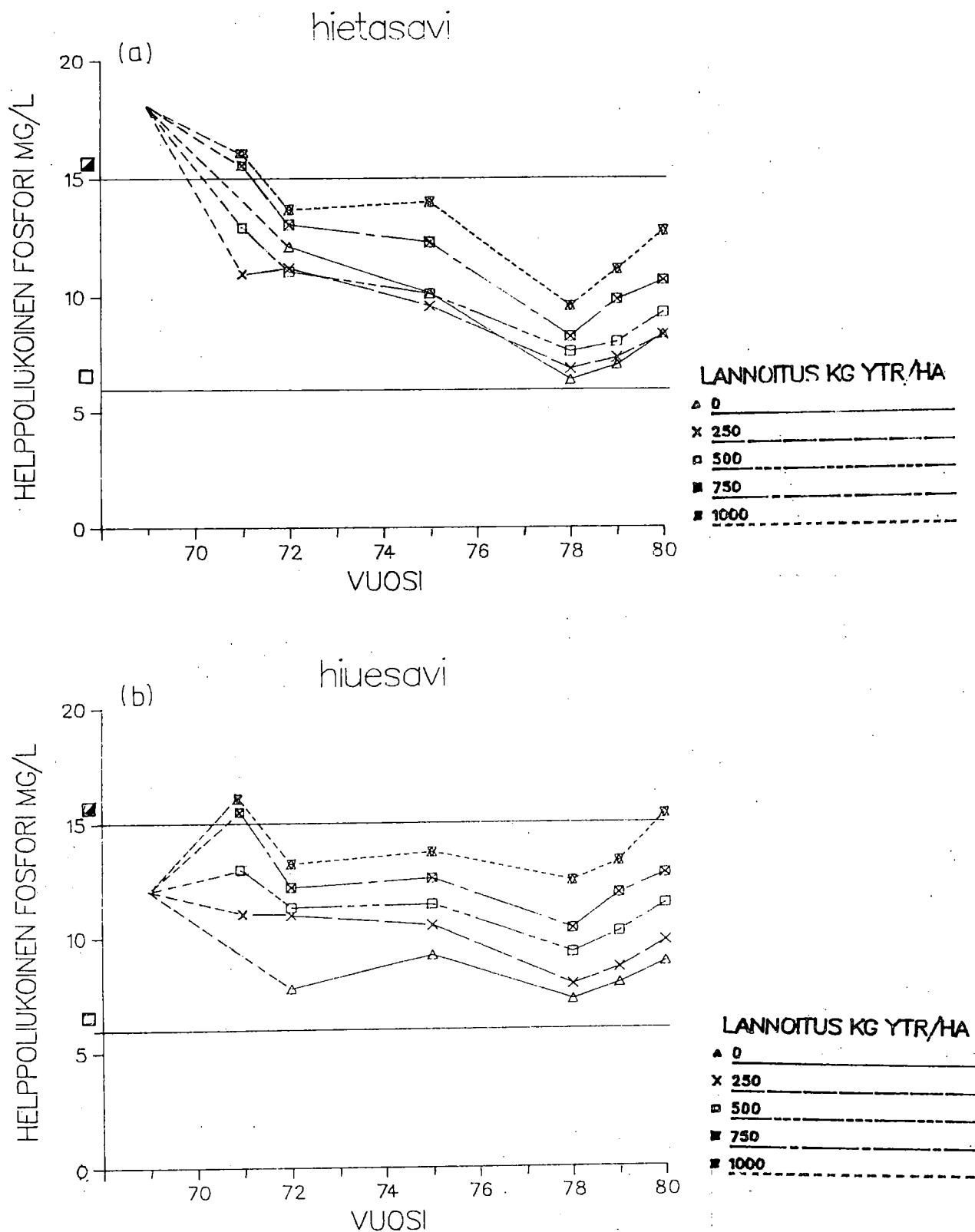
Maan vaihtuvan kaliumin määrä (kuva 12a ja b) pysyi hietasavella kokeen aikana lähes ennallaan lannoitemäärillä 0 ja 250 kg Ytr/ha (0-20 kg K/ha) ja nousi näitä korkeammilla lannoitemäärillä. Hiuesaven kaliumluku pysyi lähes ennallaan lannoitustasolla 500 kg Ytr/ha ja sen alle sekä nousi tätä suuremmilla määrillä.

Maan vaihtuvan kalsiumin määrä (kuva 13a ja b) laski kokeen aikana hietasavella 3300 mg:sta/l lannoittamattomassa koejäsenessä 3050 mg:an/l ja lannoitemäärän kohotessa enemmän siten, että 1000 kg Ytr/ha saaneilla ruuduilla kalsiumluku oli kokeen lopussa 2600 mg/l. Hiuesaven kalsiumluku oli kokeen alussa alhaisempi, 1850 mg/l, ja alennus lannoitemäärillä 0-500 kg Ytr/ha lähes olematon ja siitä lannoitusta lisättäessä selvempi: 1000 kg Ytr/ha saaneessa koejäsenessä lopputilanne oli 1600 mg Ca/l eli 2000 kg Ca/ha vähemmän.

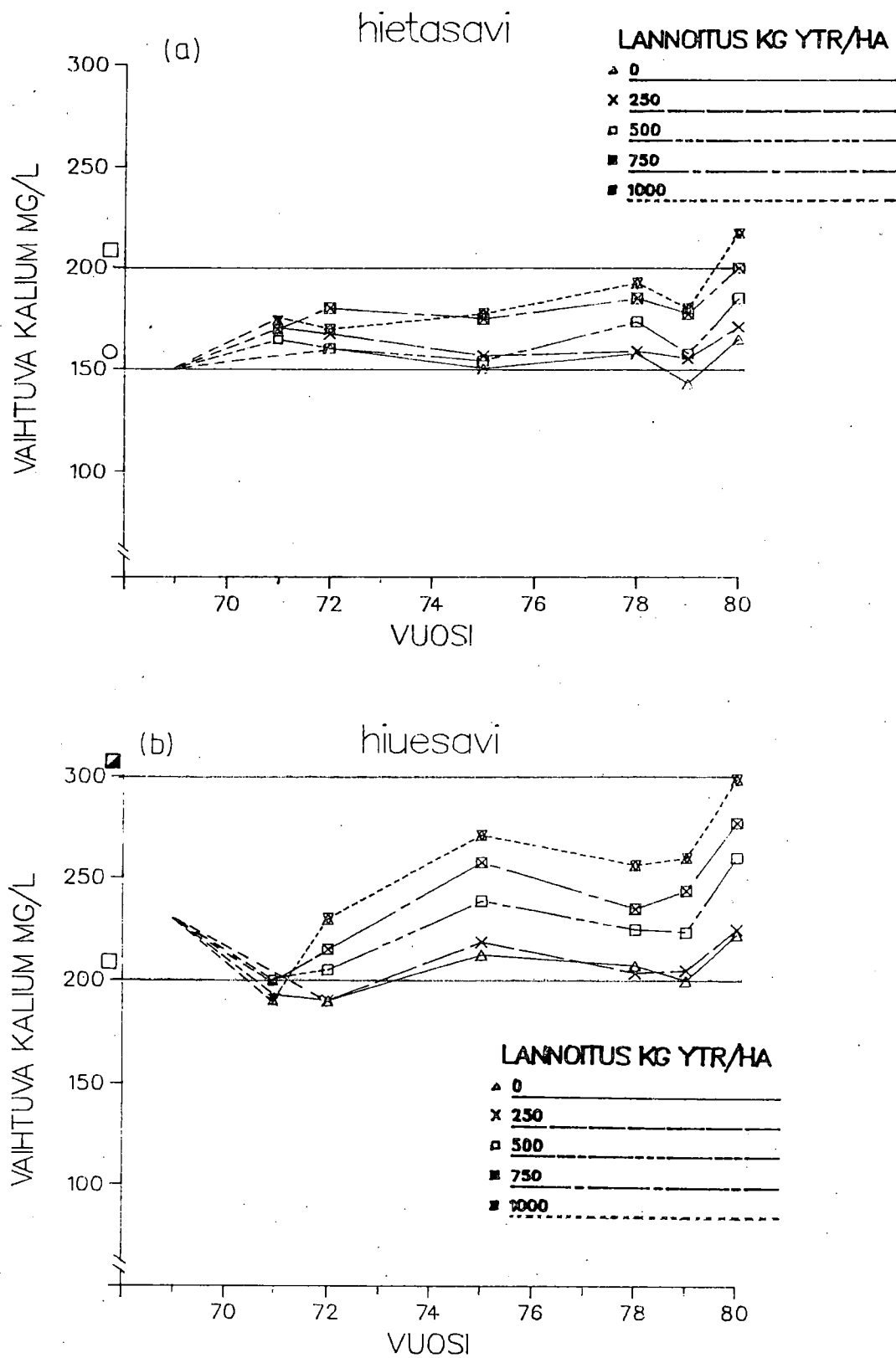
Maan vaihtuvan magnesiumin määrään ei lannoitustavalla eikä käytettävällä lannoitemäärällä ollut vaikutusta.

Maan pH aleni vuosittain tarkasteltuna lannoituksen lisääntyessä (kuva 14a ja b). pH aleni selvästi kokeen aikana hietasavella 500 kg Ytr/ha ja sitä suurempia lannoitemääriä saaneilla koeruuduilla. Hiuesaven pH laski vain 1000 kg Ytr/ha käytettäessä, ja silloinkin vain vähän. 750 kg Ytr/ha käytettäessä pH pysyi ennallaan ja muilla määrillä nousi. Lannoitemäärän vaikutus maan pH:hon oli vuodesta 1975 lähtien tarkasteltuna jokaisena näytteenottovuonna tilastollisesti erittäin merkitsevä molemmilla maalajeilla.

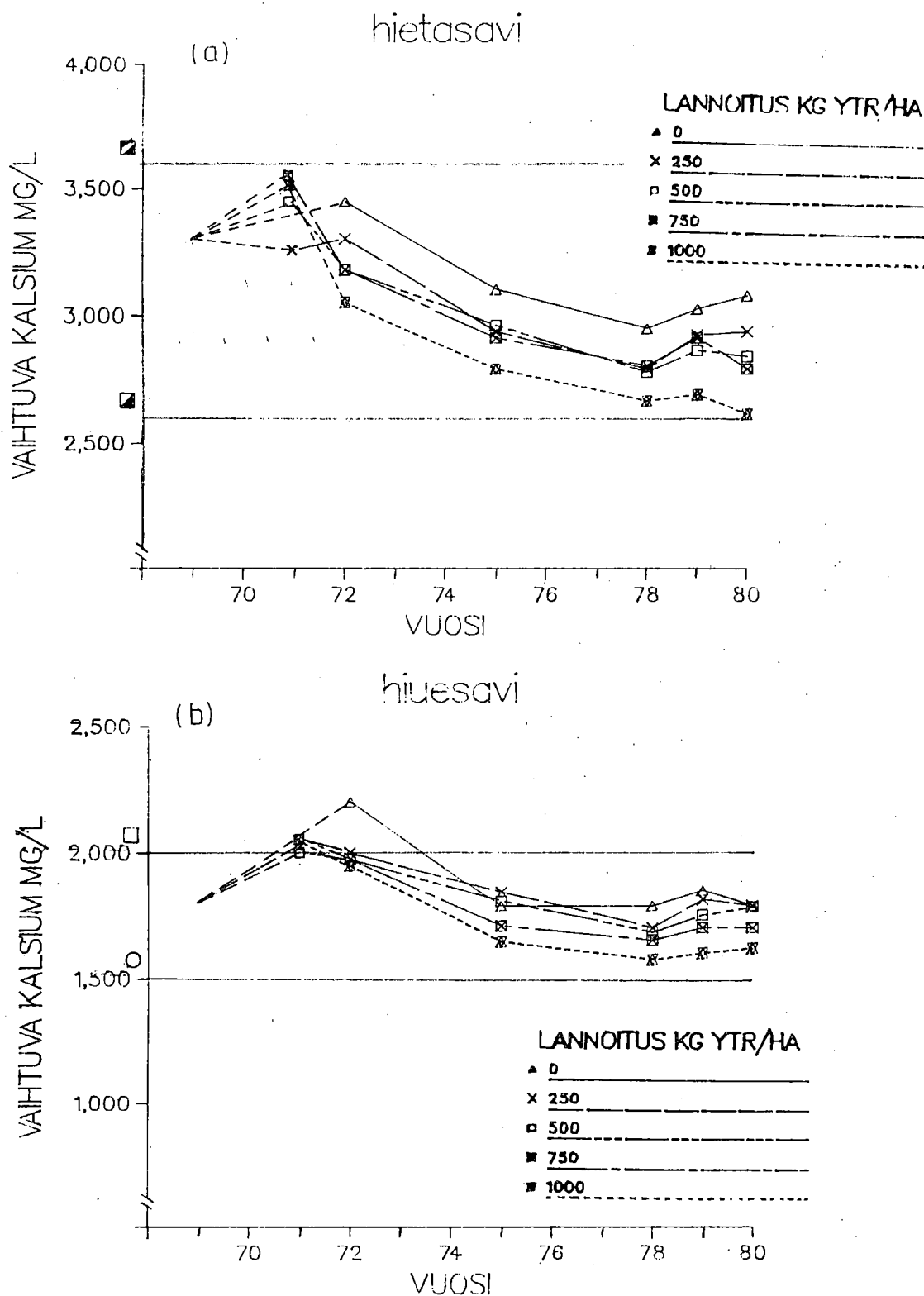
Maan humuspitoisuus lisääntyi kolmen viimeisen koevuoden määritysten mukaan lannoituksen lisääntyessä 0:sta 500 kg:an Ytr/ha hiuesavella noin 4,2:sta 4,9 %:iin (kuva 15). Hietasavella nousu oli vain noin 0,3 %. Lisättäessä lannoitusta 500 kg:sta Ytr/ha ei humuspitoisuus enää noussut, hietasavella pitoisuus päin vastoin aleni tätä suurempia lannoitemääriä käytettäessä. Lannoitustason vaikutus kolmen viimeisen koevuoden maan humuspitoisuuteen oli molemmilla maalajeilla tilastollisesti hyvin merkitsevä ja lannoitustavan vaikutus vailla merkitsevyyttä. Humuspitoisuudet olivat alentuneet huomattavasti kokeen alun tilanteesta eli hietasaven 5,2 %:sta ja hiuesaven 5,6 %:sta (taulukko 1, s. 5).



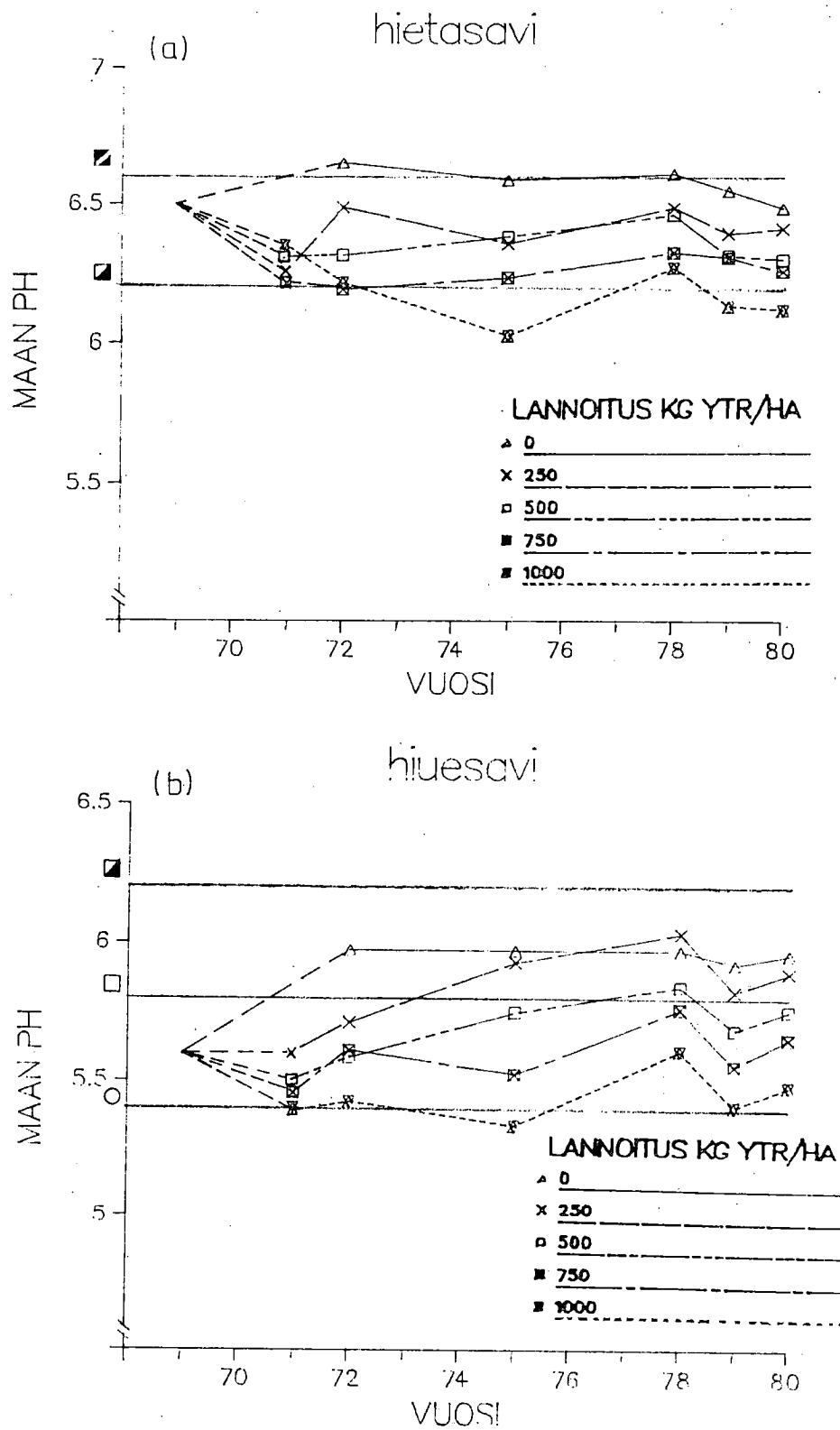
Kuva 11. Maan fosforitilan kehitys kokeen aikana hietasavella (a) ja hiuesavella (b). ■ viljavuusluokan hyvä alaraja ja □ viljavuusluokan tyydyttävä alaraja.



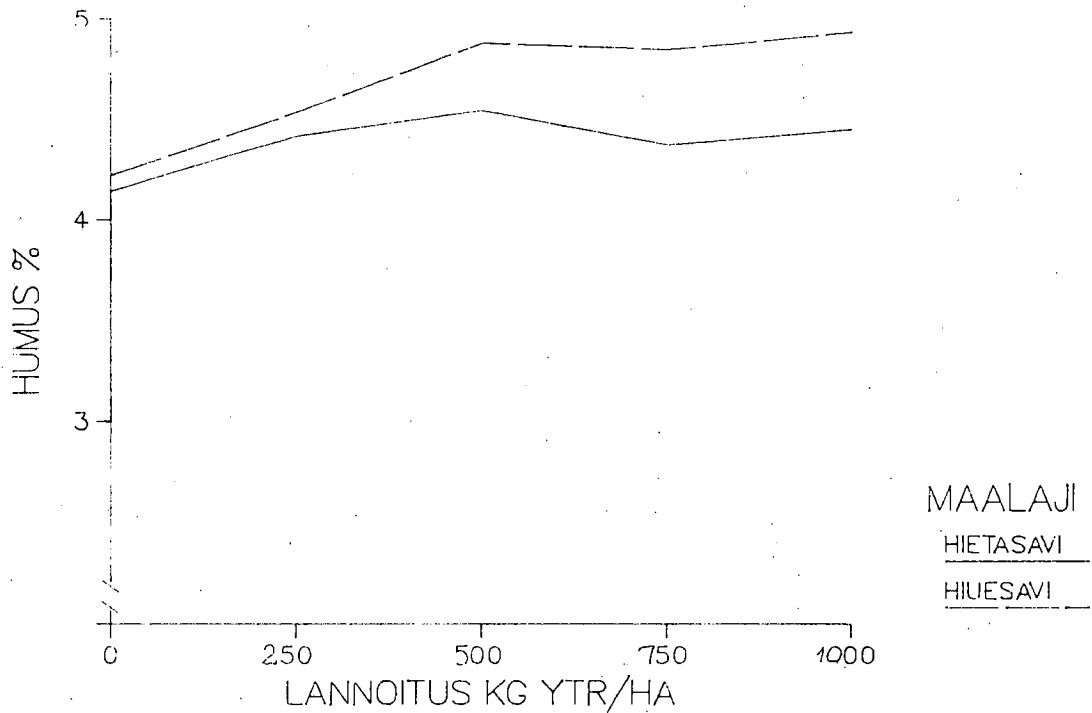
Kuva 12. Maan kaliumtilan kehitys kokeen aikana hietasavella (a) ja hiuesavella (b). Viljavuusluokat kuten kuvassa 11, ○ viljavuusluokan välttävä alaraja.



Kuva 13. Maan kalsiumtilan kehitys kokeen aikana hietasavella (a) ja hiuesavella (b). Viljavuusluokat kuten kuvissa 11 ja 12. ■ viljavuusluokan erittäin hyvä alaraja.



Kuva 14. Maan pH:n kehitys kokeen aikana hietasavella (a) ja hiuesavella (b). Viljavuusluokat kuten kuvissa 11-13.



Kuva 15. Lannoitemäärän vaikutus maan humuspitoisuuteen koejakson loppuvuosien 1978-80 määritysten keskiarvona.

3. TULOSTEN TARKASTELU

3.1. Vertailu aikaisempiin tutkimustuloksiin

Sijoituslannoitusta on tutkittu Suomessa aikaisemmin 1960-luvulla Helsingin yliopiston ja Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitoksen yhteisissä kokeissa Espoon Pakankylässä sekä Maatalouden tutkimuskeskuksessa Tikkurilassa. Näiden tutkimusten tuloksia on esitetty lukuisissa julkaisuissa. Lisäksi on sijoituslannoitusta tutkittu Lounais-Suomen koeasemalla (KÖYLIJÄRVI 1969), Suoviljely-yhdistyksen koeasemilla (PAULAMÄKI ja LUOSTARINEN 1971), Hankkijan koetiloilla (KIVI 1969, KIVI ja HOVINEN 1969) sekä Kemiran koetilalla (PESSI ym. 1970). Ruotsissa (HUHTAPALO 1981) ja Norjassa (EKEBERG 1977, LYGSTAD 1977) on sijoituslannoituksesta järjestetty laajoja kokeita 1960-luvun lopulla ja 1970-luvulla.

Tämän koesarjan tulokset vahvistavat sijoituslannoituksesta Suomessa jo 1960-luvulla saatuja hyviä kokemuksia. Ruotsissa ja Norjassa on sijoituslannoituksella yleisesti saatu pienempiä sadonlisäyksiä.

Helsingin yliopiston maanviljelyskemian laitoksen ja Maatalouskoneiden tutkimuslaitoksen 10-vuotuisissa kokeissa Helsingin ympäristössä saatiin kevätevehnällä keskimäärin noin 415 kg/ha eli 16,1 %:n sadonlisäys lannoituksen vaihdellessa 30-110 kg N/ha Y-lannoksissa (8-5-7 ja 15-8-12). Ohran suhteellinen sadonlisäys oli neljän vuoden kokeissa samaa suuruusluokkaa kuin kevätevehnän, mutta suora-naiset sadonlisäykset olivat suurempia (ELONEN 1967, NIEMINEN ym. 1967, KARA ym. 1970, ELONEN ja KARA 1972). Samanlaisia tuloksia on saatu 1960-luvulla myös Maatalouden tutkimuskeskuksen kokeissa: Tikkurilassa saatiin kevätevehnällä vuosina 1965-67 keskimäärin 17 %:n sadonlisäykset 80 kg N/ha käytettäessä (LARPES 1968). Lounais-Suomen koeasemalla saatiin kevätevehnällä rivilannoituksella vuoden 1967 neljässä kokeessa keskimäärin 380 kg/ha ja vuoden 1968 seitsemässä kokeessa keskimäärin 310 kg/ha sadonlisäykset (KÖYLIJARVI 1969). KIVI ja HOVINEN (1969) saivat kevätevehnällä vuosien 1966 ja -67 kokeissa sijoituslannoituksella Nikkilän koetilalla Kangasalla 8-15 ja Tammiston koetilalla 3-8 prosentin sadonlisäyksiä lannoitemäärillä 400 ja 800 kg Yn/ha (8-5-7). Ruotsissa ovat kevätiljoilla saadut sadonlisäykset olleet keskimäärin 8-10 % maan itä- ja pohjoisosissa sekä 4-5 % maan etelä- ja länsiosissa (HUHTAPALO 1981). Etelä-Norjassa saatiin vuosina 1966-75 suoritetuissa 141 kokeessa keskimäärin 140 kg/ha eli 4 %:n sadonlisäykset typpilannoituksen vaihdellessa 40:sta 120 kg:an/ha (LYNGSTAD 1977). Savimaiden 86 kokeessa saatiin keskimäärin 180 kg/ha sadonlisäykset.

KARA ym. (1970) totesivat rivilannoituksella saatavan sadonlisäyksen keskimäärin kaksinkertaistuvan lisättäessä lannoitusta 30:sta 80 kg:aan N/ha Y-lannoksissa (8-5-7). LARPES (1968) sai vuosien 1965 ja -67 kokeissaan samansuuntaisia tuloksia kevätevehnällä lannoitemäärillä 0-120 kg N/ha Y-lannoksissa (8-6-16 ja 15-8-12). Tämän tutkimuksen aineistossa pysyi sadonlisäys vastaavilla lannoitemäärillä lähes samansuuruisena.

Puintikosteuden on aikaisemmissa kokeissa todettu alentuneen 1-3 % sijoituslannoitusta käytettäessä sekä ohralla että kevätevehnällä (LARPES 1966b, ELONEN ym. 1967, NIEMINEN ym. 1967, KARA ym. 1970), joten tämän koesarjan puintikosteuden alennukset ovat kevätevehnällä lannoitustasolla 50 kg N/ha samansuuruisia (1,1 %) ja ohran kohdalla suurempia (4,5 %).

Jyvien koon ja tilavuuspainoon ei sijoituslannoituksella tässä, kuten ei muissakaan tutkimuksissa, ole todettu olevan selvää, tilastollisesti merkitsevää, vaikutusta (NIEMINEN ym. 1967, ELONEN ym. 1967, KIVI ja HOVINEN 1969, KARA ym. 1970, LYNGSTAD 1977).

Jyvien valkuaispitoisuuteen ei sijoituslannoituksella tässä tutkimuksessa ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta. Espoon Pakankylän kokeissa saatiin kevä-

vehnällä 1,6 %:n tilastollisesti merkitsevä raakavalkuaispitoisuuden alennus sijoituslannoitusta käytettäessä. Ohralla vastaava alennus oli 0,5 % ja kauralla 0,3 % ja vailla tilastollista merkitsevyyttä (NIEMINEN ym. 1967, KARA ym. 1970). Näissä tutkimuksissa, samoin kuin tämänkin tutkimuksen aineistossa, todettiin lannoituksen lisäämisen korvaavan alemmilla tasoilla tapahtuneen valkuaispitoisuuden alenemisen.

Siementen kivennäisainepitoisuuksia ei aikaisemmissa sijoituslannoituskokeissa ole määritetty. Tuloksia lannoitemäärän vaikutuksesta näihin pitoisuuksiin ovat Suomessa aikaisemmin julkaisseet mm. PESSI ym. (1974). Tämän aineiston ja kyseessä olevan tutkimuksen siementen kivennäisainepitoisuudet ovat samaa suuruusluokkaa, mutta analysointimenetelmät poikkeavat toisistaan jonkin verran. Heidän kokeissaan ei lannoituksen todettu vaikuttavan kevätvehnän ja ohran siementen kivennäisainepitoisuuksiin savimaalla lukuunottamatta ohran sinkkipitoisuutta, joka aleni lannoitusta lisättäessä. Toisin kuin em. tutkimuksessa voitiin tässä aineistossa lannoituksen todeta vaikuttaneen kevätvehnän siementen kalium-, sinkki- ja mangaanipitoisuuksiin sekä ohran siementen kalsium-, kupari-, sinkki-, mangaani- ja booripitoisuuksiin tilastollisesti vähintään merkitsevästi. Kevätvehnän kaliumpitoisuutta lukuunottamatta nämä pitoisuudet kohosivat.

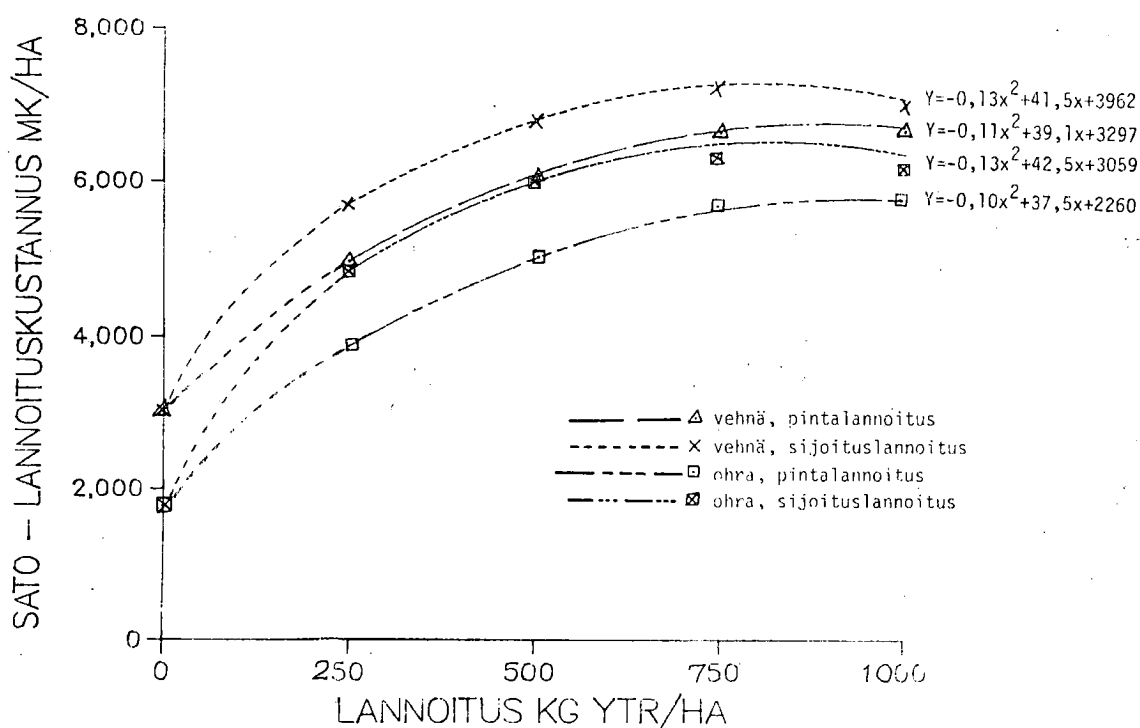
3.2. Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen kokeet suoritettiin vain yhdellä koepaikalla, mikä rajoittaa tulosten tulkintaa laajemmalle alueelle. Toisaalta ne tukevat hyvin Suomessa aikaisemmin eri koepaikoilta julkaistuja tuloksia. Koejakso on pitkä, 12 vuotta, joten tulosten voidaan katsoa edustavan tilannetta sääoloiltaan erilaisina vuosina.

Lannoituksen "biologinen optimi" eli lannoitemäärä, jolla satokäyrä kääntyy laskuun lannoitusta lisättäessä, oli näissä kokeissa lähellä korkeinta käytettyä lannoitemäärää eli 1000 kg:a Ytr/ha (200 kg N/ha).

Lannoituksen taloudellinen tulos on esitetty kuvassa 16 lannoitustavoittain kummankin koekasvin osalta. Taloudellinen tulos on laskettu sadon arvon ja lannoitekustannuksen erotuksena kesäkuun 1983 hinnoin. Paras taloudellinen tulos eli kuyjon käyrien huippukohta voidaan laskea satofunktion yhtälöstä ja saadaan seuraavanlaisia tuloksia:

	Paras taloudellinen tulos			Erotus sijoitus- pinta
	Ytr	N	Mk/ha	
Vehnä, pinalannoitus	890	178	6770	
Vehnä, sijoituslannoitus	800	160	7270	+500
Ohra, pinalannoitus	940	188	5780	
Ohra, sijoituslannoitus	820	163	6530	+750



Kuva 16. Lannoituksen taloudellinen tulos lannoitustavoittain sadon arvon ja lannoituskustannusten erotuksena kesäkuun 1983 hinnoin.

Sijoituslannoituksella saatiin siis pinalannoitukseen verrattuna kevätvehnästä 500 mk/ha ja ohrasta 750 mk/ha parempi tuotto sadon arvon ja lannoitekustannusten erotuksena. Tämä saavutettiin keskimäärin noin 100 kg/ha alhaisemmalla lannoitemäärällä kuin pintaan lannoitettaessa. Lannoituksen optimi lienee käytännössä kuitenkin alempana, sillä kenttäkokeissa eivät esimerkiksi vaikeiden vuosien korjuutappiot ja -vaikeudet tule yhtä korostetusti esille kuin käytännön viljelyssä. Laskelmista puuttuvat myös suuremman sadon aiheuttamat korkeammat kuivatus- ym. kustannukset ja toisaalta puintikosteuden alenemisesta johtuva kuivatuskustannusten säästö.

Lannoitustapojen välinen ero sadon määrässä ja taloudellisessa lopputuloksessa oli suurin kevätvehnällä lannoitemäärällä 300 kg Ytr/ha (60 kg N/ha) ja ohralla 415 kg Ytr/ha (83 kg N/ha) lannoitetta käytettäessä.

Sijoituslannoitus ja lannoituksen lisääminen tuottivat hietasavella suuremman sadonlisäyksen kuin hiuesavella. Ilmeisesti maan rakenteesta ja hiukkaskoosta johtuva kasvien huonompi vesitalous rajoitti kasvua hiuesavella, jolloin parantuneesta ravinteiden saannista ei saatu täyttä hyötyä.

Suuremman sadon lisäksi tulivat näissä, kuten aikaisemmissakin, kokeissa sijoituslannoituksen etuina esille nopeampi ja tasaisempi tuleentuminen sekä pienemmät satovaihtelut. Siementen kokoon, tilavuuspainoon ja kivennäisaineiden pitoisuuksiin ei lannoitustavalla ollut vaikutusta kuten ei myöskään maan viljavuuslukuihin.

Kevätvehnä pystyi käyttämään maan ravinnevaroja tehokkaammin hyväkseen lannoittamattomilla ruuduilla ja tuottamaan ilman lannoitusta 370 kg/ha suuremman sadon kuin ohra. Ohra puolestaan pystyi hyödyntämään lannoituksena annetut lisäravinteet ja lannoitteiden sijoittamisella parantuneen ravinteiden saannin paremmin kuin kevätvehnä.

Lannoitemäärä vaikutti viljojen pintikosteuteen siten, että kosteus oli alhaisin 50-100 kg N/ha käytettäessä. Tuhannen siemenen paino ja siementen valkuaispitoisuus kohosivat lannoitusta lisättäessä. Hehtolitran painoon ei lannoitemäärä vaikuttanut.

Siementen kivennäisainepitoisuuksien saattaisi olettaa alenevan sadon kasvaessa lannoitusta lisättäessä. Näin ei kuitenkaan käynyt, vaan joidenkin hivenaineiden pitoisuudet päinvastoin kohosivat lannoitusta lisättäessä. Tämän seurauksena lannoituksen lisäämisellä saatu suurempi sato ottaa maasta enemmän ravinteita, ja joidenkin kivennäisainepitoisuuksien kohoaminen vielä lisää tätä poistumaa.

Oikeasta fosfori- ja kaliumlannoitustasosta ei tämän aineiston perusteella voida tehdä johtopäätöksiä, koska niiden tarve riippuu käytettävästä typen määrästä. Tämä puolestaan vaihteli fosfori- ja kaliumtasojen mukana, koska kokeissa käytettiin moniravinteista lannoitetta. Maan viljavuuslukujen kehityksestä kokeen aikana voidaan kuitenkin päätellä, että typpirikkaan Y-lannoksen sisältämä fosfori riitti hietasavella, mutta ei hiuesavella. Lannoitteen sisältämä kaliumin määrä oli riittävä molemmilla maalajeilla, hietasavella olisi vähäisempikin määrä riittänyt. Tämä siitä huolimatta, että oljet kerättiin koeruuduilta vuosittain pois.

Lannoitemäärän lisäys alensi ammoniumtypen maata hapattavan vaikutuksen johdosta jonkin verran maan pH:ta. Myös kalsiumluvut alenivat lannoituksen lisääntyessä, koska käytetyllä tyyppiyhdisteellä on taipumus lisätä kalsiumin huuhtoutumista (RUSSEL 1973, p. 624-625).

Maan humuspitoisuus oli kokeen lopussa hietasavella lannoittamattomilla ruuduilla noin 0,3 % ja hiuesavella noin 0,7 % alhaisempi kuin 100 kg N/ha saaneilla ruuduilla. Koska oljet korjattiin koealueelta pois, ja koska maahan jäävän sängin määrän voidaan olettaa olevan riippumaton koekäsittelystä, johtuvat erot maahan jäävän kasvijätteen määrässä kokonaisuudessaan eroista juuriston laajuudessa. On kuitenkin epätodennäköistä, että lannoituksesta johtuvat erot juuriston koossa voisivat olla niin suuria, että ne selittäisivät humuspitoisuuksien erot kokonaisuudessaan.

Oljet muodostavat kasvin kokonaispainosta suuremman osan kuin juuret. Maassamme suoritetuissa kokeissa, joissa on verrattu olkien korjaamista pois pelloilta ja niiden kyntämistä maahan, on kuitenkin todettu vain vähäisiä, vailla tilastollista merkitsevyyttä olevia vaikutuksia maan humuspitoisuuteen 14 (KÖYLIJARVI 1974) ja 27 koevuoden aikana (JAAKKOLA ja TALVITIE 1983). JAAKKOLA ja TALVITIE (1983) totesivat maan humuspitoisuuden lisääntyneen vain 0,8 %, kun maahan oli 27 vuoden ajan kynnetty viljan olkien tuotantoon verrattuna kaksinkertainen määrä olkia. Tämäkin vaikutus oli vailla tilastollista merkitsevyyttä. Tähän perustuen on käsillä olevan koesarjan tuloksiin lannoituksen vaikutuksesta maan humuspitoisuuteen suhtauduttava varauksin.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- AURA, E. 1967. Effect of the placement of fertilizer on the development of spring wheat. *J. Scient. Agric. Soc. Finl.* 39: 148-155.
- DUNCAN, W. & OHLROGGE, A. 1957. Principles of nutrient uptake from fertilizer bands. II. Root development in the band. *Agron. J.* 50: 605-608.
- EKEBERG, E. 1977. Forsøk med radgjødsling til korn i Hedmark og Oppland 1968-1973. *Forskn. Fors. Landbr.* 28: 213-228.
- ELONEN, P. 1969. Sijoittaen ja sadettaen. *Käytännön Maamies* 8: 392-396.
- 1979. Bevattningens inverkan på grödans upptagning av näringsämnen. *Nord. Jordbr.forskn.* 61: 16-17.
 - 1980. Sijoituslannoitus - kasvintuotantomme suuri edistysaskel. Maan ja kasvun hyväksi. *Vuorineuvos M. Hovin juhlaulkaisu*: 89-104. Helsinki.
 - 1981. Bevattningens inverkan på kvävegödslingens effektivitet. *Nord. Jordbr.forskn.* 63: 490-491.

- & KARA, O. 1972. Sprinkler irrigation of clay soils in Southern Finland. IV. The effect of repeated applications of water and nitrogen fertilization on spring cereals. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 44: 149-163.
 - , NIEMINEN, L. & KARA, O. 1967a. Sprinkler irrigation of clay soils in Southern Finland. II. Effect on the grain yield of spring cereals. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 39: 78-89.
 - , NIEMINEN, L. & KARA, O. 1967b. III. Effect on the quality of grain yield. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 39: 90-98.
 - , NIEMINEN, L. & KARA, O. 1967c. Kokemuksia kevätiljojen sadetuksesta savimaalla 1964-66. Maatal. ja Koetoim. 21: 7-19.
- HONKAVAARA, T. 1945. Pula-ajan menetelmä fosfaattilannoituksessa. Koetoim. ja Käyt. 2, 4: 1-2.
- 1946. Fosfaattien levittämisestä kylvösiemenen mukana. Koetoim. ja Käyt. 3, 4: 1-2.
- HUHTAPALO, A. 1981. Rätt gödselplacering ger effektivt närings utnyttjande. Nord. Jordbr.forskn. 63: 488-489.
- ILMATIETEEN LAITOS 1980. Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon. Touko-syyskuu 1980. 12 p.
- JAAKKOLA, A. & TALVITIE, H. 1983. Olkien maahankyntö. Kehittyvä Maatalous 50: 3-22.
- KAILA, A. & HÄNNINEN, P. 1961. Fertilizer nitrogen in soil. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 33: 169-184.
- & ELONEN, P. 1971. Influence of irrigation and placement of nitrogen fertilizers on the uptake of nitrogen by spring wheat. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 42: 123-130.
 - & ELONEN, P. 1971. Effect of irrigation on fertilizer nitrogen in arable clay soil. Acta Agr. Fenn. 123: 126-135.
- KARA, O. & RAISÄNEN, L. 1974. Sijoituslannoituksen kehityksestä ja tutkimustoiminnasta Suomessa. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 46: 175-184.
- , RAISÄNEN, L. & PALOMÄKI, A. 1970. Rivilannoitus sekä rivi- ja kylvölan- noituskokeet. Vakolan tiedote 11/70. 12 s.
- KASVINVIJELYLAITOKSEN TOIMINTAKERTOMUS JA TUTKIMUSTULOKSIA 1969-79.
- KIVI, E. 1969. Lajike ja sijoituslannoitus. Pellervo 70: 1056-1059.
- & HOVINEN, S. 1969. Lajikkeen ja lannoitustavan vaikutus kevävehnän vil- jelyarvoon. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 41: 258-276.
- KURKI, M. 1982. Suomen peltojen viljavuudesta III. 181 s. Helsinki.
- KÄHÄRI, J. & ELONEN, P. 1969. Effect of placement of fertilizer and sprinkler irrigation on the development of spring cereals on the basis of root in- vestigations. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 41: 89-104.

- KÖYLIJARVI, J. 1969. Rivilannoitus kevätiljasatojen varmentajana. Pellervo 70: 204-207.
- 1974. Olkien maahan kyntö savimaalla. Koetoim. ja Käyt. 31, 9: 31.
- LARPES, G. 1966a. Sijoituslannoitus antanut huomattavia sadonlisäyksiä kevävehnällä. Leipä leveämmäksi 14, 2: 12-15.
- 1966b. Rivilannoituksen vaikutus kevätiljaan. Koetoim. ja Käyt. 23: 10.
 - 1967a. Kevätiljojen rivilannoitus. Tietokortti 1 E 12.
 - 1967b. Radgödsling till vårsäd. Nord. Jordbr.forskn. 49: 228-229.
 - 1968. Rivilannoituskokeet 1965-67. Koetoim. ja Käyt. 4/68. Erip. 4 p.
 - 1969. Rivilannoitus valtaa alaa maan keski- ja pohjoisosissakin. Koetoim. ja Käyt. 26: 16.
 - 1970. Rivilannoitus ja yhdistelmäkoneet. Koetoim. ja Käyt. 27: 15-16.
 - , KÖYLIJARVI, J. & HAKKOLA, H. 1970. Kehittyvä lannoitus- ja kylvötekniikka. Koneviesti 18, 24: 5-6.
- LINDEMAN, P-O. 1978. Radmyllningsförsöken i Kalmar län. Kalmar läns Hush.sällsk. Tidskr. 1978, 1: 28-30.
- LYNGSTAD, I. 1977. Radgjödsling til korn. Forsøk i perioden 1966-75. Forskn. Fors. Landbr. 28: 159-178.
- MACLEOD, L., STERLING, J. & MACLEOD, J. 1975. Effects of rate, source and method of application of N, P and K on growth, nutrient uptake and yield of barley. Can. J. Soil Sci. 55: 61-67.
- MILLER, M. & OHLROGGE, A. 1957. Principles of nutrient uptake from fertilizer bands. I. Effect of placement of nitrogen fertilizer on the uptake of band-placed phosphorus at different soil phosphorus levels. Agron. J. 50: 95-97.
- NIEMINEN, L., KARA, O. & ELONEN, P. 1967. Kokemuksia sijoituslannoituksesta. Maatal. ja Koetoim. 21: 42-49.
- PAULAMÄKI, E. & LUOSTARINEN, H. 1971. Fertilizer drilling on peat soils. Acta Agr. Fenn. 123: 167-172.
- PESSI, Y., YLÄNEN, M., LESKELÄ, A. & SYVÄLAHTI, J. 1970. Results of tests made with placement fertilization on the Kotkaniemi Experimental Farm. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 42: 193-202.
- , SYVÄLAHTI, J., SAARI, E. & YLÄNEN, M. 1974. Mineral content of grain yield of cereals and the effect of fertilization on it. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 46: 264-270.
- RUSSEL, E. 1973. Soil conditions and plant growth. 849 p. 10th ed. London.
- SALONEN, M. 1968. Rivilannoitus, sen kehittäminen ja soveltaminen kasvinviljelyyn. Leipä leveämmäksi 16: 20-23.
- SIPPOLA, J. & ERVIÖ, R. 1977. Determination of boron in soils and plants by the azomethine-H method. Finn. Chem. Lett. 1977: 138-140.
- TARES, T. & SIPPOLA, J. 1978. Changes in pH, in electrical conductivity and in the extractable amounts of mineral elements in soil and the utilization

and loss of the elements in some field experiments. Acta Agric. Scand.
20, Suppl: 90-113.

VUORINEN, J. & MÄKITIE, O. 1955. The method of soil testing in use in Finland.
Agrogeol. Julk. 63. 44 s.

Liite 1

TIKKURILAN SIJOITUSLANNOITUSKOEIDEN KOEJÄRJESTELYT

Koevuodet: 1969-80 (12 kpl)

Maalajit: HtS, HeS

Viljelykasvit: kevätvehnä, ohra

Lannoitustasot: 0, 250, 500, 750, 1000 kg Ytr (20-4-8)/ha

Lannoitustavat: pintalannoitus (p), sijoituslannoitus (s)

Kerranteet: 4 (HtS + HeS = 4/kasvi) (ohra + vehnä = 4/maalaji)

0		
50	P	
	S	
100	P	
	S	
150	P	
	S	
200	P	
	S	I
150	S	III
	P	II
50	P	IV
	S	
200	S	
	P	
100	P	
	S	
0		

1969 vehnä-ohra

1970 ohra-vehnä

1971 vehnä-ohra

jne.

Taulukko 3. Kevätvehnän sadot maalajeittain sekä maalajien keskiarvoina Tikkurilan sijoituslannoituskokeissa vuosina 1969-80.

	1969	-70	-71	-72	-73	-74	-75	-76	-77	-78	-79	-80	Keskim.
Hietasavi													
0 -	1580	1700	1820	1480	1220	1690	1130	1740	1250	1290	880	1010	1400
250 pinta	2620	2540	2900	2990	1940	3570	2200	3330	2720	2650	1970	2000	2620
sijoitus	3020	3820	3960	3460	2550	3780	2450	3580	3010	3070	2200	2430	3110
500 pinta	3660	3200	3740	3580	2580	4860	3250	4160	3820	3660	2630	3450	3550
sijoitus	4480	4400	5120	3750	3300	5080	3580	4070	4200	4210	3060	3650	4070
750 pinta	4740	3860	4420	3830	3200	5830	3810	4670	4500	4590	3130	4450	4250
sijoitus	5340	4660	5780	4000	3650	5890	4410	4700	4890	5120	3330	4660	4700
1000 pinta	5300	3740	5300	3570	3480	6100	4380	4870	4720	4980	3010	5110	4550
sijoitus	5120	4500	6040	3740	3630	5920	4950	4910	4820	5540	3480	5470	4840
0	1580	1700	1820	1480	1220	1690	1130	1740	1250	1290	880	1010	1400
250	2820	3180	3430	3230	2250	3680	2330	3450	2870	2860	2080	2220	2870
500	4070	3300	4430	3670	2940	4970	3410	4110	4010	3940	2850	3550	3810
750	5040	4260	5100	3920	3430	5860	4110	4690	4690	4850	3230	4560	4480
1000	5210	4120	5670	3650	3550	6010	4670	4890	4770	5260	3250	5290	4690
merk.	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
pinta	4080	3340	4090	3490	2800	5090	3410	4260	3940	3970	2680	3750	3740
sijoitus	4490	4350	5230	3740	3280	5170	3850	4310	4230	4480	3020	4050	4180
merk.	-	xxx	xxx	*	xxx	-	xxx	-	xx	xx	xxx	xx	xxx
Hivesavi													
0 -	1780	1600	2260	2230	1140	2520	1270	2210	1570	1090	1280	1370	1690
250 pinta	2520	2140	3100	3910	1510	4410	2060	3620	3150	2190	2240	2410	2770
sijoitus	2900	2800	3080	4210	1650	4460	2320	3690	3270	2550	2370	2780	3010
500 pinta	3020	2420	3220	4320	1550	5640	2240	4380	3690	3010	2760	3500	3310
sijoitus	3260	3220	3180	4500	1600	5590	2200	4450	4100	3320	2810	3940	3510
750 pinta	3280	2620	3380	4770	1660	5910	2560	4610	4040	3590	2870	3920	3600
sijoitus	3380	3000	3140	4720	1580	5870	2280	4630	4360	3870	3090	4120	3670
1000 pinta	3220	2620	3400	4600	1730	5890	2330	4820	4520	3710	3020	4130	3670
sijoitus	3340	2700	3020	4650	1400	6110	2080	4670	4530	3970	3040	4640	3680
0	1780	1600	2260	2230	1140	2520	1270	2210	1570	1090	1280	1370	1690
250	2710	2470	3090	4060	1580	4440	2190	3650	3210	2370	2310	2590	2890
500	3140	2820	3200	4410	1580	5610	2220	4420	3890	3170	2790	3720	3410
750	3330	2810	3260	4750	1620	5890	2420	4620	4200	3730	2980	4020	3640
1000	3280	2660	3210	4630	1570	6000	2210	4750	4530	3840	3030	4390	3670
merk.	xx	-	xxx	xxx	-	xxx	x	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
pinta	3010	2450	3230	4400	1620	5460	2300	4360	3850	3130	2720	3490	3340
sijoitus	3220	2930	3110	4520	1560	5510	2220	4360	4060	3430	2830	3870	3470
merk.	-	xxx	x	-	-	-	-	-	x	x	-	xx	-
Maalajien keskiarvot													
0 -	1680	1650	2040	1850	1180	2110	1200	1970	1410	1190	1080	1190	1550
250 pinta	2570	2340	3000	3450	1730	3990	2130	3470	2940	2420	2100	2210	2700
sijoitus	2960	3310	3520	3830	2100	5120	2390	3640	3140	2810	2290	2600	3060
500 pinta	3340	2810	3480	3950	2070	5250	2740	4270	3750	3340	2700	3480	3430
sijoitus	3870	3810	4150	4120	2450	5330	2890	4260	4150	3770	2940	3800	3790
750 pinta	4010	3240	3900	4300	2430	5870	3180	4640	4270	4090	3000	4190	3930
sijoitus	4360	3830	4460	4360	2620	5880	3340	4670	4620	4490	3210	4390	4190
1000 pinta	4260	3180	4350	4080	2600	6000	3350	4850	4620	4350	3020	4620	4110
sijoitus	4230	3600	4530	4190	2513	6010	3520	4790	4670	4750	3260	5050	4260
0	1680	1650	2040	1850	1180	2110	1200	1970	1410	1190	1080	1190	1550
250	2770	2830	3260	3640	1910	4060	2260	3550	3040	2610	2190	2400	2880
500	3610	3310	3820	4040	2260	5290	2820	4260	3950	3550	2820	3640	3610
750	4190	3540	4180	4330	2520	5880	3260	4650	4440	4290	3100	4290	4060
1000	4250	3390	4440	4140	2560	6010	3440	4820	4650	4550	3140	4840	4180
merk.	xx	-	-	xxx	-	xxx	x	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
pinta	3550	2890	3680	3950	2210	5280	2850	4310	3890	3550	2700	3620	3540
sijoitus	3860	3640	4170	4130	2420	5340	3030	4340	4150	3960	2920	3960	3830
merk.	-	xx	-	-	-	-	-	-	xx	-	xx	x	xx

Taulukko 4. Ohran sadot maalajeittain sekä maalajien keskiarvoina Tikkurilan sijoituslannoituskokeissa vuosina 1969-80.

	1969	-70	-71	-72	-73	-74	-75	-76	-77	-78	-79	-80	Keskim.
Hietasavi													
0 -	2440	1080	1200	1000	210	1310	310	1930	750	710	580	550	1010
250 pinta	3660	2420	3020	3500	1090	4220	2140	4640	3120	2340	1780	1680	2800
sijoitus	4060	4320	4940	4290	2360	4480	2540	4890	3820	3070	2360	2170	3610
500 pinta	4640	3580	4500	4500	2320	4850	3240	5560	4330	3740	2750	3180	3930
sijoitus	5760	5680	6580	4920	3560	5150	3220	6180	5060	4690	3890	3720	4900
750 pinta	5900	4540	5980	4670	3350	5860	3880	6440	5550	4420	3430	3900	4830
sijoitus	6460	6000	6900	4810	4350	5580	4490	6640	5450	5620	4820	4740	5490
1000 pinta	6500	5220	6660	4710	4050	5110	4350	6860	5780	5150	3690	4960	5250
sijoitus	7080	6160	7180	4890	4740	5330	5000	6440	4910	6000	5110	5120	5660
0	2440	1080	1200	1000	210	1310	310	1930	750	710	580	550	1010
250	3860	3370	3980	3890	1720	4350	2340	4760	3470	2710	2070	1920	3200
500	5200	4630	5540	4712	2940	5000	3430	5870	4690	4220	3320	3450	4420
750	6180	5270	6440	4740	3850	5720	4190	6540	5500	5020	4130	4320	5160
1000	6790	5690	6920	4800	4390	5220	4680	6650	5350	5580	4400	5040	5460
merk.	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
pinta	5180	3940	5040	4350	2700	5010	3400	5880	4700	3910	2910	3430	4200
sijoitus	5840	5540	6400	4730	3750	5140	3910	6040	4810	4850	4050	3940	4910
merk.	xx	xxx	xxx	xx	xxx	-	xx	-	-	xxx	xxx	xxx	xxx
Hiusesavi													
0 -	1500	1360	960	1550	110	3040	730	3070	1160	1090	810	960	1360
250 pinta	2860	1960	2740	3860	420	4970	1840	5510	3170	2740	2330	2660	2920
sijoitus	3240	2760	3520	4310	1110	5130	2340	5250	3740	3230	2810	3040	3370
500 pinta	3200	2480	3900	4810	1010	5180	2250	6370	4460	4010	3650	3620	3750
sijoitus	3720	3080	4260	5390	1540	5040	3000	6280	5110	4320	4090	3880	4140
750 pinta	4200	2720	4540	5150	1310	5410	2970	6390	5300	4840	4260	4310	4280
sijoitus	4960	2920	4480	5440	1420	5220	3100	6500	5710	5140	4740	4490	4510
1000 pinta	5440	2840	4600	5120	1280	5060	2750	6680	5670	5180	4690	4510	4490
sijoitus	5560	2820	4640	5330	1330	5420	2750	6640	5780	5300	4980	4510	4590
0	1500	1360	960	1550	110	3040	730	3070	1160	1090	810	960	1360
250	3050	2360	3130	4090	760	5050	2090	5380	3460	2990	2570	2850	3150
500	3460	2780	4080	5100	1280	5110	2620	6320	4790	4170	3870	3750	3940
750	4580	2820	4510	5290	1370	5320	3040	6440	5510	4990	4500	4400	4400
1000	5500	2830	4620	5230	1300	5240	2750	6660	5730	5240	4830	4510	4540
merk.	xxx	x	xxx	xxx	x	xx	x	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
pinta	3930	2500	3950	4740	1000	5150	2450	6240	4650	4200	3730	3780	3860
sijoitus	4370	2900	4230	5120	1350	5200	2800	6170	5090	4500	4150	3980	4150
merk.	x	x	x	xx	x	-	-	-	xx	xx	xx	-	-
Maalajien keskiarvot													
0 -	1970	1220	1080	1280	160	2180	520	2500	950	900	690	750	1180
250 pinta	3260	2190	2880	3680	750	4600	1990	5080	3150	2540	2050	2170	2860
sijoitus	3650	3540	4230	4300	1730	4810	2440	5070	3780	3150	2580	2610	3490
500 pinta	3920	3030	4200	4660	1560	5010	2740	5970	4400	3880	3200	3400	3840
sijoitus	4740	4380	5420	5160	2550	5100	3310	6230	5080	4510	3990	3800	4520
750 pinta	5050	3630	5260	4910	2330	5630	3430	6420	5420	4630	3850	4110	4560
sijoitus	5710	4460	5690	5120	2890	5400	3800	6570	5580	5380	4780	4620	5000
1000 pinta	5970	4030	5630	4920	2660	5090	3550	6770	5730	5170	4190	4740	4870
sijoitus	6320	4490	5910	5110	3030	5380	3880	6540	5350	5650	5040	4820	5130
0	1970	1220	1080	1280	160	2180	520	2500	950	900	690	750	1180
250	3460	2870	3560	3990	1240	4700	2210	5070	3460	2850	2320	2390	3180
500	4330	3710	4810	4910	2110	5060	3030	6100	4740	4190	3590	3600	4180
750	5380	4050	5480	5020	2610	5520	3610	6490	5500	5000	4310	4360	4780
1000	6150	4260	5770	5010	2850	5230	3710	6660	5540	5410	4620	4780	5000
merk.	xxx	-	xxx	xxx	-	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
pinta	4550	3220	4490	4540	1850	5080	2930	6060	4670	4050	3320	3600	4030
sijoitus	5110	4220	5310	4920	2550	5170	3350	6100	4950	4670	4100	3960	4530
merk.	-	x	x	xx	-	-	-	-	x	xxx	xxx	xx	xxx

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. Jordanalysetmetoder 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 kasvisölkkoviljelyn avulla. 63 p.

1984

2. ESALA, M. & LARPES, G. Kevätviljojen sijoituslannoitus savimail-
la. 35 p.

