

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

PAIKALLISKOETOIMISTON TIEDOTE N:o 6

Väinö Mäntylahti:

—Urea ja ousalspietari niittonurmilla

Väinö Mäntylahti, Silja Home ja Jaakko Tennilä:

—Mallasohran lannoituksesta
Referat: Gödsling av malkorn

HELSINKI 1977

Maatalouden tutkimuskeskus (MTTK)
PAIKALLISKOETOIMISTON TIEDOTE N:o 6

Väinö Mäntylähti:

UREA JA OULUNSAALPIETARI
NIITTONURMILLA

Urea and calcium ammonium nitrate on leys

	sivu
Alkulause	1
Koeaineisto	2
Koetulokset	3
1. Satotulokset	3
2. Satotaso	6
3. Maan pH	6
4. Maan keskimääräinen viljavuus	8
Tulosten tarkastelua	10
Tiivistelmä	11
Kirjallisuutta	11

Väinö Mäntylähti, Silja Home ja Jaakko Tennilä:

MALLASOHRAN LANNOITUKSESTA

Referat: Gödsling av malkorn

	sivu
Johdanto	13
Koeaineisto	14
Koetulokset	15
Satotulokset	15
Valkuaispitoisuus	15
Kokonaisamylaasi	15
Vapaa amylaasi	19
Itävyys	19
Tulosten tarkastelua	21
Tiivistelmä	22
Kirjallisuutta	23
Referat: Gödsling av malkorn	24
Taulukot 1-6	25-30

UREA JA OULUNSAALPIETARI NIITTO-
NURMILLA

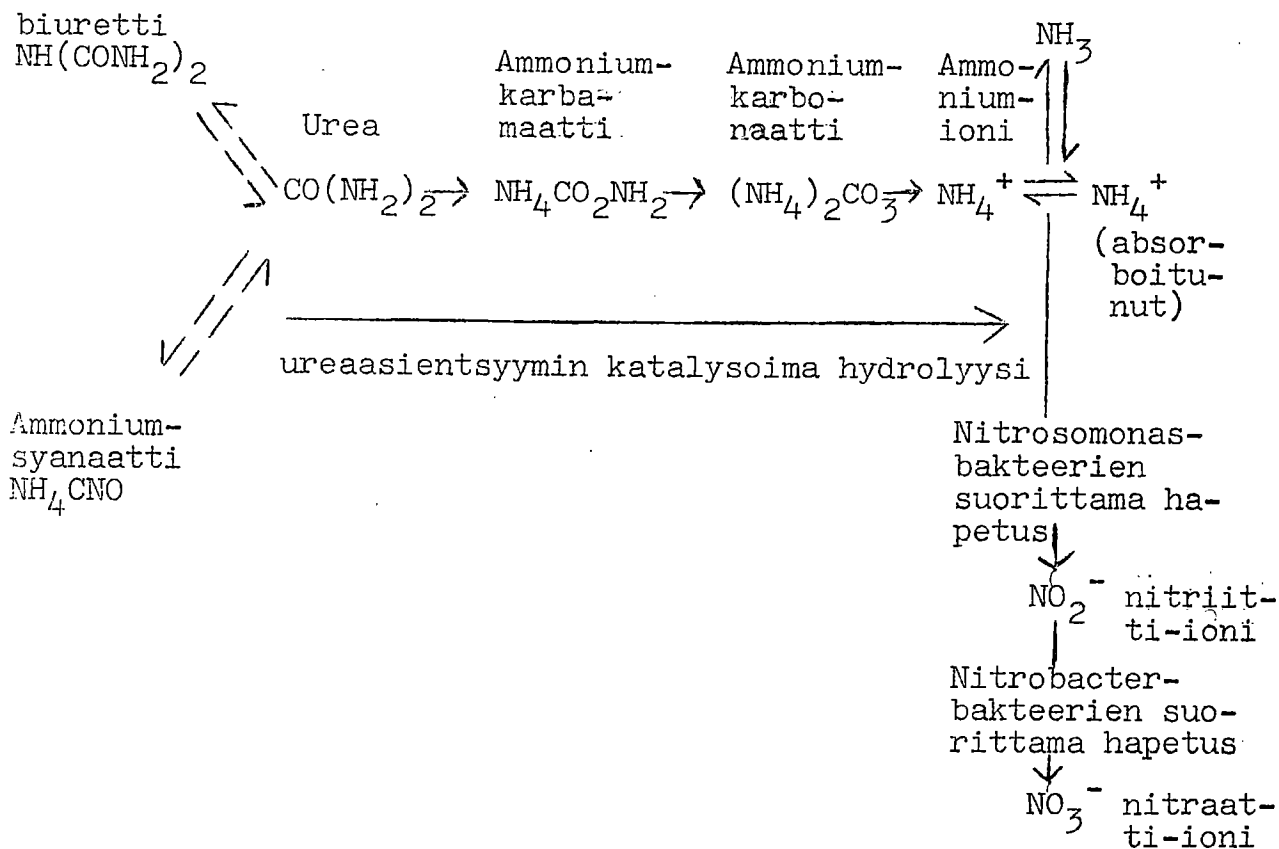
UREA AND CALCIUM AMMONIUM NITRATE ON LEYS

VÄINÖ MÄNTYLÄHTI

ALKULAUSE

Urean käyttö Suomessa on nopeasti yleistynyt sekä nurmien että viljakasvien typpilannoitteena. Urean käyttöä on lisännyt mm se, että se on tälläkin hetkellä halvin typpilannoite. Siinä typpi on n. 27 % halvempaa kuin oulunsalpietarissa. Lisäksi urea on korkeaprosenttisesti (46.3 % N) lannoite kuin oulunsalpietari (27.5 % N).

Urean haittapuolena on pidetty sen hidasta vaikutusta. Tämä johtuu siitä, että ureassa typpi on amidimuodossa. Kasvin juuristo pystyy kyllä absorboimaan ureamolekyylejä ja käyttämään niitä aineenvaihduntaansa (COURT ym. 1964), mutta pääosa ureasta muuttuu maassa ureaasientsyymien katalysoiman hydrolyysin seurauksena ammoniumtypeksi (KARRER 1947). Tätä typpimuotoa kasvi ottaa maasta jo huomattavasti runsaammin, mutta pääosa ammoniumtypestäkin hapettuu maassa edelleen mikrobitoiminnan vaikutuksesta nitraattitypeksi. Muutoksen pääpiirteet ilmenevät seuraavasta kaaviosta (COURT ym. 1964):



Eräissä tapauksissa urea voi polymeroitua biuretiksi tai isomeroitua ammoniumsyanaatiksi. Molemmat yhdisteet ovat myrkyllisiä.

Oulunsalpietarin tyyppistä on puolet nitraatti- ja puolet ammoniumtyppimuodossa. Vertailu ureaan osoittaa, että urean tyyppi joutuu käymään läpi monimutkaisen muutossarjan, ennenkuin se on laadultaan ja määrältään oulunsalpietarin tyyppiä vastaavassa muodossa.

Useissa koesarjoissa on todettu, että urea typpilannoitteena on lähes yhtä tehokas kuin oulun(-tai kalkkiammon)salpietari (mm. JONSSON 1964, FURUNES 1966, STEEN 1967, PAULAMÄKI ja HUOKUNA 1971, TUOMIKOSKI 1972). Monissa edellä mainittujen koesarjojen kokeissa urea on ollut jopa selvästi oulun(-tai kalkkiammon)salpietaria tehokkaampi typpilannoite.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tarkastella paikalliskokeina suoritettujen urean ja oulunsalpietarin vertailevien kokeiden tuloksia sekä tulosten riippuvuutta typpitasosta, satotasosta sekä maan pH:sta ja keskimääräisestä viljavuudesta.

KOEAINEISTO

Paikalliskokeina suoritettiin vv. 1968-71 koesarja, jossa vertailtiin ureaa ja oulunsalpietaria niittonurmen typpilannoitteena. Kokeissa käytettiin peruslannoituksena superfosfaattia ja 60 % kalisulolaa. Koekaava ja käytetyt lannoitemäärät ilmenevät taulukosta 1.

Taulukko 1. Urean ja oulunsalpietarin vertailevissa kokeissa käytetty koekaava ja annetut ravinnemäärät.

Nos = oulunsalpietari, Nur = urea

lannoitus kg/ha

koekaava	P	K	Nos		Nur
			NO ₃ -N	NH ₄ -N	CO(NH ₂) ₂ -N
a. PK	35	100	-	-	-
b. PK + Nos	35	100	25	25	-
c. PK + Nur	35	100	-	-	46
d. PK + Nos ₂	35	100	50	50	-
e. PK + Nur ₂	35	100	-	-	92

Kokeissa käytettiin superfosfaattia 400 kg/ha (8.8 % P), 60 % kalisulolaa 200 kg/ha (49.8 % K), oulunsalpietaria 200 ja 400 kg/ha (12.5 % NO₃-N ja 12.5 % NH₄-N) ja ureaa 100 ja 200 kg/ha (46 % CO(NH₂)₂-N).

Kokeissa ruutukoko oli 50 m^2 , kerranteita oli 4 ja kookasvina oli I-IV vuoden timotei- tai timotei-apilanurmi.

Koeaineisto käsitti kaikkiaan 35 koetta, joista 19 suoritettiin hiekka-, hieta- ja savimailla sekä 16 multa- ja turvemailed. Kivennäismaiden kokeet jakautuivat tasaisesti kaikille viljelyvyöhykkeille. Turvemaiden kokeet sijaitsivat III, IV ja V vyöhykkeillä. Koeaineiston suhteellisen suppeuden vuoksi aineisto jaettiin vain kivennäismaihin ja turvemaihin. Tämän ryhmäjaon perusteella suoritettiin koejäsenten mukainen tarkastelu.

KOETULOKSET

Koeaineiston käsittelyä varten koottiin tiedot koejäsenten satotuloksista, jotka laskettiin ilmakeivaksi heinäksi. Tämän lisäksi kerättiin koekenttien maa-analyysiluvut, jotka ilmenevät taulukosta 2. Maan pH määritettiin $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$:na sekä Ca, P, K ja Mg ammoniumasetatimenetelmällä.

Taulukko 2. Urean ja oulunsalpietarin vertailevien kokeiden koekenttien keskimääräinen viljavuus.

	kivennäismaat		turvemaat	
johtoluku	1.07		1.33	
pH	5.50		5.27	
Ca mg/l	1019		1493	
P mg/l	6.4		8.6	
K mg/l	123		90	
Mg mg/l	208		342	

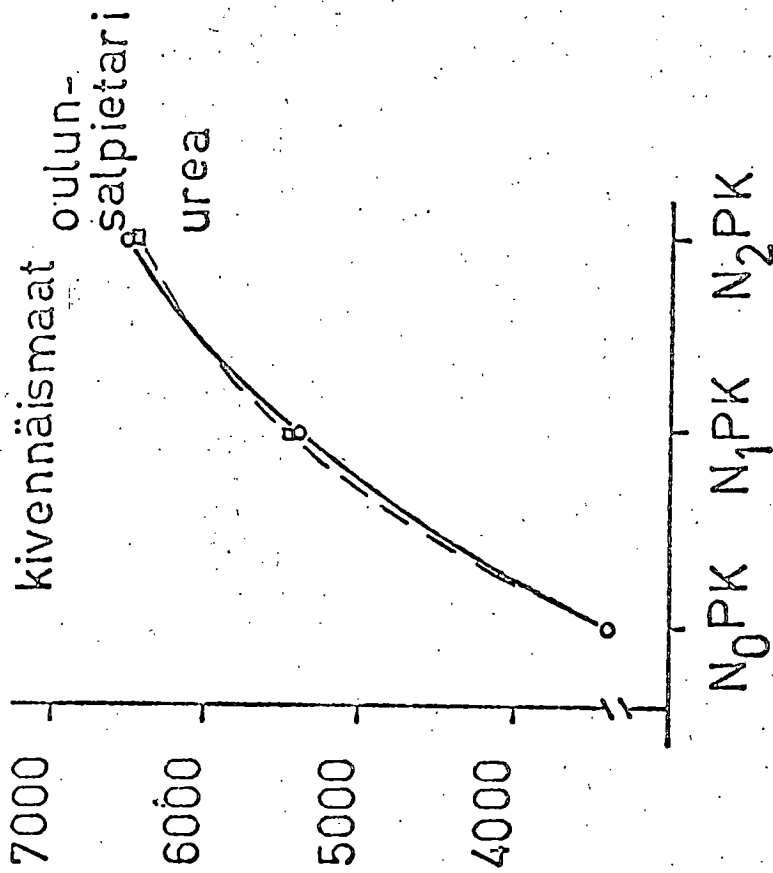
1. Satotulokset

Koska urean ja oulunsalpietarin muodossa annetut typpimäärät poikkesivat toisistaan (taulukko 1), jouduttiin urealla saadut satotulokset muuttamaan 50 ja 100 kg:n typpimääriä vastaaviksi. Muuntaminen suoritettiin käyttämällä hyväksi urealla saatuja typen vaikutuskertoimia. Korjatut satotulokset ilmenevät taulukosta 3 sekä kuvasta 1.

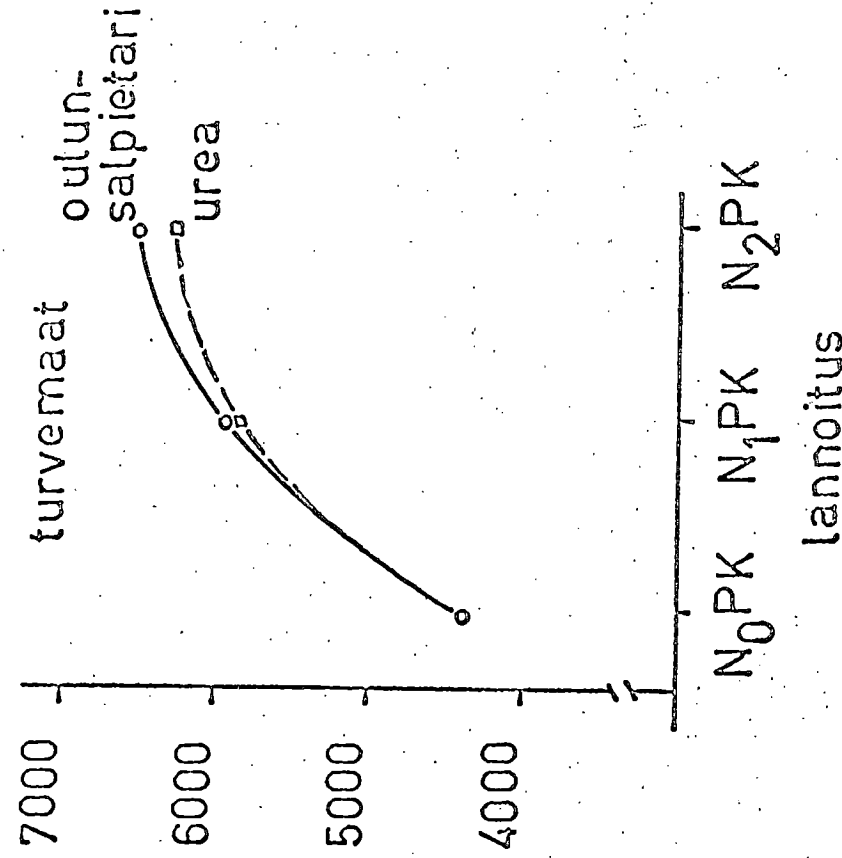
Taulukko 3. Urean ja oulunsalpietarin vertailevien kokeiden satotulokset.

lannoitus	ilmakuiva heinäsaato kg/ha		typen vaikutuskerroin ry/kg N	
	kivennäismaat	turvemaat	kiv.maat	turvemaat
PK	3410	4400	-	-
PK + Nos (50 kg N)	5410	5950	16.0	12.4
PK + Nur (- " -)	5470	5870	16.5	11.8
PK + Nos ₂ (100 kg N)	6550	6550	12.6	8.6
PK + Nur ₂ (- " -)	6500	6290	12.4	7.6

sato kg/ha



sato kg/ha



lannoitus

lannoitus

Kuva 1. Urealla ja oulunsalpietarilla saadut satotulokset kivennäismailla ja turvemailla.

Käytetyt typpitasot: 0, 50 ja 100 kg/ha.

Näiden mukaan kivennäismailla urean vaikutus oli n. 101 % ousalpietarin tehosta, kun käytetty typpitaso oli 50 kg/ha. Vastaavasti 100 kg/ha typpitasolla urean teho oli n. 99 % ousalpietarin vaikutuksesta.

Turvemaiden kokeissa PK-lannoituksella saavutettu satotaso oli selvästi korkeampi kuin kivennäismailla. Typpilannoitteiden vertailu osoitti, että urean teho oli n. 97 % ousalpietarin tehosta, kun typpitaso oli 50 kg/ha. Vastaavasti urean vaikutus oli n. 88 % ousalpietarin tehosta typpitason ollessa 100 kg/ha.

Eri typpilannoitteiden vaikutuskertoimet (taulukko 3) riippuivat sekä lannoitustasosta että maalajista. TENNBERGIN (1955) mukaan typen vaikutus nurmilla on keskimäärin 14.5 ry/kg N. RÄDYN (1975) mukaan typen vaikutuskerroin pienenee arvosta 16.0 arvoon 4.0, jos käytetty typpimäärä kohoaa vastaavasti 20 kg:sta 100 kg:aan hehtaaria kohti. Tämän tutkimuksen mukaan kivennäismailla typen vaikutuskerroin aleni n. 16.3 ry:stä arvoon 12.5 ry/kg N, kun typpimäärä kohosi 50 kg:sta 100 kg:aan N/ha. Typpilaatujen väliset erot olivat pienet. Sen sijaan turvemaidella ousalpietarin typellä saatiin parempia tuloksia kuin urean typellä. Vaikutuskerroin arvot jäivät selvästi matalammiksi kuin kivennäismailla, sillä ousalpietarin vaikutuskerroin aleni 12.4 ry:stä arvoon 8.6 ry, kun typpimäärä kohosi 50 kg:sta 100 kg:aan/ha. Urealla vastaavat luvut olivat 11.8 ry ja 7.6 ry. Erot vaikutuskertoimissa eri maalajiryhmissä johtunevat osaksi satotasoeroista.

Kivennäismailla saatu urean teho 99-101 % ousalpietarin tehosta vastaa hyvin muissa tutkimuksissa saatuja arvoja, sillä mm. PAULAMÄEN ja HUOKUNAN (1971) mukaan urean teho ousalpietariin verrattuna on 92-110 % ja STEENIN (1967) 98-99 % typpitasosta riippuen. Turvemaidella urean teho on selvästi pienempi, 88-97 % ousalpietarin vaikutuksesta. JONSSONIN (1964) mukaan urean teho vaihtelee 86-130 % kalkkiammonsalpietariin verrattuna. SALOSEN (1968) mukaan urealla saadaan kalkkisalpietariin verrattuna turvemaidella sitä parempia tuloksia, mitä korkeampi on typpitaso.

Koeaineiston keskiarvot osoittavat, että ureaa voidaan pitää lähes yhtä tehokkaana typpilannoitteena kuin ousalpietariakin. Kivennäismailla erot ovat vielä huomattavasti pienemmät kuin turvemaidella.

Monissa tutkimuksissa, samoin kuin tämänkin aineiston useissa kokeissa, on todettu, että urea on selvästi oulun (-tai kalkkiammon)-salpietaria tehokkaampi typpilannoite (mm. JONSSON 1964, PAULAMÄKI ja HUOKUNA 1971, TUOMIKOSKI 1972). Mitkä tekijät sitten vaikuttivat siihen, että urea eräissä kokeissa antaa huonompia ja eräissä kokeissa parempia tuloksia kuin oulunsalpietari? Käsiteltävänä oleva aineisto antoi mahdollisuuden tarkastella oulunsalpietarin ja urean välisen paremmuuden riippuvuutta satotasosta ja koekentän ravinnepitoisuuksista.

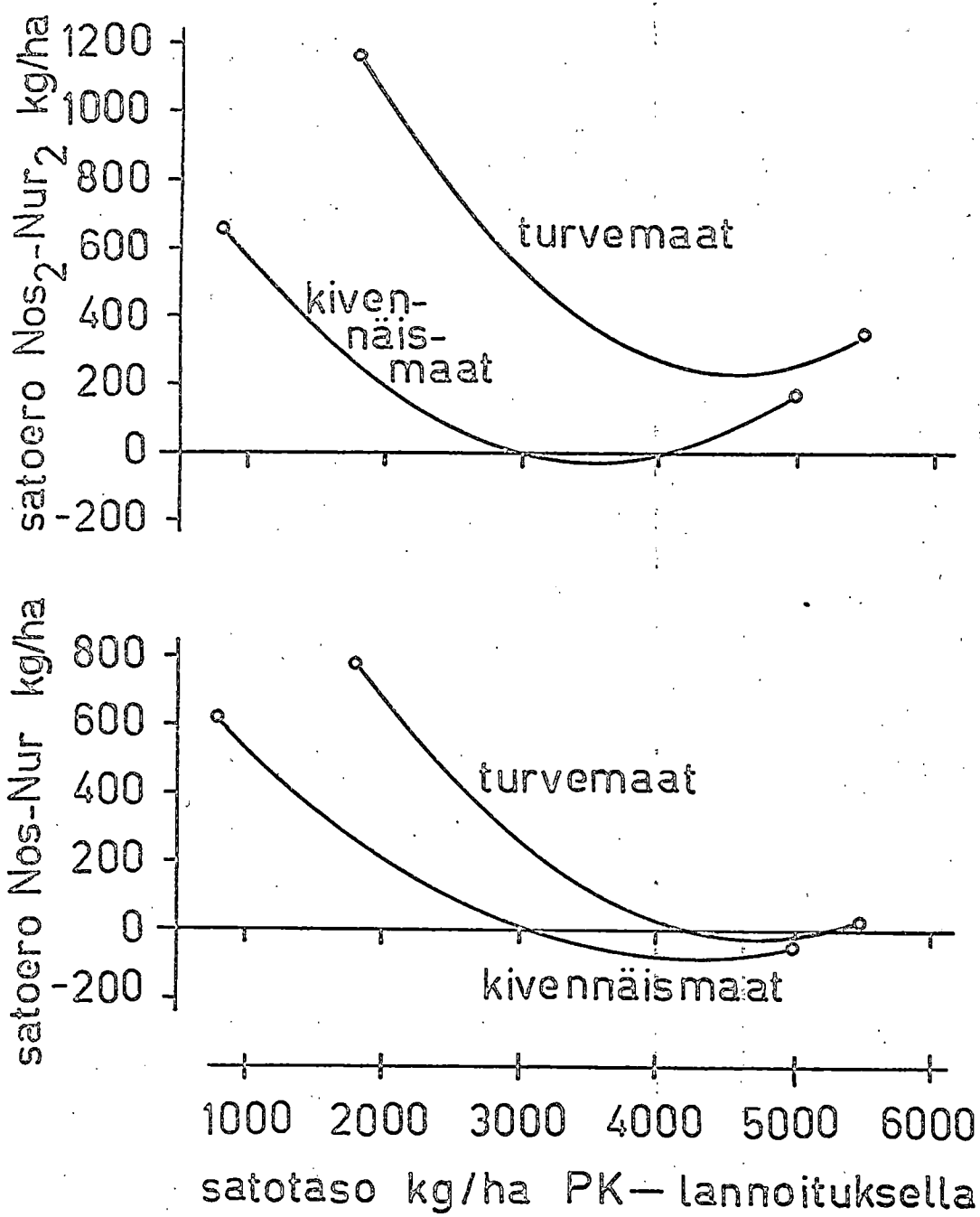
2. Satotaso

PK-lannoituksella saadun satotason sekä oulunsalpietarin ja urean sadonlisäysten erotuksien (Nos-Nur) ja (Nos₂-Nur₂) välinen riippuvuus ilmenee kuvasta 2. Tämän mukaan kivennäismailla oulunsalpietarin ja urean välinen ero oli sitä suurempi mitä matalampi oli koekentän satotaso. Kun sato oli 2000-3000 kg/ha, olivat typpilannoitteet keskenään tasavertaisia. Tämän satotason yläpuolella urealla saatiin suurempia sadonlisäyksiä kuin oulunsalpietarilla. Käytetty typpitaso vaikutti satoeron suuruuteen (kuva 2), sillä oulunsalpietarilla saatiin ureaan verrattuna suhteellisesti sitä parempia tuloksia mitä korkeampi oli typpitaso.

Turvemailla suuntaus oli periaatteessa samanlainen kuin kivennäismaillakin, joskin oulunsalpietarin käyttö ureaan verrattuna näillä maalajeilla antoi selvästi suurempia sadonlisäyksiä kuin kivennäismailla alhaisella satotasolla. Lisäksi korkealla typpitasolla urealla ei missään vaiheessa saatu yhtä suuria sadonlisäyksiä kuin oulunsalpietarilla, joten käytetyllä typpitasolla oli selvästi suurempi vaikutus tulokseen turvemailla kuin kivennäismailla.

3. Maan pH

Maan pH:n sekä oulunsalpietarin ja urean sadonlisäysten erotuksien (Nos-Nur) ja (Nos₂-Nur₂) välinen riippuvuus on esitetty kuvassa 3. Siitä ilmenee, että urea ja oulunsalpietari olivat kivennäismailla suunnilleen tasavertaisia, kun pH oli 5.2-5.4. Urea oli tällöin jopa hieman parempi typpilannoite kuin oulunsalpietari. Jos pH sen sijaan oli korkeampi kuin 5.6, osoittautui oulunsalpietari ureaan verrattuna sitä paremmaksi mitä korkeampi pH oli. Samaan tulokseen tuli mm. FURUNES (1966) tutkiessaan pH:n vaikutusta urean ja kalkkisalpietarin väliseen satoeroon. Typpitaso vaikutti myös lievästi



Kuva 2. Oulunsalpietarilla ja urealla saatujen sadonlisäysten välisen satoeron riippuvuus koekentän satotasosta ja käytetystä typpitasosta.

satoeron suuruuteen (kuva 3). Oulunsalpietari osoittautui ureaan verrattuna suhteellisesti sitä paremmaksi mitä korkeampi oli typpitaso.

Turvemailla urealla saatiin yhtä suuria sadonlisäyksiä kuin oulunsalpietarilla, jos typpitaso oli 50 kg/ha ja pH 5.0-5.6. Jos pH sen sijaan oli tämän ala- tai yläpuolella, niin oulunsalpietari osoittautui sitä paremmaksi mitä kauemmaksi siirryttiin mainitusta pH-alueesta. 100 kg typpitasolla suuntaus oli sama, erona vain se, että millään pH-alueella urealla ei saatu yhtä suuria sadonlisäyksiä kuin oulunsalpietarilla, joten käytetyllä typpitasolla oli selvä vaikutus lannoitteiden väliseen satoeroon (kuva 3).

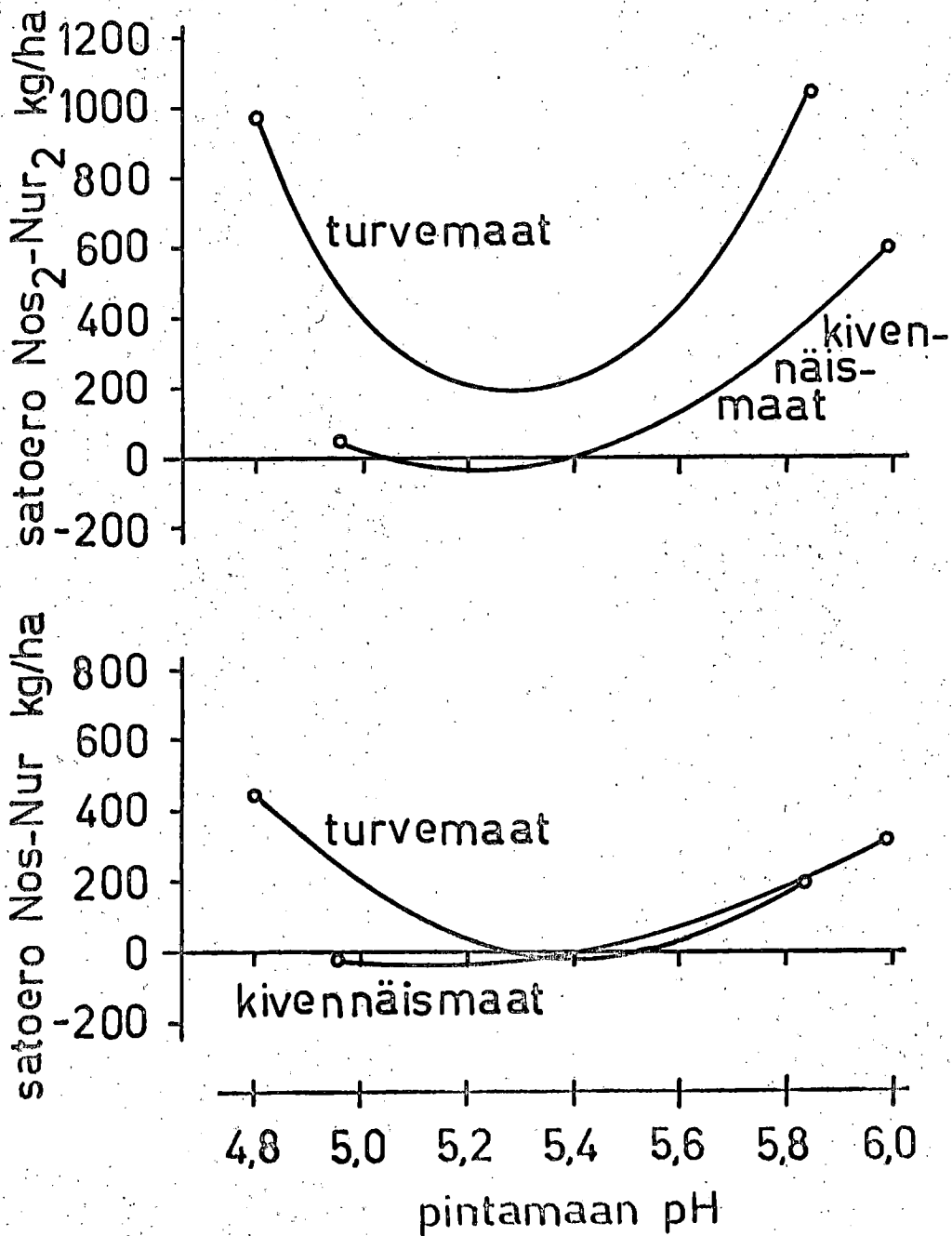
GASSERin (1964), COURTin ym. (1964) ja NÖMMIKin (1966) mukaan ureaasientsyymin aktiviteetti alenee nopeasti, kun maan pH laskee optimitilasta pH 6.5-7.0 noin pH 4 tienoille. Lisäksi urean hydrolyysi riippuu maan lämpötilasta ja mikrobiaktiviteetistä. Täten koeaineistosta saatu tulos, että urea on selvästi oulunsalpietaria huonompi typpilannoite kylmillä ja happamilla mailla, jollaisia turvemaat ovat, on yhdenmukainen ulkomaisten tulosten kanssa.

NÖMMIK (1966) mainitsee myös suuren ureamäärän hydrolysoituvan huomattavasti hitaammin kuin pienen, joten matalalla typpitasolla urea kykenee kilpailemaan paremmin kuin korkealla. Kun turvemailla siirryttiin pH 5.3-5.5:stä ylöspäin, osoittautui oulunsalpietari taas sitä paremmaksi mitä korkeampi pH oli. FURUNES (1966) tuli samaan tulokseen urean ja kalkkisalpietarin välisissä vertailuissa. Sen sijaan FURUNES (1966) ei todennut riippuvuutta satoeron ja maalajin välillä.

4. Maan keskimääräinen viljavuus

Maaperän viljavuus vaikuttaa usein lannoitteilla saataviin sato-tuloksiin. Koska kuitenkin eri ravinnepitoisuuksien välillä on usein positiivinen korrelaatio, ei yksittäisten ravinnepitoisuuksien vaikutuksia satotuloksiin tarkasteltu maan pH:ta lukuunottamatta. Sen sijaan laskettiin eri viljavuustekijöistä keskimääräinen ravinnepitoisuus käyttämällä seuraavaa luokitusta:

ravinnepitoisuus	huono	1
- " -	huononlainen	2
- " -	välttävä	3
- " -	tyydyttävä	4
- " -	hyvä	5
- " -	erittäin hyvä	6
- " -	arveluttavan korkea	7



Kuva 3. Oulunsalpietarilla ja urealla saatujen sadonlisäysten välisen eron riippuvuus koekentän pH:sta ja käytettyä typpitasosta.

Kivennäismaiden kokeista tällä tavoin laskettu viljavuus oli keskimäärin 2.9 (1.8-4.2) ja turvemaiden kokeissa keskimäärin 3.6 (2.6-5.0).

Kivennäismailla 50 kg typpitasolla oulunsalpietarilla saatiin suurempia sadonlisäyksiä kuin urealla, jos maaperän viljavuus oli pienempi kuin 2.0. Ero muodostui sitä suuremmaksi mitä pienempi viljavuusluku oli. Jos viljavuuden arvo oli yli 2.0 saatiin urealla parempia tuloksia kuin oulunsalpietarilla. Kun typpitaso oli 100 kg/ha, saatiin tutkituilla typpilannoitteilla sama tulos viljavuustasolla 2.2. Muuten tulos oli samansuuntainen kuin 50 kg:n typpitasollakin. Siten typpitason kohottaminen vaikutti tulokseen niin, että mitä korkeampi typpitaso sitä parempi tulos saatiin oulunsalpietarilla ureaan verrattuna.

Turvemaidella urea osoittautui 50 kg:n typpitasolla oulunsalpietarin veroiseksi vasta viljavuustasolla 4.1. Typpitason ollessa 100 kg/ha ei urealla saatu missään vaiheessa yhtä hyvää tulosta kuin oulunsalpietarilla. Typpitaso vaikutti siten satoeron muodostumiseen.

TULOSTEN TARKASTELUA

Paikalliskokeina niittonurmilla suoritettujen urean ja oulunsalpietarin vertailevien kokeiden perusteella on voitu todeta, että urealla saadaan keskimäärin lähes yhtä suuria sadonlisäyksiä kuin oulunsalpietarilla. Näiden typpilannoitteiden keskinäinen paremmuus riippuu kuitenkin selvästi koekentän kasvukunnosta, sillä urea on koetulosten mukaan tasavertainen oulunsalpietarin kanssa tai sitä parempi vain suhteellisen rajoitetuissa kasvuolosuhteissa. Satotason pitää olla riittävän korkea, maalajin tulisi olla mieluiten kivennäis- kuin turvemaa, käytettävä typpimäärä ei saisi olla kovin korkea ja koekentän ravinnepitoisuuksien pitäisi olla tyydyttävällä tasolla. Tällaisissa olosuhteissa urealla saadaan hyviä tuloksia. Jos sen sijaan satotaso on alhainen, pH matala ja koekentän ravinnepitoisuudet alhaiset, saadaan oulunsalpietarilla yleensä selvästi parempia tuloksia kuin urealla. Ero suurenee oulunsalpietarin hyväksi vielä, jos lisäksi maalaji on turvemaa ja käytettävä typpitaso korkea. BACHTHALERin (1972) mukaan urealla voidaan odottaa saatavan (oulun-)kalkkiammonsalpietaria vastaavia tuloksia vain, jos maa vastaa viljavuudeltaan vehnänviljely- ja sokerijuurikasvaimia, on heikosti hapen, pidättää hyvin ravinteita ja sen humuspitoisuus, kosteus- ja lämpöolot ovat sopivat.

Kaikki edellä esitetyt havainnot tukevat johtopäätöstä, että urean käytön edellytyksenä pitää maan mikrobitoiminnan olla kunnossa ja tasapainoitettu, jotta amiditypen mineralisoituminen tapahtuisi esteittä. Tähän tulokseen päästään huolehtimalla kasvualustan oikeista ravinnemääristä ja -suhteista sekä hyvästä fysikaalisesta kunnosta.

TIIVISTELMÄ

Paikalliskokeina suoritettiin vv. 1968-71 urean ja oulunsalpietarin vertailevia kokeita niittonurmilla, kivennäismailla 19 ja turvemaiilla 16. Kokeet jakautuivat tasaisesti eri puolille maata. Sattotulosten mukaan urean teho oulunsalpietariin verrattuna oli kivennäismailla 101 % ja turvemaiilla 97 % typpitason ollessa 50 kg/ha sekä kivennäismailla 99 % ja turvemaiilla 88 %, kun typpitaso oli 100 kg/ha.

Oulunsalpietarilla ja urealla saatujen sadonlisäysten välinen ero riippui selvästi satotasosta. Mitä matalampi satotaso oli, sitä paremmaksi osoittautui oulunsalpietari ureaan verrattuna. Turvemaiilla ero oli vielä suurempi kuin kivennäismailla. Oulunsalpietarilla ja urealla saatujen sadonlisäysten välinen ero riippui myös maan pH:sta ja keskimääräisestä viljavuudesta. Mitä heikompi oli maan viljavuus, sitä paremmaksi osoittautui oulunsalpietari ureaan verrattuna. Myös käytetty typpitaso vaikutti lannoitteiden väliseen paremmuuteen. Mitä korkeampi typpitaso oli, sitä suuremmaksi muodostui oulunsalpietarin ja urean välinen satoero. Vain suppealla sato- ja ravinnetasolla urea osoittautui oulunsalpietaria tehokkaammaksi typpilannoitteeksi.

KIRJALLISUUTTA

- BACHTHALER, G. 1972. Düngung mit Harnstoff. Nicht auf allen Böden ist ein Erfolg zu erwarten. Sonderdr. aus "Landwirtschaftliches Wochenblatt" Nr 6 vom 5. Februar 1972.
- COURT, M.N., STEPHEN, R.C. & WAID, J. S. 1964. Toxicity as a cause of the inefficiency of urea as a fertilizer. I. Review. J. Soil Science 15,1:42-48.

- FURUNES, J. 1966. Sammenligning av urea og salpeter som nitrogenjodsel til jordbruksvekster 1956-1963. Summary: Comparison of Urea and Nitrates as Nitrogen Fertilizer in Agricultural Crops, 1956-1963. Forskning og forsok i Landbruket 17,2:123-146.
- GASSER, J.K.R. 1964. Urea as a fertilizer. Soils and Ferlizers 27,3:175-180.
- JONSSON, L. 1964. Försök med urea. Preliminär rapport. Aktuellt från lantbrukshögskolan 39:1-36.
- KARRER, P. 1947. Organic Chemistry. 3 rd English Ed. 222 p. London (Ref. GASSER 1964).
- NÖMMIK, H. 1966. Ureans kemiska och mikrobiella omsättning i marken. Växt-närings-Nytt 22,1:6-13.
- PAULAMÄKI, E. & HUOKUNA, E. 1971. Urea lammasslaitumen ja säilörehunurmen lannoitteena. Koetoim. ja käyt. 28:1, 4.
- RÄTY, P. 1975. Eri typpilannoitteet paikalliskokeissa vuosina 1936-64. Kehittyvä Maatalous 23:3-15.
- SALONEN, M. 1968. Urea typpilannoitteena. Ann. Agric. Fenn. 7:16-20.
- STEEN, E. 1967. Kalksalpeter, kalkammonsalpeter och urea till betesvall. Aktuellt från Lantbrukshögskolan 109:18-23.
- TENNBERG, F. 1955. Väkilannoitteissa annettujen ravinteiden satoa lisäävästä vaikutuksesta Suomessa. Paikallinen kasvinviljelykoetoiminta. Erip. Väkilannoitteet maataloutemme kohottajina. 115-180 p.
- TUOMIKOSKI, V. 1972. Urea lannoitteena. Käyttö pellolla ja puutarhassa. Leipä leveämmäksi 20, 4:8-14.

M A L L A S O H R A N L A N N O I T U K S E S T A

Referat: GÖDSLING AV MALTKORN

VÄINÖ MÄNTYLÄHTI

Maatalouden

tutkimuskeskus

SILJA HOME

Panimo-

laboratorio

JAAKKO TENNILÄ

Itä-Hämeen

Maatalouskeskus

JOHDANTO

Kaksitahoisista ohralajikkeista Suomessa hyväksytään olutmaltaan raaka-aineena viljeltäviksi A r v o, I n g r i d ja K a r r i. Entsyymimallasohrina voidaan taas viljellä monitahoisista P i r k k a a ja P o m o a. Näitä kahta eri tarkoitusta varten viljelyjen ohrien laatuvaatimukset poikkeavat toisistaan jonkin verran ja ominaisuudet saavat eri tärkeysjärjestyksen.

Tärkeimpiä ominaisuuksia ovat sadon hyvä itävyys ja alhainen valkuaispitoisuus. Idätyksessä muodostuvat entsyymit ovat tärkeitä mäsikäysvaiheessa. Tämän takia raaka-aineen itävyyden pitää olla hyvä, vähintään 92 %. Hyvän olutmallasohran valkuaispitoisuuden tulisi olla alle 12 %. Tämä johtuu lähinnä siitä, että valkuais- ja tärkkelyspitoisuuden välillä vallitsee negatiivinen korrelaatio ja juuri tärkkelyksen määrä vaikuttaa mallastustulokseen. Toisaalta valkuaisesta saadaan hiivoille välttämättömiä aminohappoja sekä oluen vaahdon muodostukseen tarvittavia peptidejä. Sen sijaan entsyymimallasohrilla sadon valkuaispitoisuus ei ole niin tärkeä, koska niitä viljellään lähinnä entsyymiensä takia.

Viljelytoimenpiteillä on huomattava vaikutus mallasohran ominaisuuksiin. Tämä koskee erityisesti typpilannoitusta, joka kohottaa helposti sadon valkuaispitoisuuden 12 %:n yläpuolelle (KIVI 1971, 1972). Ilmastotekijät muodostavat omat riskitekijänsä (KIVI 1967), joita voidaan ehkäistä esim. sadettamalla kasvusto (ELONEN 1970). Pintalannoitukseen verrattuna sijoituslannoitus alentaa valkuaispitoisuutta (ELONEN 1970).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tarkastella eri Y-lannosmäärien vaikutusta mallasohran satotuloksiin ja eräisiin laatuominaisuuksiin.

KOEAINEISTO

Paikalliskokeina suoritettiin vuosina 1969-71 mallasohran lannoitusta koskeva koesarja. Lannoitteena käytettiin pintalannoituksena normaali Super Y-lannosta (15-8.7-12.4) seuraavan koekaavan mukaisesti:

Koejäsen	Ravinteita kg/ha			Normaali Super Y-lannoksena kg/ha
	N	P	K	
a	-	-	-	0
b	37.5	22	31.1	250
c	75.0	44	62.2	500
d	112.5	66	93.3	750
e	150.0	88	124.4	1000

Kokeita suoritettiin kaikkiaan 16. Ruutukoko oli 25 m² ja kerranteita 4. Kokeita suoritettiin eri maatalouskeskusten alueilla seuraavasti:

Maatalouskeskus	Kokeita kpl		
	v. 1969	v. 1970	v. 1971
Etelä-Pohjanmaan	1	1	-
Itä-Hämeen	2	4	3
Kymen läänin	-	2	2
Uudenmaan	1	-	-

I n g r i d oli lajikkeena 7, K a r r i 6, P o m o 2 ja P i r k k a 1 kokeessa.

Kokeissa selvitettiin kokonaissato ja itävyys (vuosilta 1970-71). Panimolaboratorio määrittä valkuaispitoisuuden, vapaan amylaasin ja kokonaisamylaasin.

Eri lajikkeiden välisiä vertailuja ei tässä tutkimuksessa voitu suorittaa, koska kokeet järjestettiin vuosittain eri koepaikoilla ja kussakin kokeessa oli mukana yksi lajike.

Sääoloiltaan kasvukauden 1970 alkupuolisko oli erittäin kuiva. Kasvustot orastuivat heikosti. Vaikutus näkyi paitsi satotuloksissa, myös valkuaispitoisuuksissa ja entsyymiaktiviteetissa. Myös kasvukausia 1969 ja 1971 vaivasi kuivuus, mutta sen vaikutus ei ollut yhtä haitallinen kuin vuonna 1970.

KOETULOKSET

Satotulokset

Mallasohran lannoituskokeiden satotulokset ilmenevät taulukosta 1. Satotulokset on ilmoitettu bruttosatoina. Keskimäärin lannoitekiloa kohti saatu sadonlisäys aleni 4.4 ry:stä 0.24 ry:öön, kun normaali Super Y-lannosmäärää lisättiin 250-500-750-1000 kg:aan/ha (kuva 1). Vuotuisvaihtelu oli suuri, sillä v. 1970 satotaso kohosi korkeimmillaan 3500 kg hehtaarisatoon, kun taas v. 1971 päästiin yli 5400 kg hehtaarisadon.

Valkuaispitoisuus

Sadon valkuaispitoisuus määritettiin Kjeldahl-menetelmän ja kertoimen 6.25 avulla (Analytica-EBC 1963). Tulokset ilmenevät taulukosta 2.

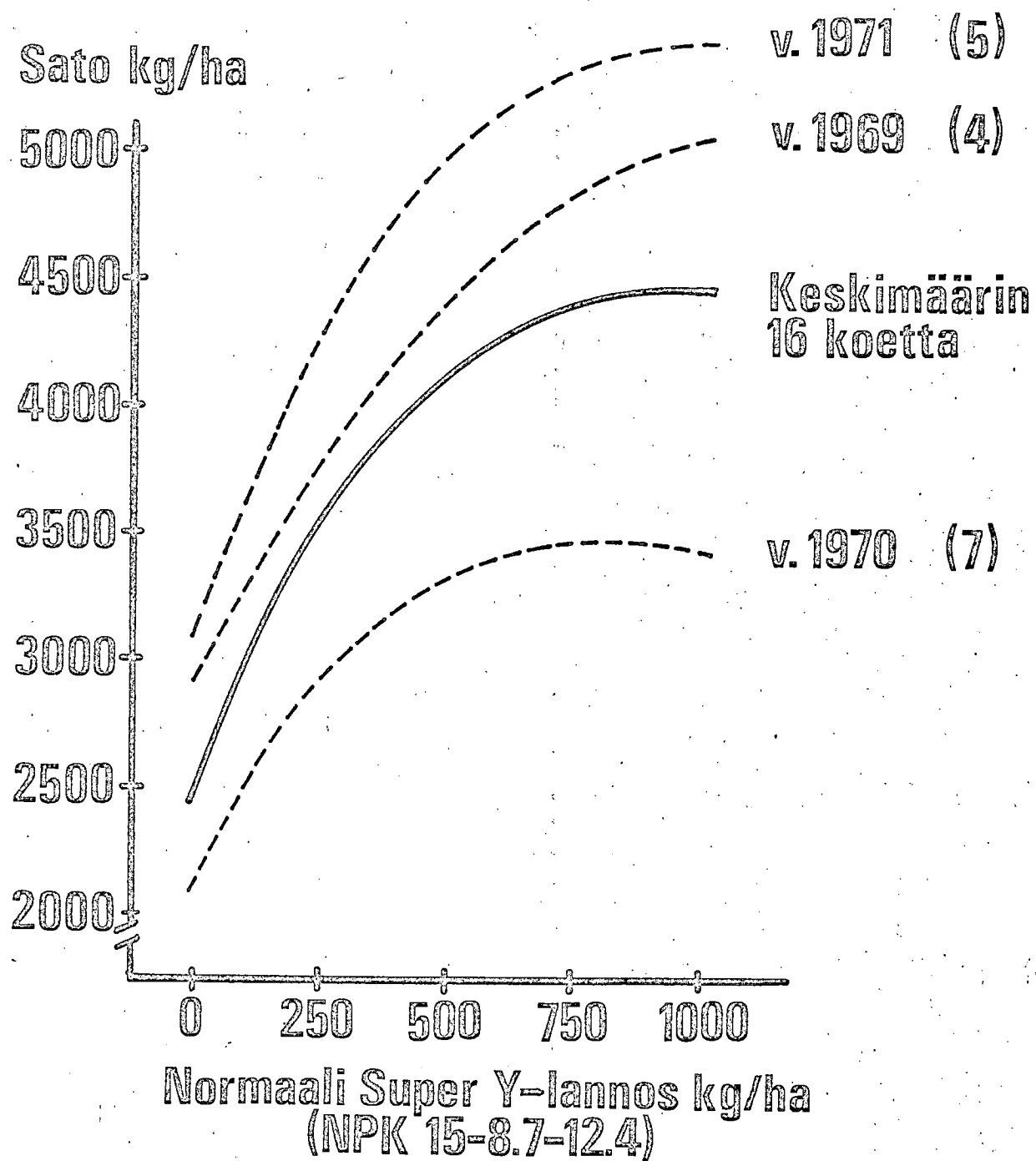
Tulosten mukaan sadon valkuaispitoisuus riippui voimakkaasti sekä lannoituksesta että koevuodesta (taulukko 2 ja kuva 2). Valkuaispitoisuudessa 12 % raja saavutettiin n. 550 kg normaali Super Y-lannosmäärällä. Vuotuisvaihtelu oli kuitenkin niin huomattava, että mainitun rajan saavuttamiseen tarvittiin v. 1971 700 kg ja v. 1970 275 kg normaali Super Y-lannosta. Tulosten mukaan saattaa aluksi pieni lannoitemäärä alentaa sadon valkuaispitoisuutta, koska tällöin tyyppi kuuluu lähinnä kasvun rehevöitymiseen sekä valkuaispitoisuuden kohoamiseen.

Koetulokset antoivat kuvan valkuaispitoisuuden muuttumisesta lannoitusta lisättäessä. Vuotuisvaihtelun osuus oli suuri erityisesti P o m o l l a järjestetyissä kokeissa.

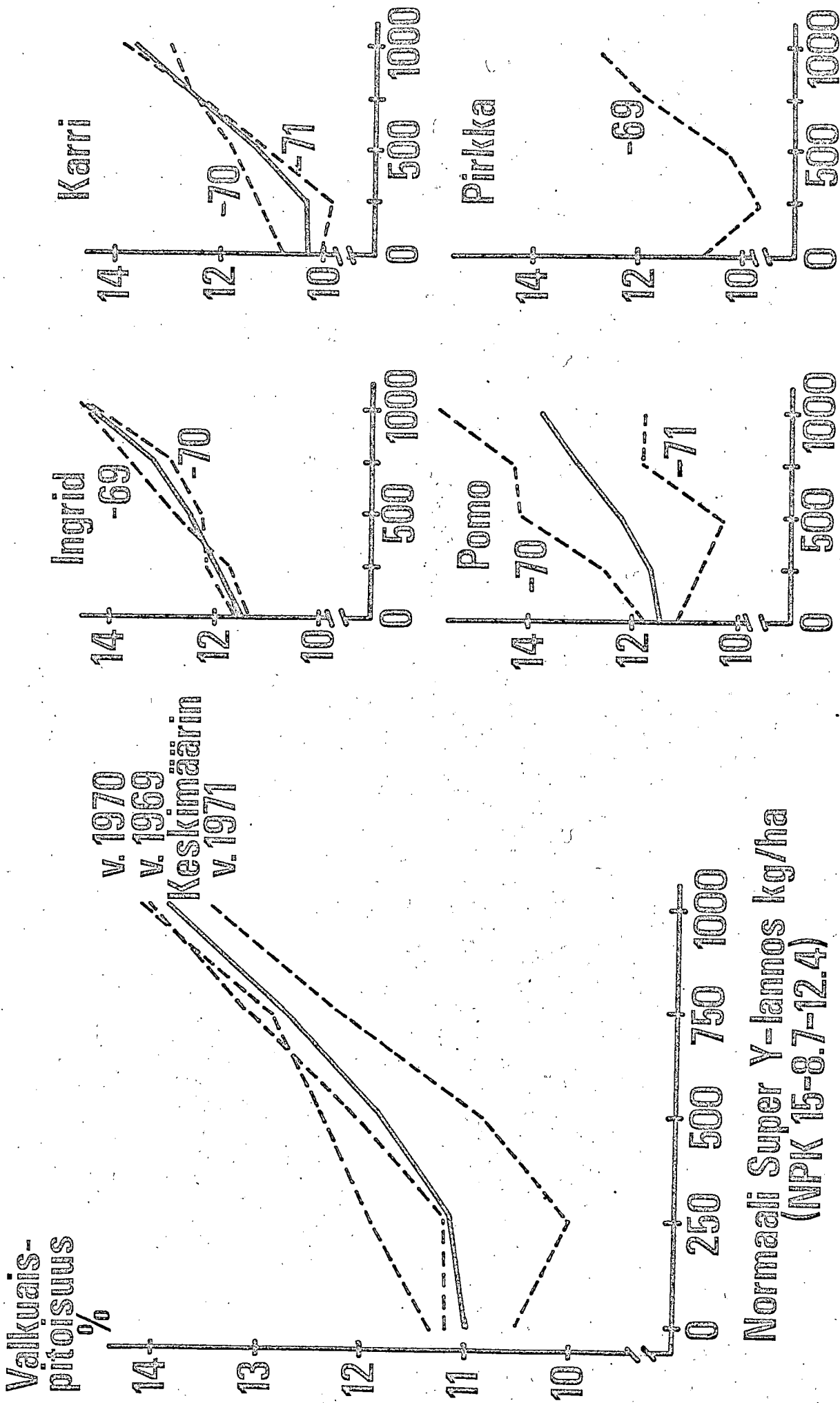
Kokonaisamylaasi

Idättämätön ohra sisältää amylaaseista yksinomaan β -amylaasia. Kokonaisamylaasiaktiiviteetti määritettiin Windisch-Kolbach-yksiköinä (Analytica-EBC 1963).

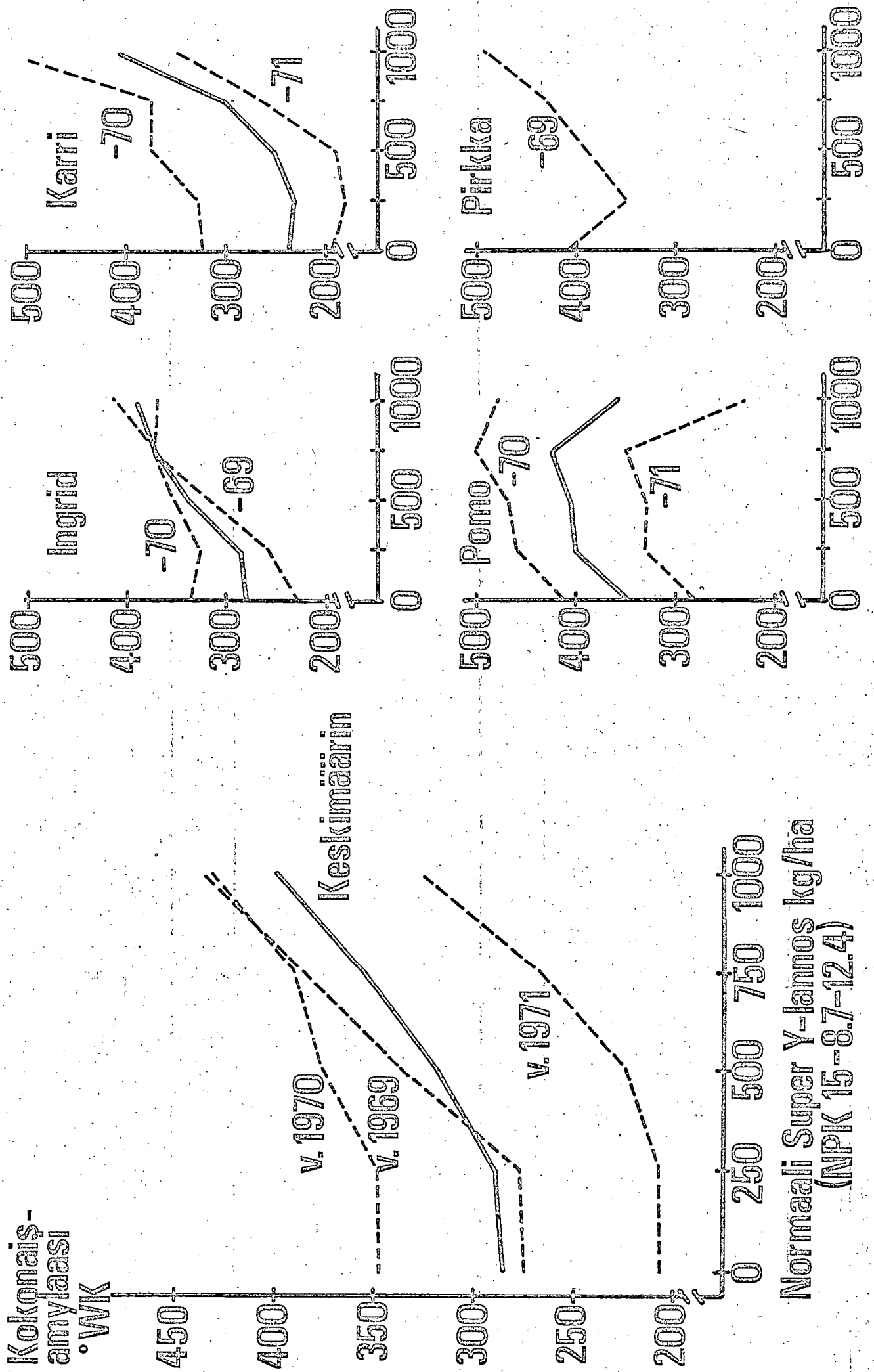
Koetulosten mukaan lannoitustason kohottaminen lisäsi kokonaisamylaasipitoisuutta (taulukko 3 ja kuva 3). Vuotuisvaihtelun osuus oli kuitenkin suurempi kuin mitä lannoituksen lisääminen vaikutti kokonaisamylaasiin.



Kuva 1. Lannoituksen vaikutus mallasohrasatoon vuosina 1969-71.



Kuva 2. Lannoituksen vaikutus mallasohran valkuaispitoisuuteen vuosina 1969-71.



Kuva 3. Lannoituksen vaikutus mallasohran kokonaisamyylaasisuuteen vuosina 1969-71.

Lannoitus kohotti kaikkien lajikkeiden entsyymaattista aktiviteettia. Pienin lannoitemäärä saattoi ensin vaikuttaa alentavasti (I n g r i d, K a r r i, P i r k k a), mutta suuremmilla lannoitemäärillä entsyymiaktiviteetti kohosi selvästi. Vuotuisvaihtelu eri lajikkeiden kohdalla oli jopa 100 % luokkaa.

Kaksi- ja monitahoisten ohrien vertailu osoitti, että entsyymi-ohrilla amylaasiaktiviteetti oli korkeampi kuin 2-tahoisilla, kuten ilmenee seuraavasta asetelmasta:

Lannoitus (NPK 15-8.7-12.4)	Kokonaisamylaasi WK	
	2-tahoiset	monitahoiset
0	267	367
250	267	363
500	298	400
750	338	427
1000	398	403

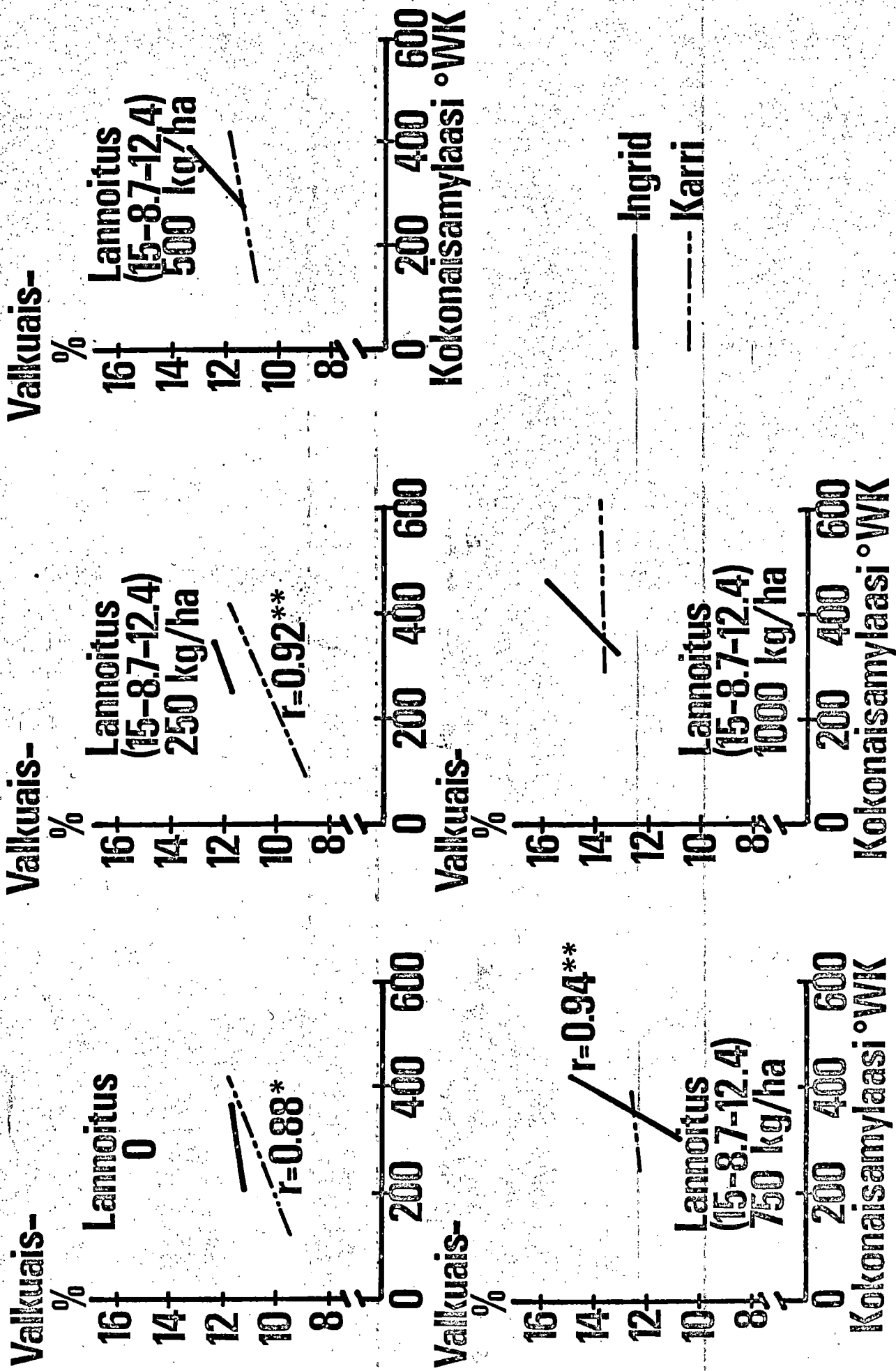
Valkuaispitoisuuden ja kokonaisamylaasin välillä todettiin tilastollinen riippuvuus eräillä lannoitustasoilla. Korrelaatiot laskettiin erikseen I n g r i d i n 7 ja K a r r i n 6 kokeesta. Tulokset ilmenevät taulukosta 4 ja kuvasta 4. Niiden mukaan valkuaispitoisuuden kohotessa vapaan amylaasin määrä kohosi myös, mutta ainoastaan kolmella lannoitustasolla riippuvuus oli tilastollisesti merkitsevä: I n g r i d 750 kg/ha lannoitustasolla ja K a r r i 0 ja 250 kg/ha lannoitustasolla.

Vapaa amylaasi

Vapaa amylaasiaktiviteetti määritettiin koeaineistosta WK-yksikköinä (Analytica-EBC 1963). Tulokset laskettiin prosentteina kokonaisamylaasista (taulukko 5). Koetulosten mukaan lannoitemäärän kohottaminen alensi lievästi vapaana olevan amylaasin suhteellista osuutta. Suurin lannoitemäärä eräissä tapauksissa lisäsi vapaan amylaasin suhteellista osuutta (Ingrid, Pomo, Pirkka).

Itävyys

Itävyys määritettiin vuosina 1970-71 kaikkiaan 9 kokeesta vetyperoksidi-idätyksenä (Analytica-EBC 1963). Vaihtelu oli suuri, sillä kaikilla lannoitustasoilla todettiin sekä hyväksyttäviä että hylättäviä itävyysprosentteja (taulukko 6).



Kuva 4. Valkuaispitoisuuden ja kokonaisamylaasin välinen riippuvuus eri lannoitustasoilla. Lajikkeina Ingrid ja Karri.

TULOSTEN TARKASTELUA

Paikalliskokeina suoritettujen mallasohran lannoituskokeiden perusteella voitiin todeta, että bruttosadon muodostumisessa olivat vuotuisvaihtelut suuret, mutta lannoitusta lisäämällä saatiin kaikkina vuosina huomattavia sadonlisäyksiä (kuva 1). Kokeessa käytetty suurin lannoitemäärä 1000 kg/ha Y-lannosta (15-8.7-12.4) osoittautui liian suureksi, sillä siirryttäessä 250 kg lannoitemäärästä 500 kg:aan/ha oli lannoitekiloilla saatu sadonlisäys keskimäärin 4.4 ry, 500 kg:sta 750 kg:aan/ha 1.2 ry ja siirryttäessä 750 kg:sta 1000 kg:aan/ha sadonlisäys oli vain 0.24 ry lisälannoitekiloa kohti.

Raakavalkuaispitoisuus riippui ratkaisevasti lannoitustasosta. KIVEN ja HOVISEN (1972) mukaan 30 kg/ha typpimäärä kohotti sadon valkuaispitoisuutta lajikkeesta riippuen 0.1-1.9 %. Vastaavasti 60 kg/ha typpimäärä vaikutti 0.3-2.3 %. Paikalliskokeissa valkuaispitoisuuden kohoaminen oli 37.5 kg typpimäärää kohti keskimäärin 0.16, 75 kg typpimäärää kohti 0.78, 112.5 kg typpimäärää kohti 1.79 ja 150 kg typpimäärää kohti 2.91 %-yksikköä (taulukko 2 ja kuva 2). Lajikkeiden ja vuosien väliset erot olivat kuitenkin suuret. Samaan tulokseen ovat päätyneet KIVI ja HOVINEN (1972) vertaillen eri lajikkeiden käyttäytymistä eri vuosina eri typpitasoilla.

Entsyymiaktiviteetti riippui mm. lannoitustasosta. Valkuaispitoisuuden ja entsyymiaktiviteetin välillä todettiin riippuvuus I n g r i d i l l ä, kun lannoitustaso oli 750 kg/ha. Vastaavasti K a r r i l l a todettiin riippuvuudet lannoitustasoilla 0 ja 250 kg/ha (taulukko 4 ja kuva 4). HARRISin ja BANASIKin (1952) mukaan valkuaispitoisuuden ja amylolyyttisen aktiviteetin välillä on tietty riippuvuus joskaan ei suoraviivainen. Vuotuisvaihtelusta aiheutuvat erot olivat tässä tutkimuksessa eri lajikkeilla huomattavat. I n g r i d i l l ä vaihtelu oli lannoitustasosta riippuen 100-160 WK-yksikköä. ENARIn ja LINGON (1969) mukaan I n g r i d i n entsyymiaktiviteetti vaihteli vuosina 1956-58 60 WK-yksikköä, kun puolestaan P i r k a l l a vaihtelu oli 200 WK-yksikköä. K a r r i l l a vaihtelu oli tässä tutkimuksessa 140-320 WK-yksikköä ja P o m o l l a vastaavasti 120-240 WK-yksikköä.

Vaikkei tämän tutkimuksen puitteissa voitu suorittaa lajikkeiden välisiä vertailuja, antoivat koetulokset kuitenkin viitteitä kaksi- ja monitahoisten ohrien entsyymiaktiviteetin tasosta. I n g r i d i l l ä

saatu tulos 290-390 WK-yksikköä lannoitustasosta riippuen vastasi melko hyvin ENARIn ja LINGON (1969) esittämiä tuloksia. K a r r i l l a taso oli hieman matalampi, 230-410 WK-yksikköä. Sen sijaan monitahoisilla ohrilla entsyymiaktiiviteetti oli selvästi korkeampi kuin 2-tahoisilla. P o m o l l a se oli 350-430 ja P i r k a l l a 350-490 WK-yksikköä. P i r k a l l a saatu tulos on yhdenmukainen ENARIn ja LINGON (1969) tutkimusten kanssa. Siten voidaan todeta, että entsyymimallasohrien P o m o n ja P i r k a n β -amylaasiaktiiviteetti oli korkeampi kuin olutmallasohrien I n g r i d i n ja K a r r i n. (LINKO ja ENARI 1966, ENARI ja LINKO 1969).

Vapaan amylaasin määrä on lajikkeelle tyypillinen ominaisuus. Tu-
lostien mukaan se oli I n g r i d i l l ä 46-52 % kokonaisamylaa-
sista. K a r r i l l a 42-47 %, P o m o l l a 67-72 % ja P i r-
k a l l a 49-54 %. P i r k a l l a saatu tulos poikkesi sille
yleisesti esitetyistä arvoista 30-40 % (ENARI ja LINKO 1969).

TIIVISTELMÄ

Paikalliskokeina suoritettiin vuosina 1969-71 koesarja, jonka tarkoituksena oli selvittää lannoituksen vaikutusta mallasohran ominaisuuksiin. Lannoitteena käytettiin normaali Super Y-lannosta (NPK 15-8.7-12.4) 0, 250, 500, 750 ja 1000 kg/ha. Lajike vaihteli eri kokeissa.

Satomäärän perusteella sopiva lannoitemäärä (15-8.7-12.4) oli 500-750 kg/ha. Tällä välillä sadonlisäys oli keskimäärin 1.2 ry lannoitekiloa kohti.

Valkuaispitoisuuden kannalta sopiva lannoitemäärä oli keskimäärin 550 kg/ha. Vuotuisvaihtelu oli kuitenkin niin suuri, että vaihtelurajoiksi tuli 275 ja 700 kg/ha, kun valkuaispitoisuusraja oli 12 %.

Lannoituksen lisääminen kohotti ohran entsyymiaktiiviteettia. Vuotuisvaihtelusta aiheutuvat erot olivat kuitenkin suuremmat kuin lannoituksen vaikutus. Entsyymiaktiiviteetin ja valkuaispitoisuuden välillä todettiin tilastollinen riippuvuus.

KIRJALLISUUTTA

- Analytica-EBC 1963. Elsevier Publishing Company. 221 p. 2nd Ed. London.
- ELONEN, P. 1970. Hyvää mallasohraa sadettamalla. Käytännön maamies 4:22-24.
- ENARI, T-M. & LINKO, M. 1969. Significance of barley and malt amylases. Selostus: Ohran ja maltaiden amyloasien merkitys. Ann. Agric. Fenn. 8:149-156.
- HARRIS, G. & BANASIK, O.J. 1952. Effects of environment, variety and season on barley quality. Cereal chem. 29:148-155.
- KIVI, E.I. 1967. Ilmastotekijäin vaikutus mallasohrasadon määrään ja laatuun. Mallasjuomat 1967:295-317.
- 1971. Kaksitahoisen mallasohran typpilannoitus. Mallasjuomat 1971:3-9.
- & HOVINEN, S. 1972. Response of certain malting barley varieties to nitrogen fertilization. Selostus: Typpilannoituksen vaikutus eräiden mallasohralajikkeiden ominaisuuksiin. Maatal. tiet. Aikak. 44. 1:12-18.
- LINKO, M. & ENARI, T-M. 1966. High amylolytic activities in barley malt. Intern. Brewer & Distiller 1:1-12.

REFERAT

Gödsling av malkorn

VÄINÖ MÄNTYLÄHTI
Lantbrukets
forskningscentral

SILJA HOME
Bryggeri-
laboratorium

JAAKKO TENNILÄ
Itä-Hämeen
Maatalouskeskus

Som lokala försök utfördes åren 1969-71 en serie försök i syfte att utreda gödslingens inverkan på malkornets egenskaper. Som gödselmedel användes normal Super Y-gödsel (NPK 15-8.7-12.4) 0, 250, 500, 750 och 1000 kg/ha. Sorten varierade i olika försök.

Beträffande skördekvantiteten var 500-750 kg:s gödselgivor per hektar lämpligast. Då var skördeökningen i medeltal 1.2 fe per kg gödselmedel.

Beträffande kornets proteinhalt var i genomsnitt 550 kg/ha gödselmedel en lämplig giva. Årsvariationen var dock så stor, att varianser mellan 275 och 700 kg/ha erhöles, då proteinhaltsgränsen var 12 %.

Genom att öka gödselgivorna steg enzymaktiviteten i kornet. De varianser som förorsakades av årsvariationerna var emellertid större än gödslingens inverkan. Man kunde även konstatera en statistisk relation mellan enzymaktiviteten och proteinhalten.

Taulukko 1. Lannoituksen vaikutus mallasohran bruttosatoon eri vuosina.

Lajike, vuosi	Kokeita kpl	K O K O N A I S S A T O kg/ha				
		L a n n o i t u s (NPK 15-8.7-12.4) kg/ha				
		0	250	500	750	1000
Ingrid						
1969	3	3070 (2250-) 3790	3970 (3450-) 4800	4200 (3530-) 5030	4820 (4180-) 5430	5080 (4500-) 5560
1970	4	1860 (670-) 3100	2940 (1330-) 4310	3290 (1640-) 4740	3570 (1570-) 5020	3440 (1600-) 5480
keskim.						
7 koetta		2380	3380	3680	4100	4270
Karri						
1970	2	2370 (2040-) 2690	2710 (2580-) 2840	3010 (2960-) 3050	3130 (3060-) 3200	3190 (3140-) 3230
1971	4	3340 (2700-) 4170	4540 (3850-) 5960	5220 (3930-) 6800	5510 (4610-) 6550	5590 (5110-) 6410
keskim.						
6 koetta		3010	3930	4480	4710	4790
Pomo						
1971	1	2320	3220	3980	3750	3840
1972	1	3340	4540	5220	5510	5590
keskim.						
2 koetta		2210	3160	4090	4170	4320
Pirkka						
1969	1	2170	3260	4560	5020	4970
Kaikki kokeet						
keskim.	16	2450	3550	4090	4400	4460

1) vaihtelurajat

Taulukko 2. Lannoituksen vaikutus mallasohran valkuaispitoisuuteen eri vuosina.

Lajike, Kokeita vuosi kpl	VALKUAISPITOISUUS %				
	Lannoitus (NPK 15-8.7-12.4) kg/ha				
	0	250	500	750	1000
Ingrid					
1969 3	11.30 (10.38- ¹⁾ 11.88)	11.71 (10.88- 12.56)	12.73 (11.94- 13.88)	13.60 (12.06- 15.25)	14.44 (13.06- 16.06)
1970 4	11.56 (9.94- 12.44)	12.09 (11.56- 12.56)	12.28 (10.25- 13.25)	12.83 (10.25- 14.13)	14.33 (11.63- 16.44)
keskim. 7 koetta	11.45 (9.94- 12.44)	11.93 (10.88- 12.56)	12.48 (10.25- 13.88)	13.16 (10.25- 15.25)	14.38 (11.63- 16.44)
Karri					
1970 2	10.75 (9.75- 11.75)	11.26 (10.88- 11.63)	11.75 (11.69- 11.81)	12.47 (12.19- 12.75)	12.97 (12.38- 13.56)
1971 4	10.08 (9.25- 11.19)	9.85 (8.88- 10.44)	11.03 (10.63- 12.13)	12.38 (11.25- 13.38)	13.89 (13.00- 14.75)
keskim. 6 koetta	10.30 (9.25- 11.75)	10.32 (8.88- 11.63)	11.27 (10.63- 12.13)	12.41 (11.25- 13.38)	14.07 (12.38- 14.75)
Pomo					
1970 1	11.75	12.56	14.13	14.31	15.69
1971 1	11.19	10.75	10.31	11.81	11.81
keskim. 2 koetta	11.47	11.66	12.22	13.06	13.75
Pirkka					
1969 1	10.88	9.75	10.31	11.75	12.75

1) vaihtelurajat

Taulukko 3. Lannoituksen vaikutus mallasohran kokonaisamylaasiin eri vuosina.

Lajike, vuosi	Kokeita kpl	K O K O N A I S A M Y L A A S I				W K kg/ha
		L a n n o i t u s (NPK 15-8.7-12.4)				
		0	250	500	750	1000
Ingrid						
1969	3	230 (210-) (240)	257 (250-) (260)	317 (270-) (370)	370 (340-) (420)	413 (390-) (460)
1970	4	338 (320-) (370)	328 (290-) (350)	353 (280-) (390)	373 (300-) (410)	370 (320-) (430)
keskim.						
7 koetta		291 (210-) (370)	297 (250-) (350)	337 (270-) (390)	371 (300-) (420)	389 (320-) (460)
Karri						
1970	2	325 (250-) (400)	330 (260-) (400)	375 (350-) (400)	375 (370-) (380)	525 (440-) (610)
1971	4	195 (120-) (280)	183 (90-) (230)	193 (130-) (230)	263 (240-) (310)	350 (290-) (500)
keskim.						
6 koetta		238 (120-) (400)	232 (90-) (400)	253 (130-) (400)	300 (240-) (380)	408 (290-) (610)
Pomo						
1970	1	410	460	470	500	480
1971	1	280	340	340	350	240
keskim.						
2 koetta		345	400	405	425	360
Pirkka						
1969	1	410	350	390	430	490

1) vaihtelurajat

Taulukko 4. Valkuaispitoisuuden ja kokonaisamylaasin välinen riippuvuus eri lannoitustasoilla.

Lajike	Lannoitus (NPK=15-8.7-12.4)	Valkuaispitoisuuden ja kokonaisamylaasin välinen korrelaatio- kerroin
Ingrid	0	0.20
	250	0.49
	500	0.73
	750	0.94 ^{xx}
	1000	0.51
Karri	0	0.88 ^x
	250	0.92 ^{xx}
	500	0.48
	750	0.20
	1000	0.02

Taulukko 5. Lannoituksen vaikutus vapaan amyylaasin osuuteen kokonaisamyylaasista eri vuosina.

		V A P A A A M Y L A A S I % K O K O N A I S - A M Y L A A S I S T A				
Lajike, Kokeita vuosi kpl	L a n n o i t u s	(NPK 15-8.7-12.4) kg/ha				
		0	250	500	750	1000
Ingrid						
1969	3	52.0 (47.6-) 54.2)	51.9 (46.2-) 57.7)	51.8 (48.6-) 54.8)	49.7 (47.6-) 52.9)	50.1 (47.8-) 51.3)
1970	4	50.5 (45.9-) 55.9)	46.5 (44.8-) 50.0)	45.2 (42.9-) 48.6)	43.6 (42.1-) 46.3)	50.6 (43.6-) 70.6)
keskim.	7 koetta	51.1 (45.9-) 55.9)	48.8 (44.8-) 57.7)	48.0 (42.9-) 54.8)	46.2 (42.1-) 52.9)	50.4 (43.6-) 70.6)
Karri						
1970	2	46.5 (45.0-) 48.0)	52.7 (40.0-) 65.4)	44.1 (42.5-) 45.7)	42.7 (39.5-) 45.9)	33.6 (26.2-) 40.9)
1971	4	46.9 (41.7-) 52.4)	38.7 (33.3-) 47.8)	41.1 (38.5-) 47.8)	43.3 (35.5-) 50.0)	39.4 (34.0-) 43.3)
keskim.	6 koetta	46.8 (41.7-) 52.4)	43.4 (33.3-) 65.4)	42.1 (38.5-) 47.8)	43.1 (35.5-) 50.0)	37.4 (34.0-) 43.3)
Pomo						
1970	1	73.2	69.6	70.2	66.0	66.7
1971	1	71.4	64.7	67.6	68.6	75.0
keskim.	2 koetta	72.3	67.2	68.9	67.3	70.9
Pirkka						
1969	1	53.7	48.6	53.8	48.8	53.1

1) vaihtelurajat

Taulukko 6. Lannoituksen vaikutus mallasohran itävyyteen.

Lajike, vuosi	Kokeita kpl	I T Ä V Y Y S %				
		L a n n o i t u s (NPK 15-8.7-12.4) kg/ha				
		0	250	500	750	1000
Ingrid						
1970	3	91 (82-96) ¹⁾	95 (91-97)	92 (87-97)	91 (81-96)	88 (80-94)
Karri						
1971	4	90 (84-98)	91 (84-98)	91 (85-98)	90 (86-98)	85 (72-97)
Pomo						
1970	1	96	97	97	96	91
1971	1	83	96	93	94	79
keskim. 2 koetta		90	97	95	95	85
Kaikki kokeet keskim.	9	90 (82-98)	93 (84-98)	92 (85-98)	91 (81-98)	86 (72-97)

1) vaihtelurajat

