

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

PAIKALLISKOETOIMISTON TIEDOTE N:o 2

---

Helvi Marjanen:

— Hivenaineet maassa ja kasveissa sekä niiden merkitys ravitsemuksessa.

(Osa: Kivennäisainesuhteet)

Väinö Mäntylahti:

— Tuorerehun ravinnetasapainon  $\frac{K}{Ca + Mg}$  (me) riippuvuus lannoituksesta ja maaperän ravinnepitoisuudesta.

---

HELSINKI 1975

Maatalouden tutkimuskeskus (MTK)

PAIKALLIAKOETOIMISTON TIEDOTE N:O 2

Helvi Marjanen:

H I V E N A I N E E T M A A S S A J A K A S V E I S S A  
S E K Ä N I I D E N M E R K I T Y S R A V I T S E M U K -  
S E S S A

( O S A : K I V E N N Ä I S A I N E S U H T E E T )

sivu

1 - 7

Väinö Mäntylähti:

T U O R E R E H U N R A V I N N E T A S A P A I N O N

$\frac{K}{Ca + Mg}$  (me) R I I P P U V U U S L A N N O I T U K S E S -

T A J A M A A P E R Ä N R A V I N N E P I T O I S U U -

D E S T A

7 - 19

Ote maisteri Helvi Marjasen  
esitelmästä Uudenmaan Maatalous-  
keskuksen maatalouspäivillä  
18.3.1975

Hivenaineet maassa ja kasveissa sekä  
niiden merkitys ravitsemuksessa.

(Osa: Kivennäisainesuhteet)

Viimeisten 10-15 vuoden aikana on maamme viljelysmaitten ravinnetila suuresti muuttunut. Eräistä hiven- ja pääravinteista alkaa olla puutetta. Suurin muutos on tapahtunut ravinnesuhteissa, koska on voitu todeta, että ravinteiden epäsuhdetta esiintyy karjan rehuissa ja ihmisen ravinnokseen käyttämissä kasvituotteissa.

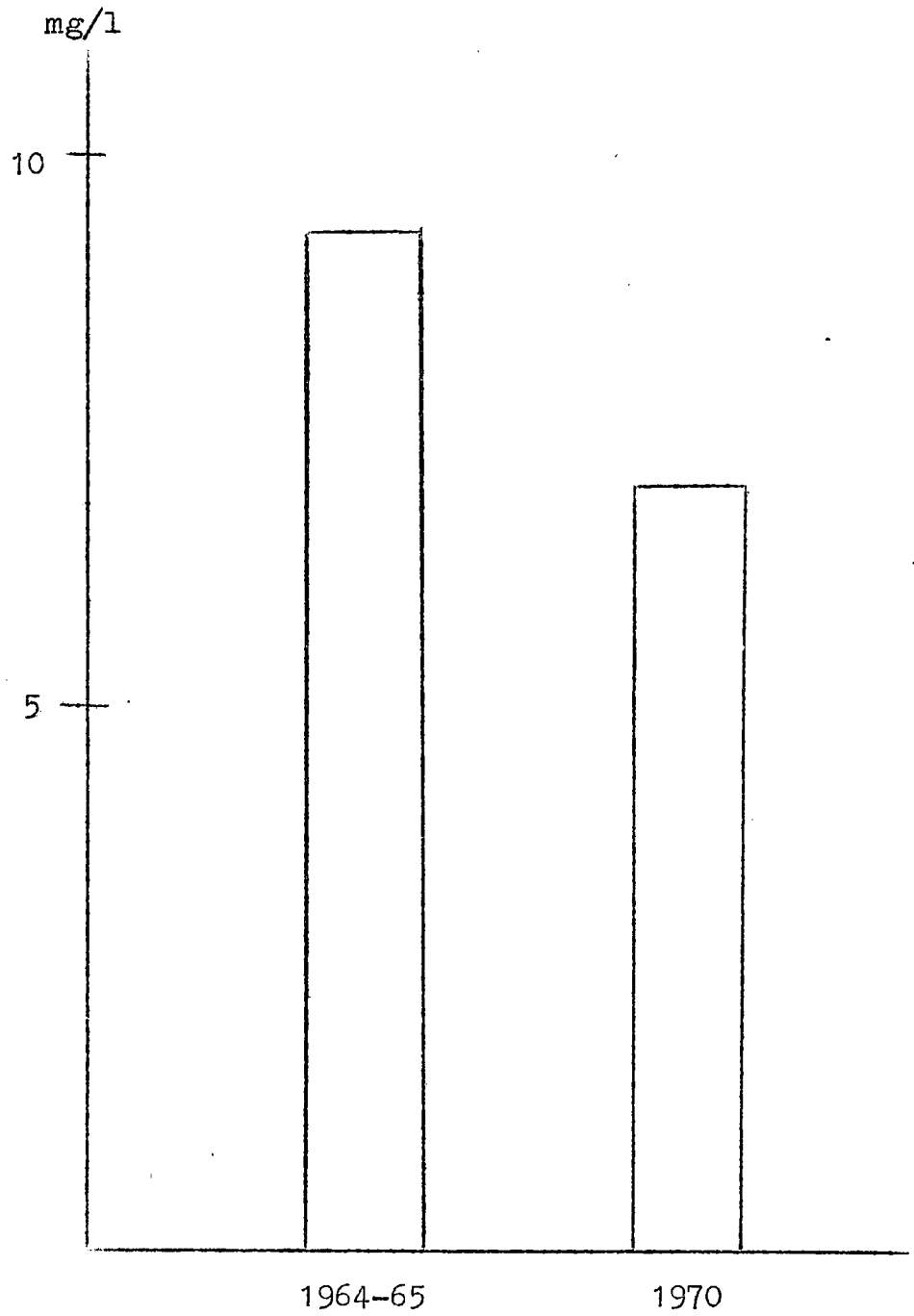
Viljelyn voimaperäistymisen mukana on lisääntynyt pääasiallisesti vain typen, fosforin ja kalin käyttö. Tämä on johtanut maan magnesiummäärien alentumiseen koko maassa sekä hivenaineista etenkin mangaanin (kuva 1), boorin ja kuparin vähentymiseen. Paikoin on alkanut esiintyä myös harvinaisempien hivenaineiden kuten sinkin, molybdeenin, koboltin ja seleenin puutetta.

Hivenaineet ovat kasvin elintoiminnassa välttämättömiä tekijöitä. Ne toimivat kasvisoluissa aktivaattoreina, säännöstellijöinä ja estäjinä. Ne ovat välttämättömiä vitamiinien muodostuksessa kasvissa. Esim. boorin on todettu edistävän kasvin tiamiinin eli B<sub>1</sub>-vitamiinin muodostusta sekä mangaanin lisäävän kasvin C-vitamiini- ja sokeripitoisuutta.

Jos jonkin ravinteen määrä maassa ja lannoitteena annettuna on liian korkea, se saattaa häiritä kasvin kasvua ja ravinteiden ottoa. Esim. liian korkea kalsium saattaa aiheuttaa mangaanin ja boorin puutetta kasvissa ja esim. liian korkea kalium tai typpi magnesiumin puutetta. Erityisesti kohtalaisia pääravinnemääriä (NPK) käytettäessä on hivenravinteiden kohdalla olemassa se vaara, että puutos voi jatkua pitkään piilevänä,

Pääravinteiden puutoksia on totuttu seuraamaan viljavuuslukujen ja satotulosten perusteella. Tämä ei kuitenkaan ole

Kuva 1. Helppoliukoisen mangaanin (Mn) vähentyminen kivennäismailla (Viljavuuspalvelu Oy)



antanut riittävän selvää kuvaa asiasta. Hivenaineiden puutokset eivät aina näy sadon määrässä ja tämän vuoksi niiden merkitystä on vaikea arvioida. On totuttu katselemaan viljavuuslukuja yksittäisinä numeroina ja korjaamaan mahdollinen ravinnevajaus niiden mukaan. Jos ravinnetasapaino maassa olisi hyvä, pitäisi lannoitteiden käytöllä saada hyviä sadonlisäyksiä. Toisinaan on kuitenkin näyttänyt siltä, että lannoitteiden käyttö on ollut täysin kannattamatonta. Miten olisi löydettävissä tie tasapainoon? Voitaisiinko maan ravinnetasapainon selvittämisessä käyttää hyväksi maanäytteen viljavuuslukuja?

On toistaiseksi tutkimatonta, minkälaiset ovat useampien ravinteiden keskinäiset suhteet maassamme luonnostaan hyväkasvuisten lehtojen ruokamultakerroksissa. Näyttää siltä, vaikkakin tarvitaan vielä paljon enemmän tutkimusta, että hyvän sadon ja tuotteen laadun edellytyksenä olisivat varsin ahtaissa rajoissa liikkuvat ravinnesuhteet. Maantutkimuslaitoksen analyysien mukaan eräissä hyväkasvuisissa luonnontilaisissa maissa on esim. kaliumin ja fosforin (K/P) suhde 6-8 tienoilla. Kun tutkittiin paikalliskokeiden satotuloksia, niin todettiin muutamien kokeiden, joista oli saatu huippusadonlisäyksiä, perusteella seuraavat maan keskimääräiset ravinnesuhteet:

kalsium/magnesium	(Ca/Mg)	6.2
magnesium/kalium	(Mg/K)	2.3
kalium/fosfori	(K/P)	8.6

Koetulosten antamien sadonlisäysten suuruuksien perusteella tarkasteltiin alustavasti eräiden ravinnesuhteiden vaikutusalueita ja saatiin selvityksen perusteella seuraavia arvoja:

Ca/Mg	(4.5)-5 - 8
Mg/K	1.3 - 4
K/P	(4) -6 - 12 - (16)

Todettiin, että jos kalsiummäärä oli 4.5 kertaa magnesiummäärä tai sitä pienempi, oli kannattavampaa käyttää normaalin Super Y-lannoksen (Ca-pitoisuus 6 % ennen vuotta 1975) asemesta tasaväkevää Super Y-lannosta (Ca-pitoisuus 9.5 % ennen vuotta 1975) tai yksiravinteisia lannoitteita, jotka sisältävät enemmän kalkkia. Tällöin Ca/Mg suhde nousee ja sen seurauksena saadaan aikaan tasapainoisempi lannoitus. Tämä merkitsi heinä-

sadossa 1000 kg/ha kohden. Vaihtuvan kalkin määrän maanäyttees-  
sä tulisi alhaisella tai keskinkertaisella ravinnetasolla olla  
ehkä noin 5-8 kertaa suuremman kuin magnesiummäärän.

Magnesiummäärä saisi puolestaan olla vähintään yhtäsuuri  
kuin kaliummäärä, mieluummin vähän suurempi. Korkealla kalium-  
tasolla tulisi Mg/K-suhteen kuitenkin olla 3-4 vaiheilla. Jos  
kaliummäärä on suurempi kuin magnesiummäärä, on sadon kalium-  
pitoisuus korkea, etenkin jos käytetään suuria typpimääriä.  
Kasvissa tapahtuu tällöin ns. kaliumin luksusottoa. Jos rehun  
kaliumpitoisuus on korkea, mutta magnesium- ja kalsiummäärät  
suhteellisen matalia, saattaa se johtaa lehmien sairastumiseen  
laidunkouristuksiin. Jos lisäksi kupari, mangaani ja natrium-  
määrät maanäytteesä ovat pääravinteisiin verrattuna matalia,  
saattaa lehmissä esiintyä rakkulavikaisia. Mg/K-suhde, pienempi  
kuin 1, todettiin n. 44 %:ssa vuoden 1973 paikalliskokeista  
otetuista maanäytteistä. Eniten poikkeavia suhteita esiintyi  
Pohjois-Karjalan maanäytteissä.

Edellä jo mainittiin kaliumin ja fosforin suhteesta. Se  
oli lannoitustasosta riippuen 4-16 välillä. Hyvän lannoitevai-  
kutuksen edellytyksenä on, ettei suhde ole liian suuri eikä  
liian pieni eikä maassa ole hivenaineiden puutetta. Erityisesti  
fosforin hyväksikäyttöön vaikuttavat kalsium ja magnesium sekä  
mangaani, boori ja kupari.

Suuria typpimääriä käytettäessä kuluu runsaasti kuparia,  
jonka määrä saattaa tuotteessa jäädä liian alhaiseksi pääravin-  
netasoon verrattuna. Jos kaikki pääravinnemäärät ovat korkeita,  
tulisi hivenainemäärien olla myös suhteessa korkeampia. Esimerk-  
keinä hyviä sadonlisäyksiä antaneista suhteellisista pääravin-  
nemääräistä eräissä paikalliskokeissa esitetään seuraavat arvot:

Viljavuuspalvelu Oy:n viljavuustutkimusarvot  
mg/litra

	Kalkki (vaihtuva) Ca	Kali K	Fosfori P	Magnesium Mg
Matala taso	800	60	5 - 6	100 - 150
Keskinkert. taso	1700	100	8 -12	200 - 240

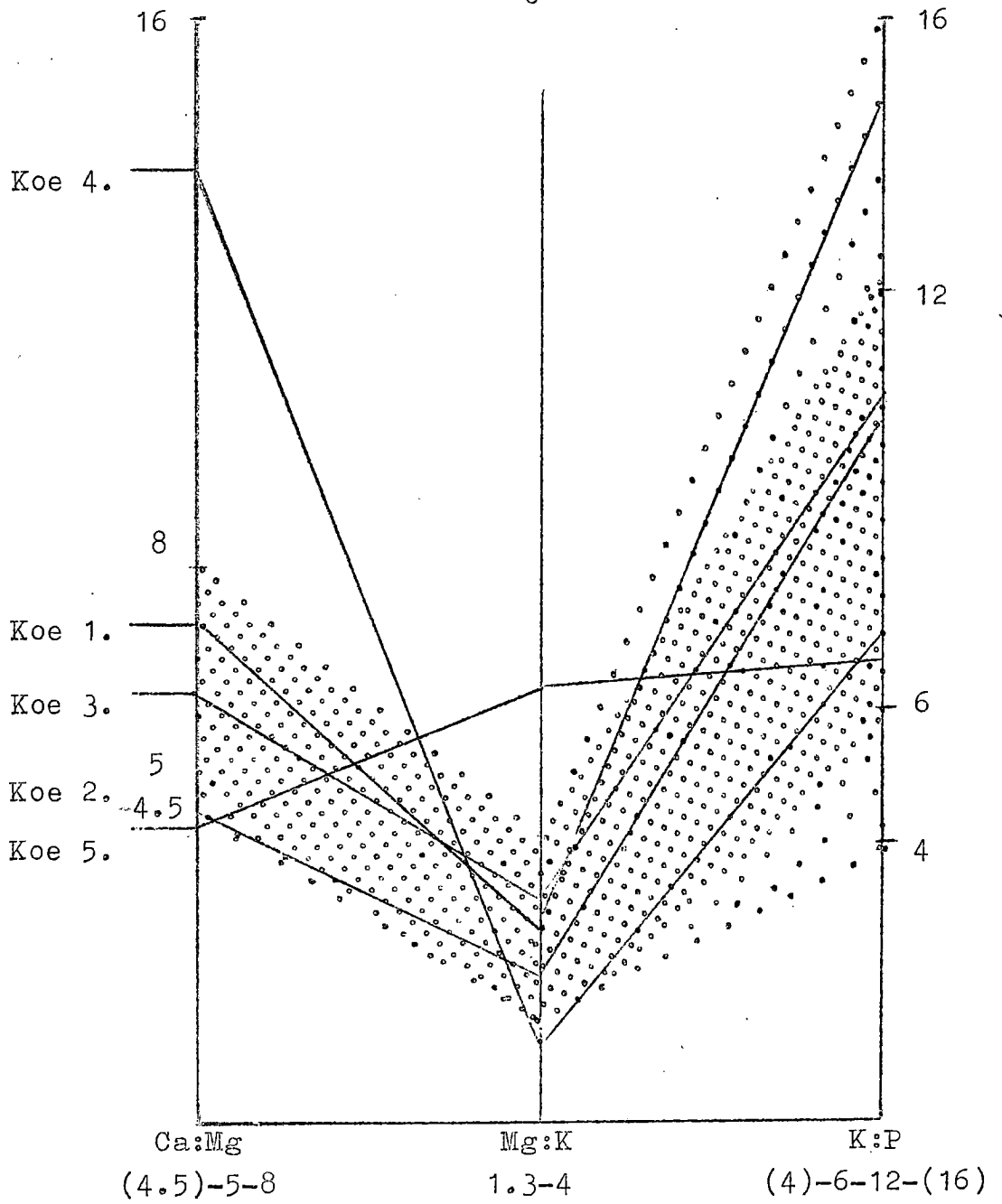
Eräitä sadonlisyysesimerkkejä

Heiniä kg/ha

Heinäsaato lannoitetta- maton	Sadonlisyys - kg/ha			Maa- laji	Maanäyteanalyysit ja niiden suhteet							
	Yns <sup>x)</sup> 350	Yns 700	Ytv <sup>xx)</sup> 350		Ytv 700	Ca	Ca/Mg	Mg	Mg/K	K	K/P	P
Koe 1)	3640	5220	3140	4420	Mm	1413	7.2	196	2.8	70	14.9	4.7
" 2)	4100	5300	4600	6200	SCt	1660	4.5	370	2.1	180	10.1	17.8
" 3)	2400	2400	2280	3060	Kht	1300	6.2	211	3.2	65	10.5	6.3
" 4)	500	690	790	1340	HtMr	800	13.8	58	1.1	55	7.1	7.7
" 5)	1200	1500	1300	1500	htHS	1300	4.3	304	6.3	48	6.7	7.2

x) normaali Super Y-lannos 350 ja 700 kg/ha (N 15 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 20 %, K<sub>2</sub>O 15 %, Ca 6 %, Mg 0.1 %)

xx) tasaväkevä Super Y-lannos 350 ja 700 kg/ha (N 15 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 15 %, K<sub>2</sub>O 15 %, Ca 9.5 %, Mg 0.7 %)



Kuva 2 Maanäyteanalyysien ravinnesuhteet

Näillä ravinnetasoilla on saatu vaatimattomalla lannoituksella (taulukko 1, kuva 2) huippusadonlisäyksiä. Tämä voi olla seurausta joko pääravinteiden keskinäisestä suhteesta, hivenainetasosta verrattuna pääravinteisiin, maan rakenteesta tai kaikista näistä yhteensä. Tämän selvittäminen vaatii vielä paljon lisätutkimusta. Selvityksen yhteydessä ilmeni, ettei alhaisella maan ravinnetasolla ollut edullista käyttää suuria lannoitemääriä, jotka ylemmällä ravinnetasolla saattoivat antaa hyvänkin tuloksen. Esim. magnesiumsulfaattia ei pitäisi keskinertaisella eikä alhaisella ravinnetasolla kerralla antaa enempää kuin 250 kg/ha (n. 47.5 kg Mg/ha). Jos suhteet olivat edellämämainituissa rajoissa, saatiin parhaat sadonlisäykset normaali Super Y-lannoksella. Jos taas kalsiumin ja magnesiumin suhde oli liian matala, saatiin parempi tulos tasaväkevällä Super Y-lannoksella tai yksiravinteisilla lannoitteilla, jotka sisältävät enemmän kalsiumia.

Kokeessa 4 on magnesiummäärä suhteessa kalsiumiin liian matala. Maata on todennäköisesti kalkittu kalsiittikalkilla, jolloin Ca: Mg-suhde vain huononi. Kokeessa 5 on kalium liian matala muihin ravinteisiin verrattuna.

Ravannesuhde maassa vaikuttaa viljelykasvin ravinteiden ottoon ja ravintoainemääriin. Jos kalium on suurempi kuin magnesium voi perunoista ja juurikkaista jopa viljoista tulla liian kalium ja typpi-pitoisia ja kalsium-, magnesium-, mangaani- ja kupariköyhiä. Virheeliset ravintoainemäärät kasvituohteissa johtavat edelleen erilaisiin ihmisten ja eläinten sairauksiin.

Suhdekysymyksen selvittäminen vaatii runsaasti lisää sekä koe-että analyysituloksia, joihin olisi liitettävä myös hivenainneiden osuuden ja sadon laadun tutkiminen.

TUOREREHUN RAVINNETASAPAINON  $\frac{K}{Ca + Mg}$  (me) RIIPPUVUUS  
LANNOITUKSESTA JA MAAPERÄN RAVINNEPITOISUUDESTA

Maatalouden tutkimuskeskus  
PAIKALLISKOETOIMISTO

Väinö Mäntylähti

#### JOHDANTO

Laidun- ja tuorerehunurmien lannoitussuositukset ovat Suomessa muuttuneet runsaan 10 vuoden kuluessa huomattavasti. Tällä hetkellä suositellaan käytettäväksi typpeä 3 kertaa, fosforia 2 ja kaliumia 2 kertaa suurempia määriä kuin 10 vuotta sitten. Tarkoituksena on ollut paitsi satomäärien suurentaminen, myös sadon laadun, erityisesti valkuaispitoisuuden kohottaminen.

Lannoitustoimenpiteillä saattaa kuitenkin olla myös negatiivisia vaikutuksia, jos ne suoritetaan virheellisesti ja varomattomasti. Yleisesti on tunnettua, että voimakas typpilannoitus heikentää valkuaisen laatua (STEEN 1969, ELONEN et.al. 1972) samalla kun korkea valkuaispitoisuus heikentää eläimillä magnesiumin käyttökelpoisuutta. Toisaalta voimakas kalilannoitus alentaa valkuaispitoisuutta (SALONEN ja TAINIO 1961, MÄNTYLÄHTI ja MARJANEN 1971), aiheuttaa kaliumpitoisuuden kohoamisen huomattavan korkeaksi (MÄNTYLÄHTI ja MARJANEN 1971) ja estää kasvin magnesiumin ottoa (MÄNTYLÄHTI ja MARJANEN 1971, ANDERSEN ja SCHJELDERUP 1973). Tämä saattaa johtaa rehun ravinnetasapainon häiriytymiseen eikä rehu sellaisenaan enää kykene tyydyttämään eläinten kivennäisainetarvetta. Useissa yhteyksissä rehun ravinnetasapainoa on kuvattu ekvivalenttisuhteella  $K:(Ca + Mg)$  (KEMP ja T'HART 1957, MÄNTYLÄHTI ja MARJANEN 1971, ANDERSEN ja SCHJELDERUP 1973), jota on käytetty myös hyväksi pyrittäessä ennustamaan laidunkouristuksen esiintymismahdollisuutta. Yleensä suhteen pitäisi olla pienempi kuin 2.2 (KEMP ja T'HART 1957), jotta se olisi riittävän alhainen.

#### KOEAINEISTO

Suomessa suoritettiin paikalliskokeina vuosina 1969-71 koesarja, jonka tarkoituksena oli selvittää eri typpi- ja kalimäärien vaikutus tuorerehun ravinnepitoisuuteen ja ravinnetasapainoon. Kokeet suoritettiin eri puolelle Suomea perustetuilla timotei-

timotei-nurminata- ja nurminata-koiranheinänurmilla. Koeruudut lannoitettiin ja sato korjattiin kolmesti kasvukauden aikana. Kerranteita kokeissa oli 4. Käytetty koekaava ilmenee taulukosta 1.

Taulukko 1. Tuorerehunurmen lannoituskokeissa käytetty koekaava.

koejäsen	lannoitus keväällä	lannoitus I-niiton jälk.	lannoitus II-niiton jälk.
a	$N_1PK_1$	$N_1K_1$	$N_0$
b	$N_1PK_2$	$N_1K_2$	$N_0$
c	$N_2PK_1$	$N_1K_1$	$N_1$
d	$N_2PK_2$	$N_1K_2$	$N_1$
e	$N_4PK_1$	$N_2K_1$	$N_2$
f	$N_4PK_2$	$N_2K_2$	$N_2$

Kokeessa käytetyt lannoitemäärät olivat N 50, N 100, ja N 200, P 70, K 50 ja 100 kg/ha.

Kokeita suoritettiin kaikkiaan 31 kpl. Sadoista määritettiin N, P, K, Ca ja Mg sekä maanäytteistä pH, johtoluku sekä ammoniumasetatimenetelmällä P, K, Ca ja Mg.

#### LANNOITUKSEN VAIKUTUS REHUN RAVINNESUHTEESEEN

Satonäytteistä tehtyjen analyysien perusteella laskettiin rehun tasapainoa kuvaava ravinnesuhde K: (Ca + Mg) milliekvivalenteina. Lannoituksen vaikutus ensimmäisen sadon ravinnesuhteisiin ilmenee taulukosta 2.

Taulukko 2. Lannoituksen vaikutus tuorerehunurmen I sadon ekvivalenttisuhteeseen  $\frac{K}{Ca + Mg}$ .

koejäsen ja lannoitus	$\frac{K}{Ca + Mg}$ (me)	vaihtelurajat
a $N_1PK_1$	2.12	0.41-3.94
b $N_1PK_2$	2.40	0.55-3.46
c $N_2PK_1$	2.15	0.48-3.90
d $N_2PK_2$	2.50	0.33-4.04
e $N_4PK_1$	2.11	0.23-4.42
f $N_4PK_2$	2.09	0.67-3.28

Taulukon 2 tulokset osoittavat, että suhteen arvo kohosi keskimäärin varsin korkeaksi. Kalilannoituksen lisääminen huononti suhdetta 50 kg:n typpitasolla 0.28 yksikköä ja 100 kg:n typpitasolla 0.35 yksikköä. Sen sijaan 200 kg:n typpitasolla kalilisäyksellä ei ollut vaikutusta suhteen suuruuteen.

Typpilannoituksen lisäämisellä ei ollut sanottavaa vaikutusta suhteen keskimääräiseen suuruuteen. Ilmeisesti se kaliumpitoisuuden kohoaminen, joka aiheutui typpilannoituksen lisäämisestä, kumoutui vastaavasti magnesiumpitoisuuden kohamisen ansiosta. Käytetyn typpilannoitteen ( $\text{NH}_4^+$ -N 12.5%,  $\text{NO}_3^-$ -N 12,5%) todettiin vaikuttavan positiivisesti sadon magnesiumpitoisuuteen. Toisesta sadosta lasketut suhteet ilmenevät taulukosta 3.

Taulukko 3. Lannoituksen vaikutus tuorerahunurmen II sadon ekvivalenttisuhteeseen  $\frac{\text{K}}{\text{Ca} + \text{Mg}}$ .

koejäsen ja lannoitus	$\frac{\text{K}}{\text{Ca} + \text{Mg}}$ (me)	vaihtelurajat
a $\text{N}_1\text{K}_1$	1.73	0,68-3,63
b $\text{N}_1\text{K}_2$	1.97	0.67-3.60
c $\text{N}_1\text{K}_1$	1.73	0.44-3.59
d $\text{N}_1\text{K}_2$	1.96	0.82-3.62
e $\text{N}_2\text{K}_1$	1.52	0.51-3.22
f $\text{N}_2\text{K}_2$	1.80	0.73-2.98

Taulukosta 3 ilmenee, että toisen sadon suhteet olivat paremmat kuin I sadossa. Raja-arvona pidetty luku 2.2 alitettiin selvästi.

Typpilannoituksen lisääminen alensi suhteen arvoa n. 0.21 yksikköä edistämällä erityisesti kasvin magnesiumin ottoa. Toisaalta kalilannoituksen lisääminen huononti suhdetta 50 kg:n typpitasolla n. 0.23 yksikköä ja 100 kg:n typpitasolla n. 0.28 yksikköä.

Kolmatta satoa koskevat ravinnesuhteet on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Lannoituksen vaikutus tuorerehunurmen III sadon ekvivalenttisuhteeseen  $\frac{K}{Ca + Mg}$ .

koejäsen ja lannoitus		$\frac{K}{Ca + Mg}$ (me)	vaihtelurajat
a	N <sub>0</sub>	1.40	0.69-2.42
b	N <sub>0</sub>	1.39	0.59-1.91
c	N <sub>1</sub>	1.49	0.45-2.32
d	N <sub>1</sub>	1.64	0.49-2.45
e	N <sub>2</sub>	1.39	0.49-2.57
f	N <sub>2</sub>	1.70	0.63-2.60

Kolmannen sadon ravinnesuhteet muodostuivat selvästi toisen ja ensimmäisen sadon suhdelukuja pienemmiksi. Tältä kannalta rehu osoittautui muita satoja tasapainoisemmaksi.

Käytetyllä typpilannoituksella ei ollut sanottavaa vaikutusta suhteen arvoon. Sen sijaan koejäsenissä d ja f tuli esiin edellisille sadoille annettujen typpi- ja kalilisien suhteen arvoa kohottava vaikutus. Muutos oli typpitasosta riippuen n. 0.15-0.31 yksikköä.

#### VILJAVUUDEN VAIKUTUS REHUN RAVINNESUHTEESEEN

Taulukoissa 2, 3 ja 4 on esitetty ekvivalenttisuhteiden vaihtelurajat. Niistä ilmenee, että vaihtelut olivat suuret. Vaihtelun suuruuden selittämiseksi koetuloksia tarkasteltiin viljavuusanalyysien perusteella. Maanäytteet otettiin keväällä koetta perustettaessa. Maa-analyysien tulokset ilmenevät taulukosta 5. Aluksi rehun ravinnesuhdetta yritettiin selittää yksittäisten maaperätekijöiden avulla, mutta selvitysaste jäi tällöin heikoksi. Sen sijaan maa-analyysien perusteella laskettu ekvivalenttisuhte K: (Ca + Mg) osoittautui käyttökelpoiseksi selittäjäksi. Nämä suhteet samoin kuin vaihtelurajatkin ilmenevät myös taulukosta 5.

Taulukko 5. Tuorerehunurmen lannoituskokeiden viljavuusanalyysit. Ravinteet määritetty ammoniumasetatimenetelmällä.

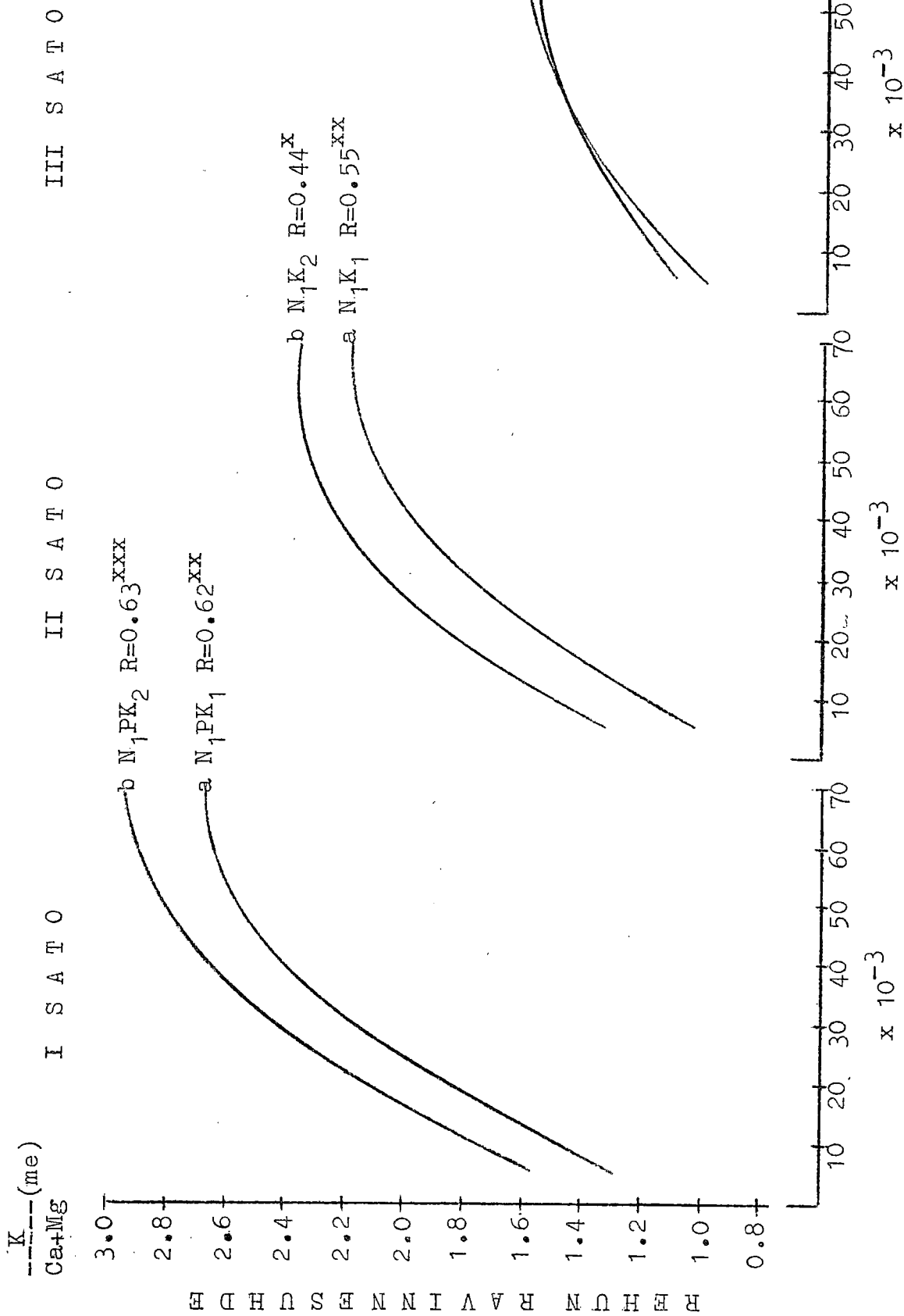
pH	Ca	P	K	Mg	$\frac{K}{Ca + Mg}$ (me)
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	$\times 10^{-3}$
5.47	1835	8.7	107	159	30.8
(4.60-	( 800-	(3.4-	( 31-	( 32-	( 4.6-
6.50)	4290)	22.3)	280)	528)	62.9)

Peruslannoituksen  $N_1PK_1 + N_1K_1 + N_0$  saaneen sadon ravinnetasapainon riippuvuus maan ravinnesuhteesta ilmenee kuvasta 1. Tämän mukaan sadon ravinnesuhde kohosi jyrkästi maan ravinnesuhteen kohotessa. Sama suuntaus todettiin kaikkien kolmen sadon kohdalla, joskin toisessa ja erityisesti kolmannessa sadossa riippuvuus ei ollut yhtä voimakas kuin keväällä.

Kalilisäyksen vaikutus ravinnetasapainoon 50 kg:n typpitasolla ilmenee myös kuvasta 1. Tulosten mukaan kalilisä (50 kg/ha K) kohotti rehun suhdetta n. 0.28 yksikköä. Vaikutus oli suunnilleen samanlainen eri maaperäolosuhteissa. Kolmanteen satoon ei näillä kalilisäyksillä ollut jälkivaikutusta. Kalisäyksen vaikutus 100 ja 200 kg:n typpitasolla ilmenee kuvista 2 ja 3.

Typpilannoituksen vaikutus tuorerehun ravinnesuhteeseen eri maaperäolosuhteissa ilmenee kuvasta 4. Tämän mukaan typpilannoituksen lisääminen alensi rehun ekvivalenttisuhdetta, jos maassa oli niukasti kaliumia kalsiumiin ja magnesiumiin verrattuna. Nitraattityppilannoitus aktivoi täten kasvin magnesiumin ottoa. Jos sen sijaan maan K-pitoisuus oli korkea kalsiumiin ja magnesiumiin verrattuna, aiheutti typpilisäys kaliumin luksusottoa. Koska kalium on kalsiumin ja magnesiumin antagonistti, oli tästä seurauksena erityisesti magnesiumpitoisuuden selvä aleneminen ja siten kokonaisuutena rehun ravinnesuhteen huononeminen. Toisessa sadossa typpilisä aktivoi magnesiumin ottoa ja siten paransi suhdetta. Kolmannessa sadossa typpilisillä oli periaatteessa samanlainen vaikutus kuin ensimmäisessäkin sadossa: maan ravinnesuhteen ollessa pieni oli rehunkin suhde alhainen ja suhteen suuretessa typpilisä kohotti rehun suhdetta lannoittamattomaan koejäseneen verrattuna.

Samanaikaisesti suoritettujen typpi-kalilisien vaikutus ilmenee kuvasta 5. Tulosten mukaan 50 kg:n typpi- ja 50 kg:n kalilisä aiheutti samanaikaisesti annettuna ravinnesuhteen tason selvän kohonamisen. Typpi- ja kalilisällä oli positiivinen yhteisvaikutus. Sen sijaan nelinkertainen typpimäärä kalilisan ohella ei juuri muuttanut suhteen arvoja peruskoejäseneen verrattuna. Ilmeisesti typpilannoitteen  $NO_3^-$ -N kykeni aktivoimaan niin paljon kasvin magnesiumin ottoa, että suhde pysyi suunnilleen muuttumattomana. Toisessa sadossa tulokset olivat samansuuntaiset. Kolmannessa sadossa todettiin selvästi typpilannoituksen vaikutus aktivoida kasvin kaliumin ottoa sitä mukaa, kun maan kaliumpitoisuus kohosi kalsium- ja magnesiumpitoisuuksien kustannuksella.



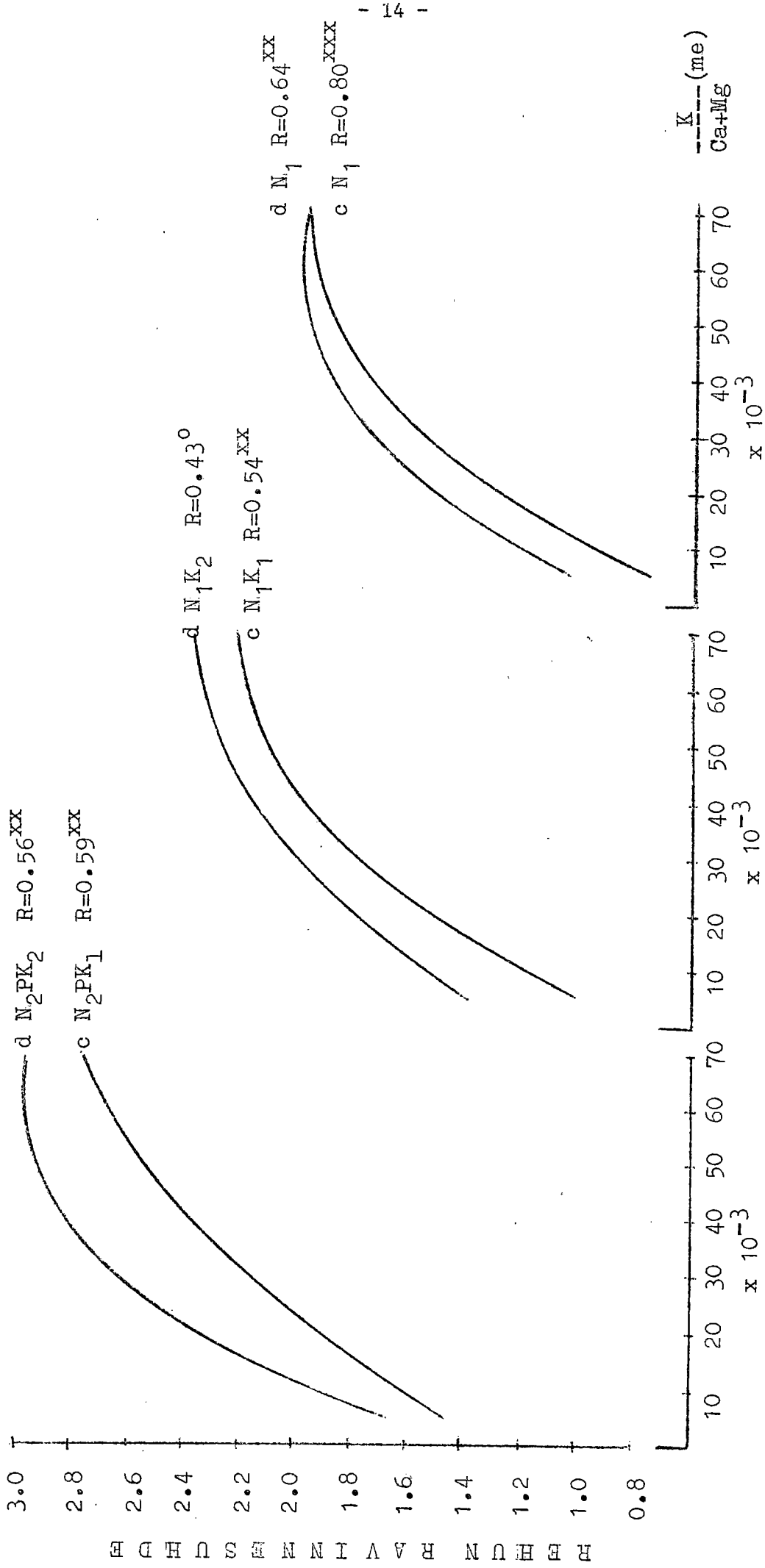
Kuva 1. Kalilannoituksen ja maaperän ravinnesuhteen vaikutus rehun ravinnetasapainoon 50 kg:n typpitasolla.

$\frac{K}{Ca+Mg}$  (me)

I S A T O

II S A T O

III S A T O



MAAN RAVINNESUHDE

MAAN RAVINNESUHDE

MAAN RAVINNESUHDE

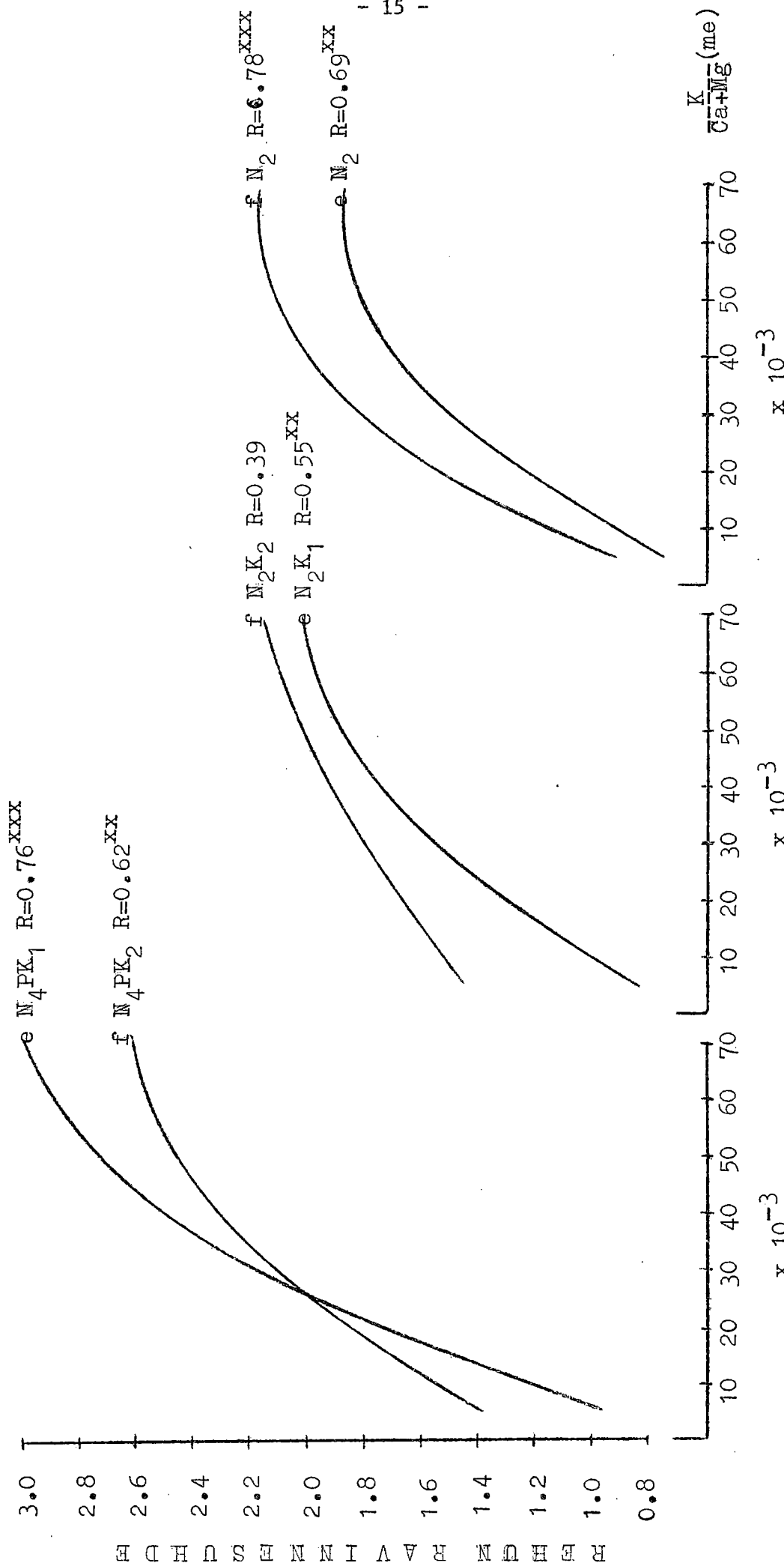
Kuva 2. Kalilannoituksen ja maaperän ravinnesuhteen vaikutus rehun ravinnetasapainoon 100 kg:n typpitasolla.

$\frac{K}{Ca+Mg}$  (me)

I S A T O

II S A T O

III S A T O

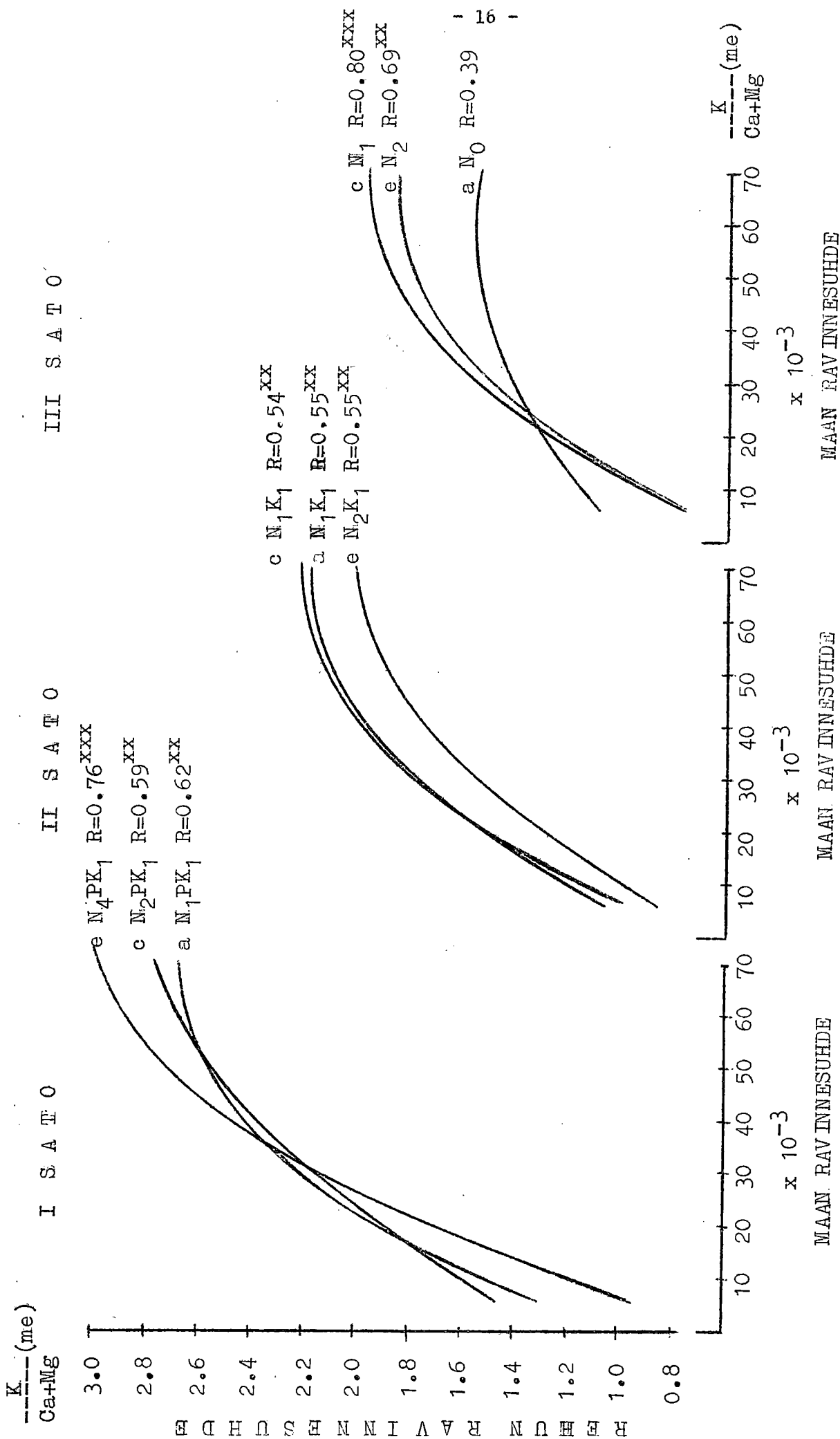


MAAN RAVINNESUHDE

MAAN RAVINNESUHDE

MAAN RAVINNESUHDE

Kuva 3. Kalilannoituksen ja maaperän ravinnesuhteen vaikutus rehun ravinnetasapainoon 200 kg:n typpitasolla.



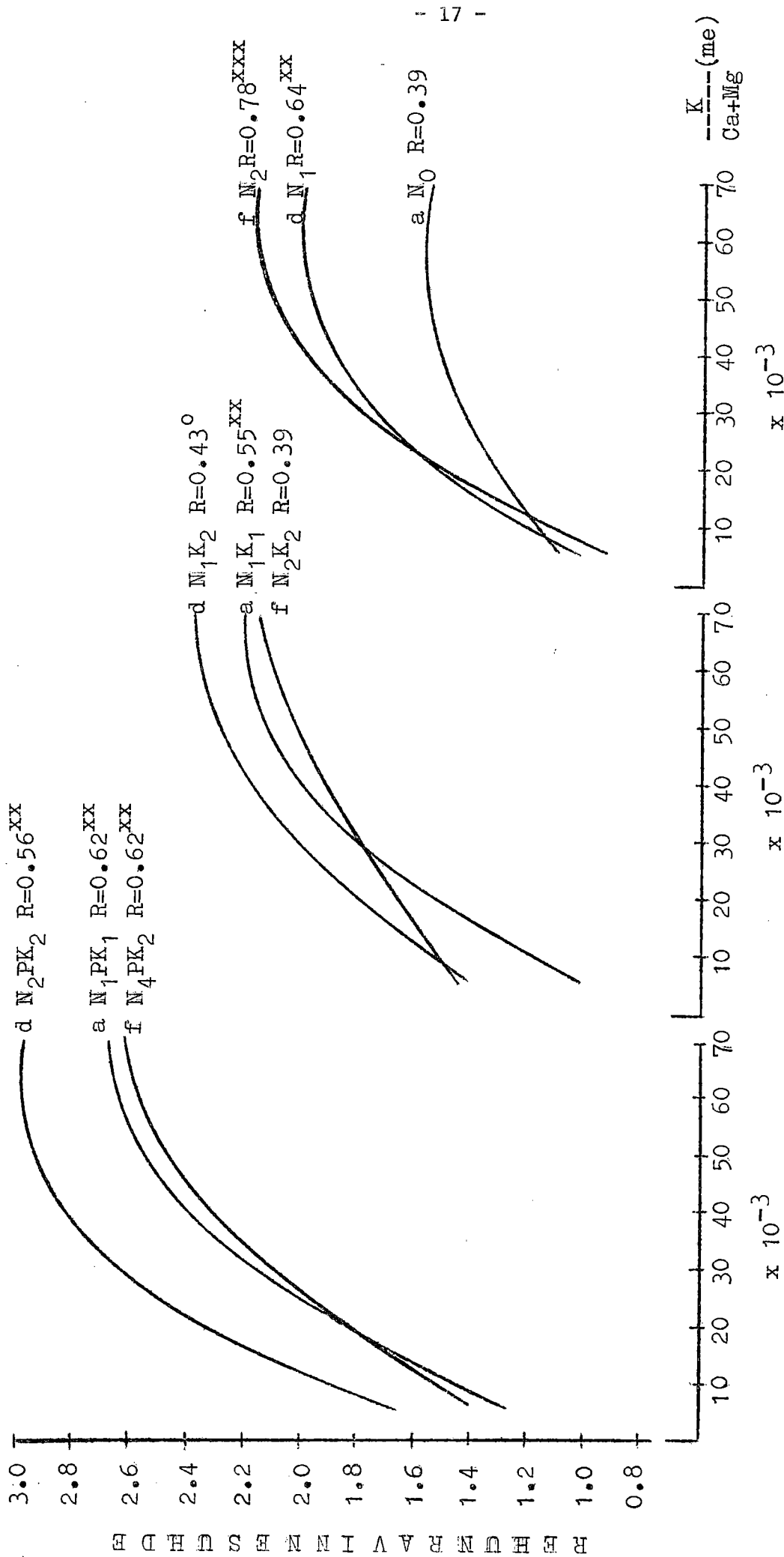
Kuva 4. Typpilannoituksen ja maaperän ravinnehuhteen vaikutus rehun ravinnetasapainoon 50 kg:n K-tasolla.

$\frac{K}{Ca+Mg}$  (me)

I S A T O

II S A T O

III S A T O



Kuva 5. Typpi-kalilannoituksen ja maaperän ravinnesuhteen vaikutus rehun ravinnetasapainoon.

## TIIVISTELMÄ

Tuorerehun ravinnesuhteesta  $\frac{K}{Ca + Mg}$  (me) on voitu todeta, että sen arvo on heinäkasvivaltaisilla nurmilla I sadossa korkea. Se ylittää ne ohjearvot, jotka rehulla pitäisi olla, jotta se tyydyttäisi karjan kivennäistarpeen. Toisessa sadossa suhde on selvästi matalampi ja tällöin laidunkouristusten esiintyminen onkin huomattavasti harvinaisempaa kuin kevätsadon syöttämisen aikana. Kolmannessa sadossa suhde on alhaisin.

Kalilannoituksen lisääminen kohottaa suhteen arvoa. Typpilannoituksen lisääminen saattaa vaikuttaa joko positiivisesti tai negatiivisesti riippuen lähinnä kasvualustan ominaisuuksista ja typpilajista.

Kasvualustan viljavuus vaikuttaa ratkaisevasti rehun kivennäisainetasapainoon. Jos maan kaliumin suhde kalsiumiin ja magnesiumiin on alhainen, muodostuu rehun ravinnesuhde hyväksi. Tällaisessa tapauksessa ei keväällä suoritetulla kalilannoituksella ole niin suurta negatiivista vaikutusta, etteikö kalilannoitusta voitaisi keväällä suorittaa. Jos sen sijaan maan ravinnesuhde ei ole tasapainossa, kohoaa rehunkin suhde helposti varsin korkeaksi. Tällaisissa tapauksissa kalilannoitustason kohottaminen saattaa olla kyseenalaista jopa toisenkin sadon kohdalla. Yleensä kuitenkin tuorerehu- ja laidunnurmien kalilannoitus voitaneen suositella tehtäväksi toisen ja kolmannen sadon lannoituksen yhteydessä.

KIRJALLISUUTTA

- ANDERSEN, J.L. & SCHJELDERUP, J. 1973. Gjødsling til eng i Troms og Finnmark. Summary: Fertilizing to leys in Troms and Finnmark. Forskning og forsøk i landbruket 24, 1: 89-125.
- ELONEN, P., AHO, L. & KOIVISTOINEN, P. 1972. Influence of irrigation and nitrogen fertilization on the amino acid composition of spring wheat. Selostus: Sadetuksen ja typpilannoituksen vaikutus kevätvehnän aminohappokoostumukseen. J. Sci. Agric. Soc. Finland 44, 1: 56-62.
- KEMP, A. & THART, M.L. 1957. Grass tetany in grazing milking cows. Neth. J. Agric. Sci. 5, 1: 4-17.
- MÄNTYLÄHTI, V. & MARJANEN, H. 1971. Tuorerehunurmen lannoitus. Summary: Fertilization of leys for silage. Ann. Agric. Fenn. 10, 4: 153-173.
- SALONEN, M. & TAINIO, A. 1961. Kalilannoitusta koskevia tutkimuksia. Selostus: kiinteillä koekentillä vuosina 1932-59 suorite-  
tuista eri kalimäärien kokeissa saaduista tuloksista. Valt. Maa-  
tal. koetoin. Julk. 164: 1-104.
- STEEN, E. 1969. Aminosyror i vallväxter. Svensk valltidskrift 8, 6: 188-190.

