

**MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**

**TIEDOTE**

**3/92**

**LEILA URVAS**

**Kalium-, mangaani- ja sinkkilannoituksen vaikutus  
timotein ravinnepitoisuuteen Pohjois-Suomen suonurmilla**

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE 3/92

LEILA URVAS

Kalium-, mangaani- ja sinkkilannoituksen vaikutus  
timotein ravinnepitoisuuteen Pohjois-Suomen suonurmilla

Maatalouden tutkimuskeskus

Ympäristöntutkimuslaitos

31600 Jokioinen

(916) 1881

ISSN 0359-7652

## SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ .....	2
JOHDANTO .....	3
AINEISTO JA KOESUUNNITELMAT .....	5
TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU .....	8
Kaliumlannoituksen vaikutus timotein kaliumpitoisuuteen ....	8
Mangaanilannoituksen vaikutus timotein mangaanipitoisuuteen.	10
Sinkkilannoituksen vaikutus timotein sinkkipitoisuuteen ....	12
Maiden ravinnetaso kokeiden jälkeen .....	14
Kaliumlannoituksen vaikutus maan kaliumpitoisuuteen .....	15
Mangaanilannoituksen vaikutus maan mangaanipitoisuuteen ....	16
Sinkkilannoituksen vaikutus maan sinkkipitoisuuteen .....	18
KIRJALLISUUS .....	22

## TIIVISTELMÄ

Timotein huonon viihtymisen selvittämiseksi perustettiin keväällä 1984 Lappiin maanviljelijöiden suopelloille mangaani- ja sinkkilannoituskokeita. Kokeiden peruslannoituksena oli 500 kg/ha typpirikasta Y-lannosta, joka eri ravinteiksi laskettuna merkitsee 180 kg/ha typpeä, 30 kg/ha fosforia ja 120 kg/ha kaliumia vuodessa (kaliumtaso  $K_1$ ).  $K_2$ -ruuduille annettiin peruslannoituksen lisäksi 120 kg/ha kaliumia kalisuolana eli yhteensä 240 kg/ha vuodessa. Sinkki (11,5 kg/ha) ja mangaani- (13 kg/ha) lannoitus annettiin koeruuduille ensimmäisen koevuoden keväällä sekä kloridina että sulfaattina.

Typpirikasta Y-lannosta saaneilla ruuduilla ( $K_1$ ) timotein kaliumpitoisuus oli vuosina 1984, -85 ja -86 keskimäärin 25,9, 31,0 ja 24,8 g/kg kuiva-ainetta. Maan kaliumpitoisuus oli laskenut yhdellä viljavuusluokalla. Kaliumlisän saaneilla ruuduilla ( $K_2$ ) timotein kaliumpitoisuudet olivat 28,9, 37,0 ja 31,9 g/kg ja maan kaliumtaso oli noussut yhden viljavuusluokan verran.

Mangaanilannoitus nosti timotein mangaanipitoisuutta selvästi kaikina koevuosina. Pelkällä typpirikkaalla Y-lannoksella kasvatetun timotein mangaanipitoisuus vaihteli 31,4:stä 96,9:een mg/kg ja peruslannoituksen lisäksi mangaanilannoituksen saaneilla 44,8:sta 163,1:een mg/kg kuiva-ainetta. Kolmen satokauden jälkeen mangaanilla lannoitettujen koeruutujen turpeissa oli vielä jäljellä mangaania, mutta ero lannoittamattomiin oli merkitsevä vain Ranuan kentällä.

Sinkkilannoitus nosti timotein sinkkipitoisuutta kaksin- ja kolminkertaiseksi. Timotein sinkkipitoisuudet olivat eri vuosina 36,3-78,9 mg/kg sinkkilannoitetuilla ruuduilla ja 17,5-27,9 mg/kg pelkän Y-lannoksen saaneilla ruuduilla. Maassa oli sinkkiä lannoitetuilla ruuduilla kolmen satokauden jälkeen runsaasti. Maan sinkkiluvut olivat niissä 6,0-7,9 mg/l eli viljavuusluokka oli hyvä. Nollaruuduilla vastaavat sinkkiluvut olivat 0,6-2,3 mg/l.

Lannoitelajien vaikutus timotein hivenainepitoisuuksiin vaihteli. Mangaanikloridi nosti timotein mangaanipitoisuutta enemmän kuin mangaanisulfaatti. Ero oli selvin Rovaniemen kentällä. Sinkkilannoitteena sinkkisulfaatti oli sinkkikloridia vaikuttavampi molemmilla kentillä.

## JOHDANTO

Lapin turvepelloilta 1970-luvulla tehtyjen havaintojen mukaan timotei kasvoi hyvin soista raivatuilla uudispelloilla, mutta heikommin vanhoilla, kauan viljelyksessä olleilla suopelloilla. Syitä huonoon talvehtimiseen ja heikkoon kasvuun arveltiin olevan monenlaisia alkuperäisestä suotyypistä ja huonosta ojituksesta lähtien väärin lannoitus- ja viljelymenetelmiin asti. Lapin maatalouskeskuksen ehdotuksesta Maatalouden tutkimuskeskuksen maantutkimusosasto keräsi syksyllä 1982 Lapin ja Kainuun maatalouskeskusten valitsemien viljelijöiden heinäpelloilta 62 turvenäytettä. Kaikilla näillä tiloilla harjoitettiin voimaperäistä karjataloutta ja käytettiin lannoitteita 200-1300 kg/ha. Heinästä suurin osa, myös suopelloilta, korjattiin säilörehuksi.

Lapin maatalouskeskuksen ongelpelloilta otetuissa turpeissa kaliumlukujen keskiarvo oli 41 mg/l eli viljavuusluokka huononlainen (URVAS 1983). Joka toisessa turpeessa oli mangaania alle 9 mg/l eli liian vähän. Myös sinkkipitoisuuksista yksi kolmasosa oli alle normaaliarvojen (1-6 mg/l).

Maanviljelijöille suositellaan sellaisia lannoitteiden käyttömääriä, että peltojen ravinteisuustaso kohoa viljavuusluokkaan tyydyttävä. Eloperäsillä mailla tämä merkitsee kaliumin kohdalla 100-200 mg kaliumia litrassa maata. Suosituksesta huolimatta Viljavuuspalvelun vuosien 1981-85 tilastoissa koko maan eri turvelajien keskimääräiset kaliumpitoisuudet vaihtelivat 51-66 mg/l ja Lapin maatalouskeskuksen alueella 43-52 mg/l (KÄHÄRI ym. 1987). Vuosina 1976-80 tilanne oli hieman parempi, vaihtelu turvelajeittain 49-112 mg K/l (KURKI 1982). Tämä turpeiden kaliumpitoisuuksien aleneminen on osoitus runsaasta typen käytöstä säilörehunurmilla, sillä tutkimusten mukaan liiallinen typpilannoitus ryöstää kaliumia maasta.

Koko maata käsittävässä timotein ja maan ravinteita inventoivassa tutkimuksessa vuodelta 1974 (298 näytettä) turpeiden keskimääräinen kaliumluku oli 71 mg/l eli viljavuusluokka välttävä (SIPPOLA ja TARES). Samoissa turpeissa oli mangaania 34 mg/l (ei pH-korjattu) ja sinkkiä 4,6 mg/l.

Savimailla kasvaneen timotein kaliumpitoisuus oli 1970-luvulla 27 g/kg kuiva-ainetta ja saraturpeella kasvaneen vain 22 g/kg (KÄHÄRI ja NISSINEN 1978). Keväällä 1983 Lappiin 33 viljelijän pellolle perustetulla havaintoruudulla saatiin timotein kaliumpitoisuus nousemaan 34 g:aan/kg, kun viljelijöiden normaalilannoituksen lisäksi annettiin 200 kg kaliumia/ha. Viljelijöiden pelloilla timotein keskimääräinen kaliumpitoisuus oli normaalilannoituksella 26 g/kg (SOINI ja URVAS 1984).

Samoissa kokeissa 0,55 kg/ha sinkkiä nosti ensimmäisenä kesänä timotein sinkkipitoisuutta 25,6:sta 36,1 milligrammaan kilossa kuiva-ainetta (URVAS 1986).

Koko maata käsittävässä aineistossa saraturvemaalla kasvaneen timotein sinkkipitoisuus oli 31,4 mg/kg, savimailla kasvaneen vähän alhaisempi ja moreeneilla kasvaneen jopa 36,2 mg/kg (KÄHÄRI ja NISSINEN 1978). Verrattaessa eri maalajeilla kasvaneen timotein mangaanipitoisuuksia toisiinsa niiden on todettu olevan korkeimpia elope-räisillä mailla kasvaneessa timoteissa, saraturvemailla 85,3 ja multamailla kasvaneissa 84,6 mg/kg (KÄHÄRI ja NISSINEN 1978). Savimaiden timoteilla mangaanipitoisuus oli 58 mg/kg.

Koko maata käsittävään timotein ja maan ravinteita koskevaan tutkimukseen (SIPPOLA ja TARES 1978, KÄHÄRI ja NISSINEN 1978) sekä Lapin maatalouskeskuksen valitsemilta turvepelloilta saatuihin tuloksiin perustuen suunniteltiin kenttäkokeet, joiden tarkoituksena oli selvittää mangaanikloridin ja -sulfaatin vaikutusta timotein mangaanipitoisuuksiin samoin kuin sinkkikloridin ja -sulfaatin vaikutusta timotein sinkkipitoisuuteen. Koska turpeissa oli myös kaliumia vähän, yhdistettiin kokeeseen kaksi kaliumtasoa ja tarkoitus oli selvittää kaliumin vaikutusta timotein kaliumpitoisuuteen ja muihin ravinnepitoisuuksiin. Alkuperäissuunnitelmassa piti tutkia myös rikkilannoituksen vaikutusta, mutta kun käytetty Y-lannos sisälsi myös rikkiä, ei toivottuja eroja löytynyt.

## AINEISTO JA KOESUUNNITELMAT

Kenttäkokeet perustettiin keväällä 1984 yhdelletoista tilalle Lapin läänin ns. ongelmapelloille sekä lisäksi Kainuun tutkimusasemalle. Kainuun kokeen tulokset on julkaistu aiemmin (URVAS ja ANISZEWSKI 1987). Koekentät sijoitettiin viljelijöiden suopelloille joko toisen tai kolmannen vuoden nurmelle. Yhden kentän koko oli kahdeksan aaria. Kerranteita oli neljä.

Kenttäkokeiden peruslannoitteena vuosina 1984-86 oli Oulun typpirikas Y-lannos, jota annettiin koko kentälle ensimmäisen kerran keväällä 500 kg/ha ja toisen kerran ensimmäisen säilörehun teon jälkeen. Eri ravinteiksi laskettuna peruslannoitus oli 180 kg/ha typpeä, 30 kg/ha fosforia ja 120 kg/ha kaliumia vuodessa.

Kaliumtasoja oli kaksi. Peruslannoituksen saaneiden ruutujen ( $K_1$ ) kaliumtaso oli edellä mainittu 120 kg/ha ja  $K_2$ -ruuduille annettiin peruslannoituksen lisäksi 120 kg/ha kaliumia kalisuolana eli niiden saama kaliumlannoitus oli 240 kg/ha. Kaliumlannoitus oli pääruutuna kaikissa kenttäkokeissa.

Hivenlannoitus annettiin kentille kokeen alussa kesällä 1984. Osaruudussa käytettyjä hivenlannoitteita oli kaksi eri yhdistelmää, 1) mangaani- ja rikkikoe ja 2) sinkki- ja rikkikoe. Koejäsenet olivat ensimmäisessä koemallissa:

1) $NPK_1$	$NPK_2$
$NPK_1 + Mn$	$NPK_2 + Mn$
$NPK_1 + S$	$NPK_2 + S$
$NPK_1 + Mn + S$	$NPK_2 + Mn + S$

Mangaania annettiin 13 kg/ha joko mangaanikloridina ( $MnCl_2$ ) tai mangaanisulfaattina ( $MnSO_4$ ). Toisen koemallin koejäsenet olivat:

2) $NPK_1$	$NPK_2$
$NPK_1 + Zn$	$NPK_2 + Zn$
$NPK_1 + S$	$NPK_2 + S$
$NPK_1 + Zn + S$	$NPK_2 + Zn + S$

Sinkkiä annettiin 11,5 kg/ha joko sinkkikloridina ( $ZnCl_2$ ) tai sinkkisulfaattina ( $ZnSO_4$ ). Pelkkä rikki annettiin natriumsulfaattina ( $Na_2SO_4$ ). Kokeen aikana ilmeni, että uusittuun Y-lannokseen oli lisätty rikkiä, joten erillisellä rikkilannoituksella ei saatu eroja esille. Tämän vuoksi tulosten käsittelyssä pelkän rikkilannoituksen saaneet ruudut on jätetty pois.

Kaikki koekentät olivat maalajiltaan saraturvetta. Ennen kokeiden perustamista keväällä 1984 jokaiselta kentältä otettiin neljä maanäytettä, yksi kultakin kerranteelta. Maanäyte koostui viidestä osanäytteestä. Pellon ja Kittilän tilojen pelloilla pH oli yli 5,6 eli viljavuusluokka hyvä (Taulukko 1). Samojen tilojen kalsiumtaso oli tyydyttävä ja magnesiumia oli riittävästi. Kaikilla koekentillä oli fosforia runsaasti (viljavuusluokka tyydyttävä tai hyvä, Pellossa jopa korkea) ja kaliumia niukasti. Hivenaineista mangaania ja sinkkiä oli vähän, viljavuusluokka yhtä lukuun ottamatta huono tai huonolainen (Taulukko 2). Kuparipitoisuus oli alhainen vain Sallassa ja Kittilässä, muualla lienee annettu kuparilannoitetta pelloille. Koekenttien turpeiden rikkitaso oli viljavuusluokkaa tyydyttävä muualla paitsi Sallassa.

**Taulukko 1. Keväällä 1984 ennen lannoitusta koekentiltä otettujen turvenäytteiden viljavuuslukujen keskiarvot (mg/l maata).**

Koepaikka	Happamuus pH	Johto- luku	Kalsium	Kalium mg/l maata	Magnesium	Fosfori
<b>Mangaanilannoituskokeet</b>						
Pello	5,7	1,7	1650	52	500	47,0
Rova- niemi mlk	5,5	1,3	1388	72	479	17,7
Ranua	4,8	1,3	662	59	121	14,0
<b>Sinkkilannoituskokeet</b>						
Salla	4,6	1,0	500	24	99	13,4
Kittilä	5,6	1,4	2338	48	210	16,8



Kokeen päätyttyä syksyllä 1986 otettiin maanäytteet kaikilta osaruuduilta eli 32 näytettä jokaiselta koekentältä. Turpeista analysoitiin pääravinteet (VUORINEN ja MÄKITIE 1955) ja hivenravinteet (LAKANEN ja ERVIÖ 1971).

Timoteinäytteet otettiin kolmena kesänä juuri ennen ensimmäistä säilörehun tekoa. Jokaiselta kentältä otettiin 32 timoteinäytettä. Heinät kuivattiin ja jauhettiin ja niistä määritettiin pää- ja hivenravinteet tavanomaisten menetelmien mukaan (ANON. 1986).

Koeruutujen satomääriä ei punnittu. Timoteinäytteiden ottamisen jälkeen isännät tekivät koekentän säilörehuksi samanaikaisesti ympäröivän nurmen kanssa.

Sekä kasvi- että maa-analyysien tuloksista on laskettu varianssi-analyysit sekä Tukeyn taulukkojen mukaan merkitsevä ero (HSD,  $p = 0,05$ ).

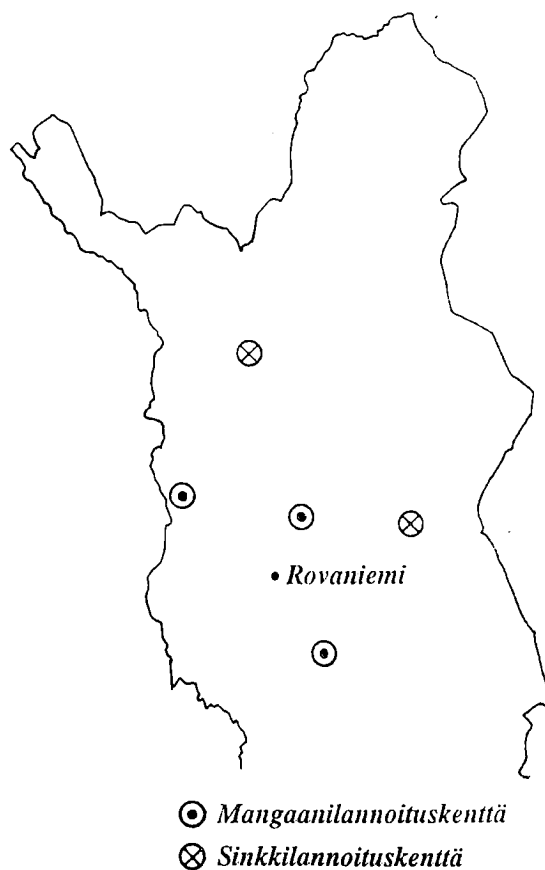
**Taulukko 2. Keväällä 1984 ennen lannoitusta koekentiltä otettujen turvenäytteiden hivenravinneanalyysien tulosten keskiarvot (mg/l).**

Koepaikka	Mangaani		Rauta	Kupari	Sinkki	Molybleeni	Rikki
	1)	2)					
	mg/l maata						
<b>Mangaanilannoituskokeet</b>							
Pello	3,2	2,6	730	5,31	0,92	0,008	22,2
Rova- niemi mlk	6,4	6,4	1068	10,68	1,62	0,142	21,7
Ranua	8,8	24,6	1333	4,52	6,83	0,032	19,6
<b>Sinkkilannoituskokeet</b>							
Salla	1,0	4,0	552	0,78	0,37	0,031	12,1
Kittilä	7,8	6,2	306	1,24	0,67	0,004	40,3

1) Hapan ammoniumasetaatti-EDTA:han uuttuva

2) pH-(H<sub>2</sub>O)-korjattu

Seuraavassa esitetään tulokset kolmelta mangaanilannoituskoekentältä Pellosta, Rovaniemen maalaiskunnasta ja Ranualta sekä kahdelta sinkkilannoituskentältä, jotka olivat Sallassa ja Kittilässä (Kuva 1).



Kuva 1. Koekenttien sijainti

## TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

### Kaliumlannoituksen vaikutus timotein kaliumpitoisuuteen

Normaalisti lannoitetuilla koeruuduilla ( $K_1$ ) timotein kaliumpitoisuudet olivat ensimmäisenä koevuotena keskimäärin 25,4 g/kg kuivaainetta (Taulukko 3). Kokeen aloittamista edeltävänä vuotena 1983 33 viljelijän pelloilta kerättyjen timoteinäytteiden kaliumpitoisuus

oli yhtä suuri eli 26,4 g/kg (SOINI ja URVAS 1984). Koko maata käsittävässä aineistossa saraturpeella kasvaneen timotein kaliumpitoisuus oli hivenen alhaisempi eli 22 g/kg, kun kivennäismailla kasvaneilla keskimääräinen kaliumpitoisuus vaihteli 23-27 g/kg (KÄHÄRI ja NISSINEN).

Toisena koevuotena timotein kaliumpitoisuudet  $K_1$ -ruuduilla olivat keskimäärin (29,7 g/kg) korkeampia kuin vuonna 1984. Kolmantena vuonna oli havaittavissa selvä lasku keskiarvon ollessa 24,4 g/kg.

**Taulukko 3. Timotein kaliumpitoisuudet (g/kg kuiva-ainetta) mangaani ja sinkkilannoituskokeiden eri kaliumtasoilla ( $K_1=120\text{kg K/ha}$ ,  $K_2=240\text{kg K/ha}$ ).**

Koepaikka	Vuosi	$K_1$	$K_2$	HSD, $p=0,05$
<b>Mangaanilannoituskokeet</b>				
Pello	1984	28,0	32,6	4,3
	1985	30,8	41,5	7,6
	1986	23,4	31,5	3,0
Rovaniemi mlk	1984	23,9	28,6	4,5
	1985	30,8	35,5	3,6
	1986	17,9	27,8	1,5
Ranua	1984	23,2	29,0	2,1
	1985	27,5	37,0	6,4
	1986	24,1	30,8	4,1
<b>Sinkkilannoituskokeet</b>				
Salla	1984	25,5	29,0	6,3
	1985	31,8	31,9	7,4
	1986	36,0	37,1	6,3
Kittilä	1984	26,4	30,3	2,1
	1985	27,8	35,4	5,8
	1986	20,5	28,5	3,3

Ylimääräisen kaliumlannoituksen ( $K_2$ -ruudut) vaikutus ensimmäisenä vuonna oli selvin Rovaniemen ja Ranuan koekentillä, missä timotein kaliumpitoisuus nousi yli 20:llä prosentilla (Taulukko 3). Toisena

vuonna kaliumpitoisuuksien ero eri kaliumtasoilla oli suurin (35 %) Pellon ja Ranuan koekentillä. Kolmantena vuonna koejäsenten ( $K_1$  ja  $K_2$ ) ero vain kasvoi. Mangaanilannoituskokeiden timoteissa runsaan kaliumlannoituksen saaneilla koejäsenillä kaliumpitoisuus oli 39 prosenttia suurempi kuin normaalilannoituksen saaneilla ruuduilla. Sinkkikokeissa Kittilän kentällä kaliumlannoituksen vaikutus näkyi timotein pitoisuuksissa selvinä eroina (Taulukko 3). Sallan kentän tuloksiin on vaikuttanut isännän antama toisen niiton jälkeinen lannoitus. Erot koekentällä siellä olivat selvimmät ensimmäisenä vuonna, koska maan kaliumpitoisuus oli alhainen.

Kotieläinten ruokinnassa suositellaan heinän kaliumpitoisuudeksi korkeintaan 30 g/kg eli 3 prosenttia kaliumia timotein kuiva-aineesta (SALO ym. 1982). Normaalisti lannoitetuilla koeruuduilla timotein kaliumpitoisuus jäi yleensä alle 30 gramman kilossa, mutta 240 kg/ha kaliumia saaneilla koeruuduilla ( $K_2$ ) timotein kaliumpitoisuus ylitti toisena ja kolmantena kesänä suositusrajan. Sen tähden heinän kaliumpitoisuutta ei pidä korjata ylisuurella kaliumlannoituksella, vaan lannoituksen tulisi olla tasapainoista maan alhaisesta kaliumpitoisuudesta huolimatta.

Kaliumin lannoitustasojen ero näkyi myös timotein magnesiumpitoisuuksissa. Ne olivat alhaisempia  $K_2$ -ruutujen timoteissa kuin  $K_1$ -ruuduilla kasvaneissa. Erot olivat suurimmat toisen ja kolmannen vuoden timoteissa Ranuan ja Rovaniemen maalaiskunnan kentillä.

#### **Mangaanilannoituksen vaikutus timotein mangaanipitoisuuteen**

Normaalilannoituksen saaneilla (NPK) koeruuduilla timotein mangaanipitoisuudet vaihtelivat eri tiloilla 31,4:stä 68,6:ään mg/kg kuiva-ainetta (Taulukko 4). Koekentät sijaitsivat mangaanipuutosalueilla (viljavuusluokat huono, huononlainen ja välttävä). Tämä selittää niiden alhaisen pitoisuuden verrattuna esimerkiksi Suomen Akatemian tutkimuksiin, joissa saraturpeella kasvaneissa timoteissa oli mangaania keskimäärin 85,3 mg/kg (KÄHÄRI ja NISSINEN 1978). Tosin muilla maalajeilla kasvaneen timotein mangaanipitoisuudet olivat alhaisempia alkaen hiesulla kasvaneen timotein 56,1:stä Mn mg/kg.

Mangaanilannoitus - sekä kloridina että sulfaattina annettu - nosti timotein mangaanipitoisuutta huomattavasti eli 12-145 %. Korkein timotein mangaanipitoisuus 163,1 mg/l kuiva-ainetta löytyi Ranuan kentän ensimmäisen kesän heinästä ruudulta, joka oli saanut mangaanisulfaattia. Selvimmät erot lannoittamattomien ja lannoitettujen ruutujen välillä olivat kaikkina vuosina Ranualla. Mangaanilannoituksen hyvä vaikutus juuri tällä kentällä johtui ilmeisesti turpeen alhaisesta pH:sta (4,8). Rovaniemen maalaiskunnan kentällä lannoituksen saaneiden ruutujen timotein mangaanipitoisuus vaihteli 53,9-99,9 mg/kg ja Pellon kentällä, missä turpeen pH oli korkein (5,7), timoteissa oli mangaania 44,9-75,1 mg/kg eli vähiten.

**Taulukko 4. Timotein mangaanipitoisuudet (mg/kg kuiva-ainetta) mangaanilannoituskokeen koejäsenillä.**

Koepaikka	Vuosi	NPK	NPK +MnCl <sub>2</sub>	NPK MnSO <sub>4</sub>	HSD, p=0,05
Pello	1984	44,5	75,1	72,8	27,5
	1985	31,4	44,9	45,5	18,5
	1986	40,1	48,6	44,8	8,2
Rova- niemi mlk	1984	46,5	99,9	91,0	35,8
	1985	68,6	96,0	81,1	30,0
	1986	44,0	67,7	54,9	16,6
Ranua	1984	66,6	147,3	163,1	90,2
	1985	45,6	100,6	91,1	34,8
	1986	42,4	57,3	65,3	18,1

Eräessä toisessa kokeessa Maatalouden tutkimuskeskuksen tutkimussemilla kasvatettaessa lähinnä kivennäismailla eri kasveja oli säilörehun ensimmäisen niiton timotein mangaanipitoisuus keskimäärin 69 mg/kg, toisen niiton 113 ja odelman 128 mg/kg tavanomaisella NPK-lannoituksella (SILLANPÄÄ 1982). JAAKKOLAN ja VOGTIN (1978) kokeissa vaihteli heinä mangaanipitoisuus 30-136 mg/kg. Näihin lukuihin verrattuna Lapin kenttäkokeissa vain Ranuan ensimmäisen vuoden timotein mangaanipitoisuudet olivat korkeita.

Pellon, Rovaniemen ja Ranuan kenttien tuloksista näkyy, kuinka mangaanilannoituksen vaikutus timotein mangaanipitoisuuteen vähenee vuosi vuodelta, mutta vielä kolmantenakin kesänä eroja oli ilman mangaanilannoitusta kasvaneeseen timoteihin. Lannoitelajien erot olivat pieniä, mutta Pellon ja Rovaniemen maalaiskunnan kentillä mangaanikloridi nosti mangaanipitoisuutta enemmän kuin mangaanisolfaatti.

### Sinkkilannoituksen vaikutus timotein sinkkipitoisuuteen

Sallan ja Kittilän koekentät olivat turvetta, jossa sinkkiä oli todella vähän. Pelkällä Y-lannoksella sekä K<sub>1</sub>- että K<sub>2</sub>-tasoilla kasvatetuissa timoteissa oli sinkkiä vain 17,5-23,0 mg/kg (Taulukko 5). Sinkkilannoituksella timotein sinkkipitoisuus pystyttiin nostamaan molemmilla kentillä kaksin- tai kolminkertaiseksi.

Taulukko 5. Timotein sinkkipitoisuudet (mg/kg kuiva-ainetta) sinkkilannoituskokeen eri koejäsenillä.

Koepaikka	Vuosi	NPK	NPK +ZnCl <sub>2</sub>	NPK +ZnSO <sub>4</sub>	HSD, p=0,05
Salla	1984	19,8	60,1	78,9	34,3
	1985	17,5	36,3	66,1	13,1
	1986	21,6	48,3	78,9	20,1
Kittilä	1984	22,2	57,2	68,5	30,6
	1985	20,9	54,4	63,6	15,8
	1986	23,0	46,8	57,2	20,6

Muualta maasta maanviljelijöiden pelloilta kerättyjen timoteinäytteiden sinkkipitoisuudet vaihtelivat maalajista riippuen 28,8-39,8 milligramman välillä kilogrammassa kuiva-ainetta (KÄHÄRI ja NISSINEN 1978). Myös timotein kasvuvaiheella on merkitystä sen sinkkipitoisuuteen. Tutkimusasemilla kasvaneissa timoteissa, jotka otettiin säilörehun ensimmäisestä niitosta, oli timotein sinkkipitoisuus 29 mg/kg ja odelmassa 32 mg/kg (SILLANPÄÄ 1982).

Sinkkisulfaatin vaikutus oli tehokkaampi kuin sinkkikloridin kaikkina vuosina kummallakin koepaikalla. Verrattaessa timotein sinkkipitoisuuksia eri kaliumlannoitustasoilla ne olivat korkeimmat sinkkisulfaattia saaneilla  $K_2$ -ruuduilla. Sinkkikloridin vaikutus timotein sinkkipitoisuuteen oli samaa suuruusluokkaa molemmilla kaliumlannoitustasoilla.

Koetta aloitettaessa pintalannoituksena annetun sinkin vaikutus kestänee vuosia, koska kolmannen vuoden timoteissa ero lannoittamattomaan koejäseneseen oli edelleen merkitsevä. Sinkkilannoituksen vaikutus näyttää siis olevan pitkäaikainen. Samanlaisia tuloksia on saatu aikaisemminkin tutkittaessa Pohjois-Suomen nurmia (KASEVA ja SOINI 1981). Sinkkilannoitus vaikuttaa heinän sinkkipitoisuuteen jo vähäisilläkin määrillä. JAAKKOLAN ja VOGTIN (1978) kokeissa seoslannoksessa oli sinkkiä 1,75 kg/ha ja URVAKSEN (1986) astiakokeissa 1,7 ja 3,4 kg/ha. Molemmissa timotein sinkkipitoisuus nousi selvästi ja kenttäkokeissa eroja oli vielä kolmannen vuoden heinien pitoisuuksissa.

Sinkki ja kupari ovat toistensa antagonisteja, mikä merkitsee sitä, että kun maassa on jompaa kumpaa näistä aineista runsaasti, niin se aiheuttaa kasveille toisen aineen puutteen. Pohjois-Suomen heinämaiden sinkinpuutos on todennäköisesti paljolti aiheutettu runsaalla kuparilannoituksella (URVAS 1986). Näillä koekentillä sinkkilannoitus puolestaan alensi timotein kuparipitoisuutta. Sen havaitsee eri ruuduilta saaduista timotein kupari-sinkki-suhteista. Ilman sinkkilannoitusta kasvatetun timotein Cu/Zn-suhteet vaihtelivat Kittilässä eri vuosina 0,18-0,26 ja Sallassa 0,27-0,35. Sinkkilannoitteita saaneilla ruuduilla vastaavat luvut olivat Kittilässä 0,05-0,12 ja Sallassa 0,06-0,15, mikä osoittaa heinän sinkkilukujen nousseen liian korkeiksi. Optimi löytyy näiden lukujen keskiväliltä.

Rehutaulukosta (SALO ym. 1982) laskettuna säilörehuasteisen timotein Cu/Zn-suhde on 0,26 ja kuivanheinän 0,17. Myös ulkomaisissa tutkimuksissa suhdeluvut ovat samaa suuruusluokkaa. Unkarilaisen tutkimuksen mukaan Gramineae-heimon kasveilla Cu/Zn-suhteen tulisi olla 0,20 (TÖLGYESI 1965) ja puolalaisten heinien suhdeluku on 0,16 (SAPEK ja SAPEK 1965). Nollaruutujen Cu/Zn-suhteet olivat ensimmäi-

senä kesänä Kittilässä normaalit, mutta toisena ja kolmantena kesänä suhdeluku jo suureni. Sallassa Cu/Zn-suhteet olivat koko kokeen ajan nollaruuduilla korkeahkot. Sinkkilannoitus oli sen verran raju, että timotein sinkkipitoisuus nousi lannoitetuilla ruuduilla liian suureksi verrattuna timotein kuparipitoisuuteen, joka kuitenkin vastasi rehutaulukon mukaan kuivanheinän, mutta ei säilörehuasteella olevan timotein kuparipitoisuutta. Rehun laadun kannalta kerralla annettava sinkkilannoitus saisi olla tässä kokeessa käytettyä pienempi.

### Maiden ravinnetaso kokeiden jälkeen

Maiden viljavuustaso kenttäkokeen jälkeen oli suunnilleen sama kuin ennen koetta (Taulukot 1 ja 6). Sallan kentälle perustettaessa annettu yksi ylimääräinen kalkitus oli nostanut sekä turpeen pH:ta että sen kalsium- ja magnesiumlukuja. Myös Pellon, Rovaniemen mlk:n ja Kittilän kentillä kalsiumtaso oli noussut yhden viljavuusluokan verran.

Taulukko 6. Viljavuusluvut kokeiden päätyttyä (mg/l maata).

Koepaikka	pH	Kalsium	Magnesium	Fosfori	Rauta
Pello	5,7	2704	773	42	1195
Rovaniemi mlk	5,4	1918	656	22	1604
Ranua	4,8	618	130	11	1720
Salla	4,9	768	206	29	617
Kittilä	5,6	2939	228	17	387
		Mangaani		Sinkki	Kupari
	1)	2)			
Pello	3,6- 6,7	2,9- 5,8		1,3	6,2
Rovaniemi mlk	6,7-11,0	11,0-16,3		1,4	12,5
Ranua	11,2-16,6	30,8-43,5		7,1	4,5
Salla	1,8	4,1		0,6-7,9	5,2
Kittilä	10,5	9,9		2,3-6,3	5,8

1) Hapan ammoniumasetaatti-EDTA:han uuttuva

2) pH-(H<sub>2</sub>O)-korjattu



Mangaanilannoituskokeiden turpeissa oli kuparia riittävästi sekä ennen koetta että sen jälkeen. Sallan ja Kittilän (Zn-koee) kentillä oli ennen koetta alhaiset kuparipitoisuudet, mutta kokeen kestäessä viljelijät levittivät pelloilleen kuparilannoitetta, ja se myös näkyy lopetusnäytteiden kupariluvuissa (5,0 ja 5,5 mg/l), jotka vastaavat viljavuusluokkaa tyydyttävä (2,0-6,0 mg/l).

Mangaanikokeissa turpeiden sinkkiluku oli alhainen muualla paitsi Ranualla. Sinkkikokeissa turpeiden mangaanitaso oli alhainen koko kokeen ajan.

Rautapitoisuus oli Ranuan ja Rovaniemen maalaiskunnan kentällä melko korkea ja muilla kentillä normaali. Rikkiä oli kasvien kannalta riittävästi kaikilla kentillä.

#### **Kaliumlannoituksen vaikutus maan kaliumpitoisuuteen**

Koekenttien kaliумtasot olivat aluksi alhaisia, joko viljavuusluokkaa välttävä, huononlainen tai huono, joten varastokaliumia oli turpeessa vähän. Sadolle ei kuitenkaan 120 kg kaliumia hehtaarille (60+60) riittänyt, vaan kaikissa mangaanilannoituskokeissa sekä Kittilän sinkkikokeessa kaliумtaso oli pudonnut kokeen aikana yhdellä viljavuusluokalla (Taulukko 7). Teoreettisesti timotein kaliumprosenttien perusteella laskien 6000 kg:n kuiva-ainesato olisi ottanut maasta 111-248 kg kaliumia hehtaarilta. Alempi lannoitusmäärä (120 kg/ha) ei näin ollen riittänyt sadolle, vaan maa köyhtyi. Vuosittain 240 kg/ha kaliumia saaneiden ruutujen viljavuusluokka oli Ranuan kentällä pysynyt samana, vaikka kaliumlahu oli sielläkin noussut 59:stä 74:ään. Pellon, Rovaniemen maalaiskunnan ja Kittilän kentillä kaliумtaso parani yhden viljavuusluokan verran. Sallassa kentän kaliумtaso oli aluksi erittäin alhainen (24 mg/l), minkä vuoksi koko kentän saama ylimääräinen kaliumlahu nosti alemman kaliумtason ( $K_1$ ) viljavuusluokkaa kahdella, mutta yhden viljavuusluokan ero säilyi verrattaessa sitä  $K_2$ -ruutujen kaliумtasoon, joka oli noussut viljavuusluokkaan tyydyttävä.

Taulukko 7. Kokeen päätyttyä otettujen maanäytteiden kalium pitoisuuksien keskiarvot (mg/l) molemmilla lannoitustasoilla ( $K_1=120$  kg K/ha/vuosi,  $K_2=240$  kg/ha/vuosi).

Koepaikka	Kaliumtasot		HSD, p=0,05
	$K_1$	$K_2$	
Pello	38	109	54
Rovaniemi mlk	36	113	50
Ranua	42	78	18
Salla	55	90	11
Kittilä	35	57	19

#### Mangaanilannoituksen vaikutus maan mangaanipitoisuuteen

Aikaisemmin esitettiin maan mangaanipitoisuutta kuvaavat luvut hap-  
pan ammoniumasettaatti-EDTA-utteesta saatuna mangaanipitoisuutena  
kerrottuna uuttosuhdetta osoittavalla luvulla eli kymmenellä. Tut-  
kimuksissa on kuitenkin havaittu, että maan pH vaikuttaa mangaanin  
käyttökelpoisuuteen. Nykyään Viljavuuspalvelu käyttää ns. pH-kor-  
jattuja mangaanilukuja (ANON. 1991) ja on tehnyt myös lannoitussuo-  
situkset niiden mukaan. Taulukoissa 2, 6 ja 8 on sekä alkuperäiset  
että pH-korjatut mangaaniluvut. Tilastollisesti suurimmat merkitse-  
vät erot (HSD, p=0,05) on myös laskettu sekä alkuperäisistä että  
pH-korjatuista luvuista. Viljavuusluokista puhuttaessa käytetään  
tässä pH-korjattuja lukuja ja niiden tulkintaa.

Mangaanilannoituskokeita perustettaessa Pellon kentän mangaanitaso  
oli viljavuusluokkaa huono, Rovaniemen viljavuusluokkaa huononlai-  
nen ja Ranuan kentän välttävä (Taulukko 2).

Koekenttien mangaanitasot olivat todella alhaisia, kun niitä verra-  
taan Viljavuuspalvelussa vuosina 1986-88 tehtyihin mangaanimääri-  
tyksiin (KÄHÄRI 1989). Koko maan kaikkien maalajien keskiarvo eri  
vuosina oli 31, 39 ja 35 mg Mn/l. Lapin läänin Maatalouskeskuksen  
alueella vastaavat keskiarvot olivat 57, 47 ja 48 mg/l.

Taulukko 8. Maanäytteiden mangaanipitoisuuksien keskiarvot (mg/l) koejäsenittäin eri tiloilla mangaanikokeen jälkeen.

Koepaikka	Koejäsenet			
	NPK	NPK +MnCl <sub>2</sub>	NPK +MnSO <sub>4</sub>	HSD, p=0,05
Alkuperäiset mangaaniluvut				
Pello	3,56	4,72	6,72	3,2
Rovaniemi mlk	6,74	11,01	10,18	4,7
Ranua	11,24	14,08	16,58	5,4
pH-korjatut maan mangaaniluvut				
Pello	2,87	4,20	5,84	3,4
Rovaniemi mlk	10,99	16,32	11,70	10,2
Ranua	30,84	38,19	43,46	14,1

Myös korjaamattomia alkuperäisarvoja verrattaessa aikaisempiin tutkimuksiin mangaaniluvut olivat alhaisia, sillä Suomen Akatemian aineistossa saraturpeiden keskimääräinen mangaanipitoisuus oli 34 mg/l (SIPPOLA ja TARES 1978).

Kokeen jälkeen mangaanilannoitus näkyi vielä koeruutujen turpeen erilaisina mangaanilukuina. Selvin ero lannoittamattomien ja mangaanilannoituksen saaneiden ruutujen välillä oli Pellon kentällä.

Jos oletamme säilörehunurmen hehtaarisadoksi 6000 kg kuivaainetta, ovat sadot ottaneet nollaruuduilla 188–412 grammaa mangaania vuodessa, mikä merkitsee 564–1235 grammaa kolmessa vuodessa. Mangaanilannoituksen (13 kg/ha) saaneilta ruuduilta satojen ottamat määrät vaihtelivat 269 grammasta noin 979 grammaan vuodessa. Teoriassa lannoitus riittäisi siis vähintään 10 vuodeksi, mutta käytännössä timotein mangaanipitoisuus laskee kolmantena vuotena alkuperäiseen tasoon, silti maa-analyysissä mangaanilannoitus näkyy vielä tällöin erittäin selvänä.

Timotein mangaanipitoisuuden riippuvuus maan mangaanipitoisuudesta mitattuna kolmantena kesänä lannoituksen jälkeen oli merkittävä vain Ranuan ja Kittilän koekentillä (Taulukko 9). Riippuvuus parani hiukan, kun AAAC-EDTA-menetelmällä määritetyt mangaaniluvut korjat-

tiin pH(H<sub>2</sub>O)-kertoimella. Eniten korjaus vaikutti Pellon kentän tuloksiin, jossa korrelaatiokerroin parani 0,29:sta 0,47:een (Kuva 2).

MOHAMMADIn ym.(1991) tekemissä astiakokeissa, joissa koekasvina oli raiheinä, koemaana kivennäismaa ja vertailu tehtiin ensimmäisenä kasvukautena, raiheinän ensimmäisen sadon mangaanipitoisuus ei korreloinut maan AAac-EDTA-mangaanin kanssa ( $r=1,77^{NS}$ ). Kolmannen ja neljännen sadon korrelaatiokertoimet (0,67 ja 0,71) sitä vastoin olivat suurempia kuin Pohjois-Suomen koekentiltä kolmantena kasvukautena saadut. Kyseisissä astiakokeissa pH(H<sub>2</sub>O)-korjauskertoimen käyttö paransi tulosta ensimmäisen sadon osalta, mutta myöhemmin korjatun raiheinän mangaanipitoisuuden riippuvuus maan mangaanipitoisuudesta heikkeni. Tässä tutkimuksessa pH-(H<sub>2</sub>O)- korjaus paransi tulosta muualla paitsi Sallan koekentällä. Kuitenkaan korjauskertoimen käyttö ei turvemailla antanut vakuuttavaa tulosta paremmuudesta (Taulukko 9).

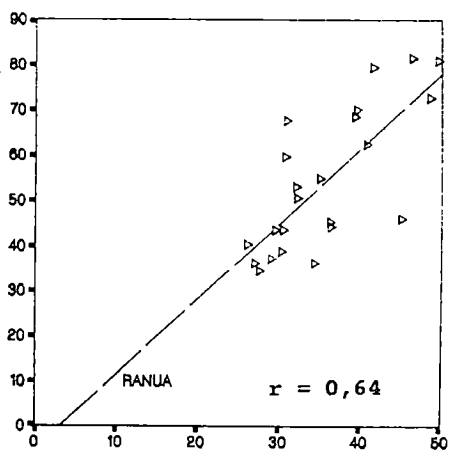
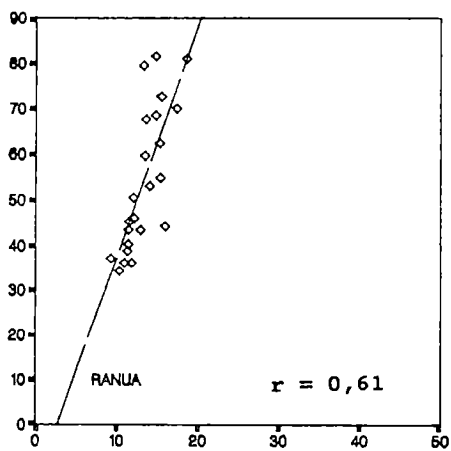
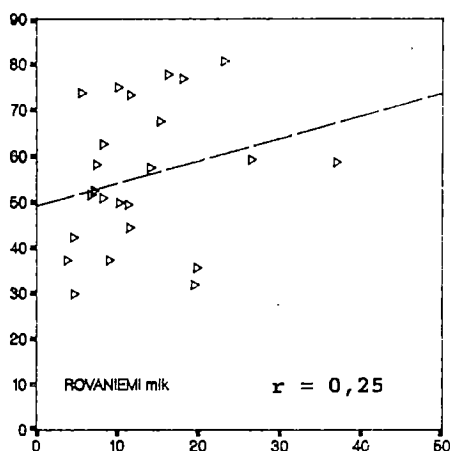
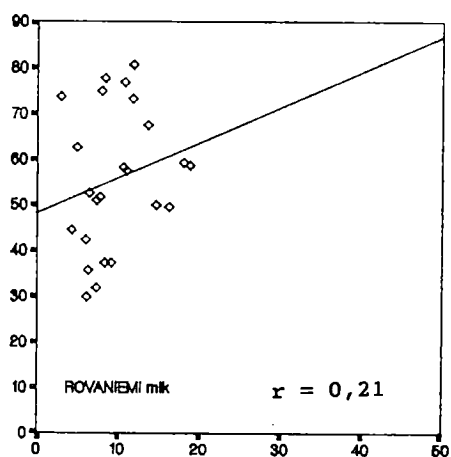
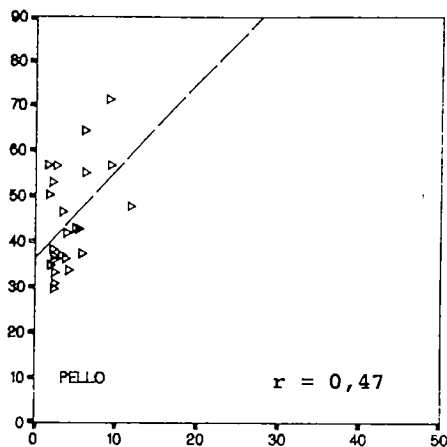
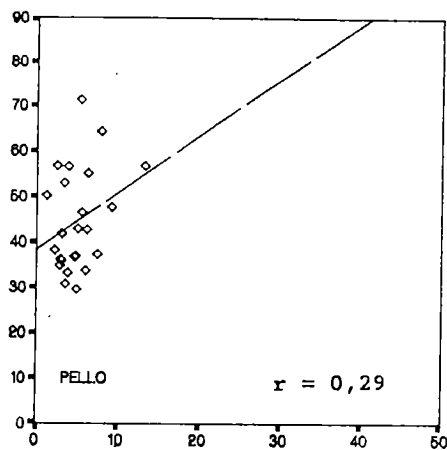
**Taulukko 9. Lineaariset korrelaatiokertoimet timotein ja maan (turve) mangaanipitoisuuksien välillä.**

Maan mangaani- pitoisuus	Koekentät				
	Pello	Rova- niemi	Ranua	Salla	Kittilä
Mn AAac-EDTA	0.29	0.21	0.61 <sup>***</sup>	0.35	0.56 <sup>***</sup>
Mn AAac-EDTA pH(H <sub>2</sub> O) korjattu	0.47 <sup>*</sup>	0.25	0.64 <sup>***</sup>	0.29	0.61 <sup>***</sup>

#### Sinkkilannoituksen vaikutus maan sinkkipitoisuuteen

Molemmilla tiloilla, joille sinkkilannoituskoe perustettiin, oli turvemaassa hyvin vähän sinkkiä (viljavuusluokka huono). Nykyinen suositus tällaiselle maalle rehukasveja viljeltäessä on 15 kg sinkkiä hehtaarille, mikä vastaa 510 kg/ha sinkkilannosta. Kokeessa annettiin ensimmäisenä keväänä 11,5 kg/ha kertaannoksena, mikä vastaa suositusta viljavuusluokkaan huononlainen kuuluville maille.

Timotein mangaanipitoisuus mg/kg



AAac-EDTA-Mn

pH(H<sub>2</sub>O)-korjattu

Maan mangaanipitoisuus mg/l

Kuva 2. Timotein mangaanipitoisuuden riippuvuus maan mangaanipitoisuudesta, vasemmalla AAac-EDTA-menetelmällä määritetty maan Mn-pitoisuus, oikealla pH(H<sub>2</sub>O)-kertoimella korjatut luvut.

Kolmannen vuoden syksyllä otetuissa maanäytteissä sinkkilannoituksen saaneissa ruuduissa oli vielä runsaasti sinkkiä jäljellä (Taulukko 10). Molemmilla kentillä lannoitettujen ruutujen sinkkipitoisuus edusti viljavuusluokkaa hyvä. Sallan kokeessa ero lannoittamattoman ja lannoitetun välillä oli tilastollisestikin erittäin merkittävä. Kittilän kokeessa tulos oli samansuuntainen, mutta ei yhtä vakuuttava. Myös Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalla aikaisemmin sinkkilannoituskokeissa, joiden maassa jo alunperin oli riittävästi sinkkiä, eri lannoitusmäärät kohottivat maan sinkkipitoisuutta moninkertaiseksi (URVAS 1990) sekä turve- että hieta- mailla.

**Taulukko 10. Maanäytteiden sinkkipitoisuuksien keskiarvot (mg/l) koejäsenittäin sinkkikokeen jälkeen.**

Koepaikka	Koejäsenet			
	NPK	NPK +ZnCl <sub>2</sub>	NPK +ZnSO <sub>4</sub>	HSD p=0,05
Salla	0,63	6,96	7,88	4,25
Kittilä	2,34	6,05	6,30	6,61

Teoreettisesti laskettuna esimerkiksi raiheinäsato ottaa vuodessa hehtaarilta 400 grammaa sinkkiä. Jos Sallan kentän hehtaarisadoksi oletettaisiin 6000 kg kuiva-ainetta, kerrottaessa tällä luvulla korkein koeruudulta saatu timotein sinkkipitoisuus 78,9 mg/kg, sadon mukana poistunut sinkkimäärä olisi 473 g hehtaarilta. Näin ajatellen kokeessa käytetty 11,5 kg/ha riittää vuosiksi, vaikka siitä ensin meneekin osa perustason nostamiseen.

Nykyään on saatavissa vähäfosforinen Y-lannos, johon on lisätty 0,3 % sinkkiä samoin kuin NK-lannokseen. Lannoitussuosituksissa näitä lannoitteita suositellaan pääravinnetilanteesta riippuen annettavaksi 220–270 kg/ha, jolloin lannoitteen mukaan tulee peltoon 0,7–2,2 kg sinkkiä hehtaarille. Nämä määrät vastaavat kahden tai jopa viiden vuoden satojen maasta ottamia sinkkimääriä (URVAS 1990).

Kun maan sinkkitaso on viljavuusluokka välttävä tai huononlainen, vähäfosforisen Y-lannoksen tai NK-lannoksen käyttö on paikallaan. Vasta kun sinkkiluku on alle 1 mg/l olisi käytettävä sinkkilannosta (3 % Zn) maan sinkkipitoisuuden nostamiseksi nopeasti.

Vertailtaessa eri sinkkilannoitteiden vaikutusta maahan sinkkikloridia saaneilla ruuduilla oli maan sinkkipitoisuus aavistuksen verran alhaisempi kuin sinkkisulfaatilla lannoitetuilla, mutta ero oli hyvin pieni. Kuitenkin tulokset olivat samansuuntaisia molemmilla kentillä.

## Kirjallisuutta

- ANON. 1986. Methods of soil and plant analysis. Agricultural Research Centre, Department of Soil Science. Jokioinen. 45 p.
- ANON. 1991. Viljavuustutkimuksen tulkinta peltoviljelyssä. Viljavuuspalvelu Oy. 70 p.
- JAAKKOLA, A. & VOGT, P. 1978. Effect of added minerals on mineral contents of various crops I. Acta Agric. Scand. Suppl. 20:53-68.
- KASEVA, J. & SOINI, S. 1981. Pohjois-Suomen nurmituhotutkimuksen koetuloksia vuosina 1976-1979. Maatalouden tutkimuskeskus. Palkalliskoetoimiston tiedote 14: 1-38.
- KURKI, M. 1982. Suomen peltojen viljavuudesta III. Summary: On the fertility of Finnish tilled fields in the light of investigations of soil fertility carried out in the years 1955-1980. Helsinki. 181 p.
- KÄHÄRI, J. 1989. Suomen peltojen viljavuuden kehittyminen vuosina 1986-88. Viljavuuspalvelu 1989. 11 p.
- KÄHÄRI, J., MÄNTYLÄHTI, V. & RANNIKKO, M. 1987. Suomen peltojen viljavuus 1981-85. Summary: Soil Fertility of Finnish Cultivated Soils 1981-85. 105 p.
- KÄHÄRI, J. & NISSINEN, H. 1978. The mineral element contents of timothy (*Phleum pratense* L.) in Finland. I. Acta Agr. Scand. Suppl. 20: 26-39.
- LAKANEN, E. & ERVIÖ, R. 1978. A comparison of eight extractants for the determination of plant available micronutrients in soils. Acta Agr. Fenn. 128: 223-232.
- MOHAMMADI, O., YLI-HALLA, M. & MÄNTYLÄHTI, V. 1991. Determination of plant-available manganese from soils by acid ammonium acetate-EDTA extraction. Selostus: Kasveille käyttökelpoinen mangaanin määrä maasta hapan ammoniumasetatti-EDTA-utolla. J. Agric. Sci. in Finland. Vol 63:2:85-92.
- SAPEK, A. & SAPEK, B. 1984. The mineral composition of grassland vegetation related to the chemical properties of the soils. Proceed. 9th World Fert. Congr. June 11.16. 1984 Budapest, Hungary. Vol: 105-108.
- SILLANPÄÄ, M. 1982. Micronutrients and the nutrient status of soils: a global study Rome. 444 p.
- SIPPOLA, J. & TARES, T. 1978. The soluble content of mineral elements in cultivated Finnish soils. Acta Agr. Scand. Suppl. 20: 11-25.
- SOINI, S. ja URVAS, L. 1984. Timotein kaliumin otto turvemaalla. Koetoim. ja Käyt. Maaseudun Tulevaisuuden liite 25.9.1984.
- TÖLGYESI, GY. 1965. Applicability of newest knowledge on the microelement content of plants in different fields of agricultural sciences. Acta Agronomica Academiae Scientiarum Hungaricae Tomus XIII: 287-301.



URVAS, L. 1983. Pohjois-Suomen suonurmien ravinteet. Koetoim. ja Käyt. Maaseudun Tulevaisuuden liite 20.9.1983.

URVAS, L. 1986. Timotein ( Phleum pratense) sinkkipitoisuus turve-  
mailla. Summary: The zinc content of timothy (Phleum pratense)  
grown on peat soil. Suo 37(1): 7-10.

URVAS, L. 1990. Sinkkilannoituksella pitkäaikainen vaikutus. Koe-  
toim. ja Käyt. 47: 53. Maaseudun Tulevaisuuden liite 23.10.1990.

URVAS, L. & ANISZESWIKI, T. 1987. Kaliumin, mangaanin ja rikin vai-  
kutukset timotein kasvussa turvemaalla. Koetoim. ja Käyt 44: 65. Maa-  
seudun Tulevaisuuden liite 15.12.1987.

VUORINEN, J. & MÄKITIE, O. 1955. The method of soil testing in use  
in Finland. Agrogeol. Publ. 63: 1-44.

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

**HINTA: 50 mk**