

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

PAIKALLISKOETOIMISTON TIEDOTE N:o 13

---

84

Jukka Kaseva:

- MOLYBDEENI- JA KUPARILANNOITERUISKUTUSTEN  
VAIKUTUS TUOREREHUNURMILLA

---

JOKIOINEN 1980

ISSN 0356-7621

Maatalouden tutkimuskeskus (MTTK)

PAIKALLISKOETOIMISTON TIEDOTE N:o 13

Jukka Kaseva

MOLYBDEENI- JA KUPARILANNOITERUISKUTUSTEN

VAIKUTUS TUOREREHUNURMILLA

	sivu
Johdanto	1
Koeaineisto	3
Tulokset ja tarkastelu	5
Sadon molybdeenipitoisuus	5
Sadon kuparipitoisuus	8
Kuparin ja molybdeenin suhde	8
Satotaso	11
Kasvuston käyttämät molybdeeni- ja kuparimäärät	11
Tiivistelmä	14
Kirjallisuutta	15

JOKIOINEN 1980

ISSN 0356-7621

# MOLYBDEENI- JA KUPARILANNOITERUISKUTUSTEN VAIKUTUS TUOREREHUNURMILLA

## JOHDANTO

Lannoituksen yksipuolinen voimaperäistäminen tuo esiin uusia ongelmia. Tämä johtuu osittain siitä, että lannoitteet sisältävät pääasiassa vain typpeä, fosforia ja kalia, mikä on aiheuttanut maan luontaisten ravinnevarojen, lähinnä sivu- ja hivenravinteiden vähenemistä. Vaikka kasvi tarvitsee näitä ravinteita vain pieniä määriä, ne ovat välttämättömiä jo kasvin ravinnekoostumuksenkin kannalta. Lisäksi hivenaineet ovat kytkeytyneet kasvien tärkeisiin ja monimutkaisiin elintoimintoihin. Kasvien kehityksessä on useita vaiheita, kuten valkuaisenmuodostus, joissa tarvitaan hivenaineita mm. molybdeeniä ja kuparia.

Vihreän linjan tiloilla sattuneet eläinten menehtymiset ovat osoittaneet sen, että molybdeenistä voi olla puutetta meilläkin. Rehututkimuksissa on rehuissa todettu olevan vähän molybdeeniä, mikä on aiheuttanut kasvissa liiallisen nitraatipitoisuuden ja kalsium-fosforisuhteen muuttumisen eläinten terveydelle haitalliseksi. Rehun kuparin ja molybdeenin suhde on myös tärkeä. Sen pitäisi olla 15:1 - 45:1. Mikäli näiden hivenaineiden suhde rehussa ei ole oikea, on seurauksena eläimillä joko kuparin tai molybdeenin puutosoireet tai jopa myrkytys (BERGMAN 1968). Kasvin kärsiessä molybdeenin puutetta jää valkuaisen muodostuminen vajaaksi ja satoon tulee nitraattityppeä, joka suurissa määrissä on haitallinen eläinten terveydelle (yli 0.2 %  $\text{NO}_3$  ka.). Suomen oloissa todennäköisemmin ja useammin esiintyy häiriöitä ruohon kuparin kuin molybdeenin saannissa. Lannoituksessa on erityisesti kiinnitettävä huomiota siihen, miten lannoitus vaikuttaa näiden hivenaineiden välisiin suhteisiin.

Molybdeenin tehtävänä on säännöstellä typen hyväksikäyttöä kasvissa. Molybdeeni on aineosana entsyymeissä, joilla on tärkeä

merkitys kasvien typpitaloudessa. Nitraattireduktaasi, joka katalysoi nitraatin pelkistymistä nitriitiksi, on nimenomaan molybdeenistä riippuvainen entsyymi. Lisäksi molybdeeni toimii, tällöin valenssinvaihdossa elektroninsiirtäjänä. Mikäli kasveilta puuttuu molybdeeniä,  $\text{NO}_3$ -pitoisuus kasveissa lisääntyy ja aminohappojen ja valkuaisen muodostus vähenee riittävästä typpilannoituksesta huolimatta. Molybdeeni on välttämätön myös atsotobakteerien toiminnalle, jotka pystyvät maassa vapaasti sitomaan ilmakehän typpeä orgaanisiksi yhdisteiksi. Myös palkokasvien nystyräbakteerit tarvitsevat molybdeeniä. Sen puutteessa juurinystyröiden muodostuminen on vaillinaista. Ne eivät sido typpeä ja ovat väriltään kullanuskeita eivätkä punertavia kuten tavallisesti. (BERGMAN 1968).

Fosforiaineenvaihdunnassa tarvitaan suoraan tai välillisesti molybdeeniä, koska molybdeenin puutteessa mm. orgaanisesti sidotun fosforin on todettu vähentyneen kasvissa. Myös fotosynteesin kemiallisissa reaktioissa tarvitaan molybdeeniä. Molybdeenin puute vaikuttaa myös kasvien vitamiinitalouteen. Kasvien C-vitamiinipitoisuus vähenee molybdeenin puutteessa typen saannista riippumatta (BERGMAN 1968).

Kupari osallistuu kasvien elintoimintoihin entsyymien aineosana. Kupari edistää hiilihydraatti- ja proteiinisynteesiä. Kuparin puute tulee kasvua rajoittavaksi tekijäksi lähinnä karkeilla hieta- ja kivennäismailla sekä turvemailed.

Kupari toimii eläinelimistössä hyvin tärkeissä tehtävissä. Se on osaltaan vastuussa veren punasolujen muodostumisesta, hemoglobiinin synteesistä ja raudan imeytymisestä. Lisäksi se on kuten molybdeenikin monien entsyymien aineosana tai aktivaattorina (MAYNARD ja LOOSLI 1969).

## KOEAINEISTO

Paikalliskokeina suoritettiin vuosina 1972 - 74 koesarja, jossa tutkittiin kuparikelaatti- ja ammoniummolybdaattilannoituksen vaikutusta ruiskutteina ruohon kupari- ja molybdeenipitoisuuksiin sekä Cu/Mo -suhteeseen. Kokeet perustettiin timoteivaltaisille (keskim. 83 % timoteita) tuorerehunurmille, joista korjattiin kaksi satoa kasvukauden aikana.

Koejäsenet ja niiden lannoitus:

Koejäsen	Lannoitustaso kg/ha		Ravinteita g/ha	
	Ammonium- molybdaatti	Kupari- kelaatti	Mo	Cu
a.	0	0	0	0
b.	0.4	0	216	0
c.	0.8	0	432	0
d.	0	0.6	0	60
e.	0	1.2	0	120
f.	0.4	0.6	216	60
g.	0.8	0.6	432	60
h.	0.4	1.2	216	120
i.	0.8	1.2	432	120

Kokeet järjestettiin kahdella kerranteella ruutukoon ollessa 25 m<sup>2</sup>. Kuparikelaatti (Cu 10 %) ja ammoniummolybdaatti (Mo 54 %) levitettiin kasvustoon kasvinsuojeluruiskulla, käyttäen vettä 400 l/ha. Sadot niitettiin säilörehuasteella. Vuodesta ja olosuhteista riippuen kesäsadon korjuuajankohta vaihteli 13.6.-28.6. välillä ja toisella niittokerralla 19.7.-24.8. Kokeita suoritettiin kaikkiaan 17 kpl; v. 1972 1 kpl, v. 1973 9 kpl ja 1974 7 kpl. Ne jakautuivat eri viljelyvyöhykkeille seuraavasti:

II	vyöhyke	2 koetta
III	"	5 koetta
IV	"	10 koetta

Satonäytteiden kivennäisainemääritykset suoritti MTTK:n isotooppilaboratorio ja typpimääritykset Viljavuuspalvelu Oy.

Viljavuusanalyysien mukaan koealueet ovat yleensä kuuluneet tyydyttävään viljavuusluokkaan (taulukko 1).

Taulukko 1. Kokeiden maa-analyysien keskiarvot maalajeittain.

Maa- laji	Kokeita	pH	Johto- luku	Ca	K	P	Mg	n	Mo	Cu	Mn	
Hk,Ht	7	5.8	0.9	893	123	17.5	95	4	1.1	4.1	18.5	
S,Hs	6	6.0	1.0	1080	155	8.8	225	2	1.2	4.4	16.0	
Mm,Ct, St	4	5.2	1.6	1563	80	9.0	150	4	1.2	6.8	23.8	
									vaihtelurajat	0.7- 1.7	2.0- 9.0	11.0- 32.0

Molybdeeni ja kupari on määritetty vuoden 1972 ja 1973 kokeista. Molybdeenipitoisuudet vaihtelivat 0.7 - 1.7 mg/l ja kuparipitoisuudet 2.0 - 9.0 mg/l. Kuparipitoisuustavoitteena pidetään pelloilla karkeilla kivennäismailla ja eloperäisillä mailla 8 - 12 mg/l. Savimailla tavoite on 10 - 15 mg/l (KURKI 1979). Viljavuuspalvelun tekemien 51 kpl molybdeenimääritysten keskiarvo oli 0.86 mg/l Mo (KURKI 1972). Viljavuuspalvelun tulkin-  
takaavion mukaan keskinkertainen molybdeenipitoisuus maassa olisi 1.0 - 3.0 mg/l. Kasvi ottaa molybdeeniä molybdaatti-ionina joka käyttäytyy maassa samalla tavalla kuin fosfaatti-ionikin. Se sitoutuu lujemmin happamissa maissa kuin neutraaleissa maissa. Maanäytteiden molybdeeni- ja kuparipitoisuudet olivat Viljavuuspalvelun normien mukaan suhteellisen alhaisia lähinnä välttävää luokkaa.

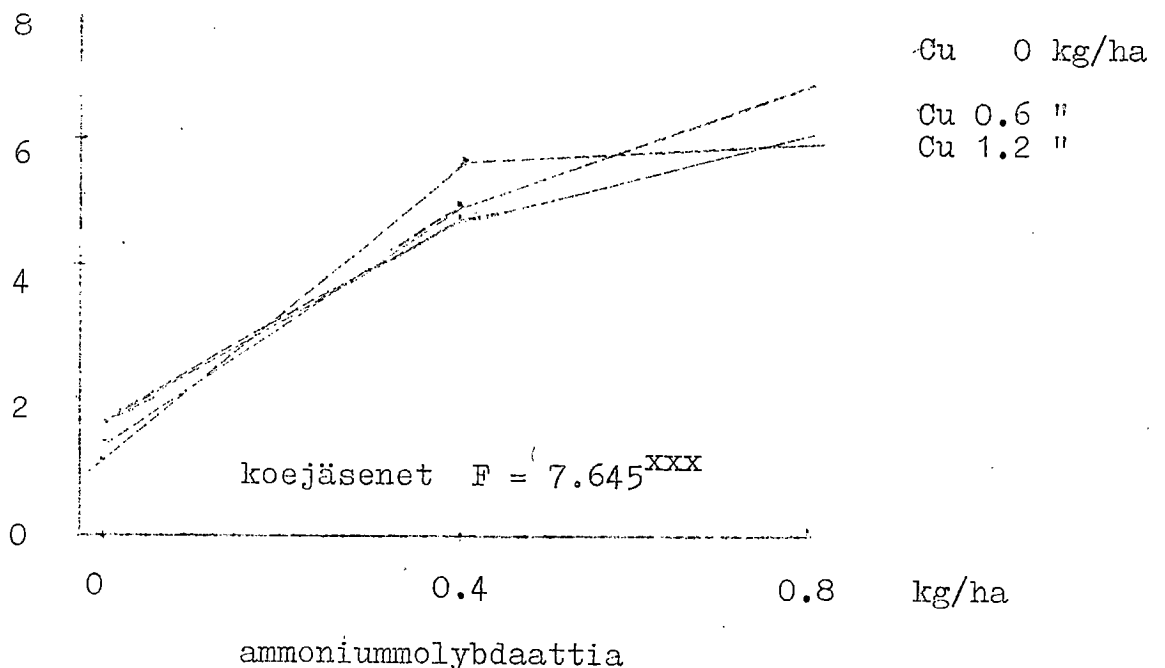
## TULOKSET JA TARKASTELU

Sadon molybdeenipitoisuus (Mo)

Lannoittamattoman koejäsenen sadon molybdeenipitoisuus oli keskimäärin verraten korkea 1.23 mg/kg ka. NJF (1975) suositusnormien mukaan rehussa tulisi olla molybdeeniä 0.1 - 0.5 mg/kg. Jos rehun molybdeenipitoisuus on enemmän kuin 6 mg/kg, se saattaa aiheuttaa myrkytysoireita karjassa (KÄHÄRI & PAASIKALLIO 1978). Molybdeenilannoitusta lisättäessä kasvien molybdeenipitoisuus kohosi huomattavasti (kuva 1). Suurimmalla molybdeenilannoitustasolla, 0.8 kg/ha ammoniummolybdaattia, kohosi ruohon keskimääräinen molybdeenipitoisuus arvoon 7.34 mg/kg eli yli raja-arvon, jolloin rehu saattaa aiheuttaa häiriöitä eläinten ruokinnassa. Kun samanaikaisesti Mo-lannoituksen kanssa lisättiin kuparikelaattia, niin ensimmäisessä sadossa molybdeenipitoisuus nousi vähän, mutta syyssatoon vaikutus oli molybdeenipitoisuutta alentava (kuva 2).

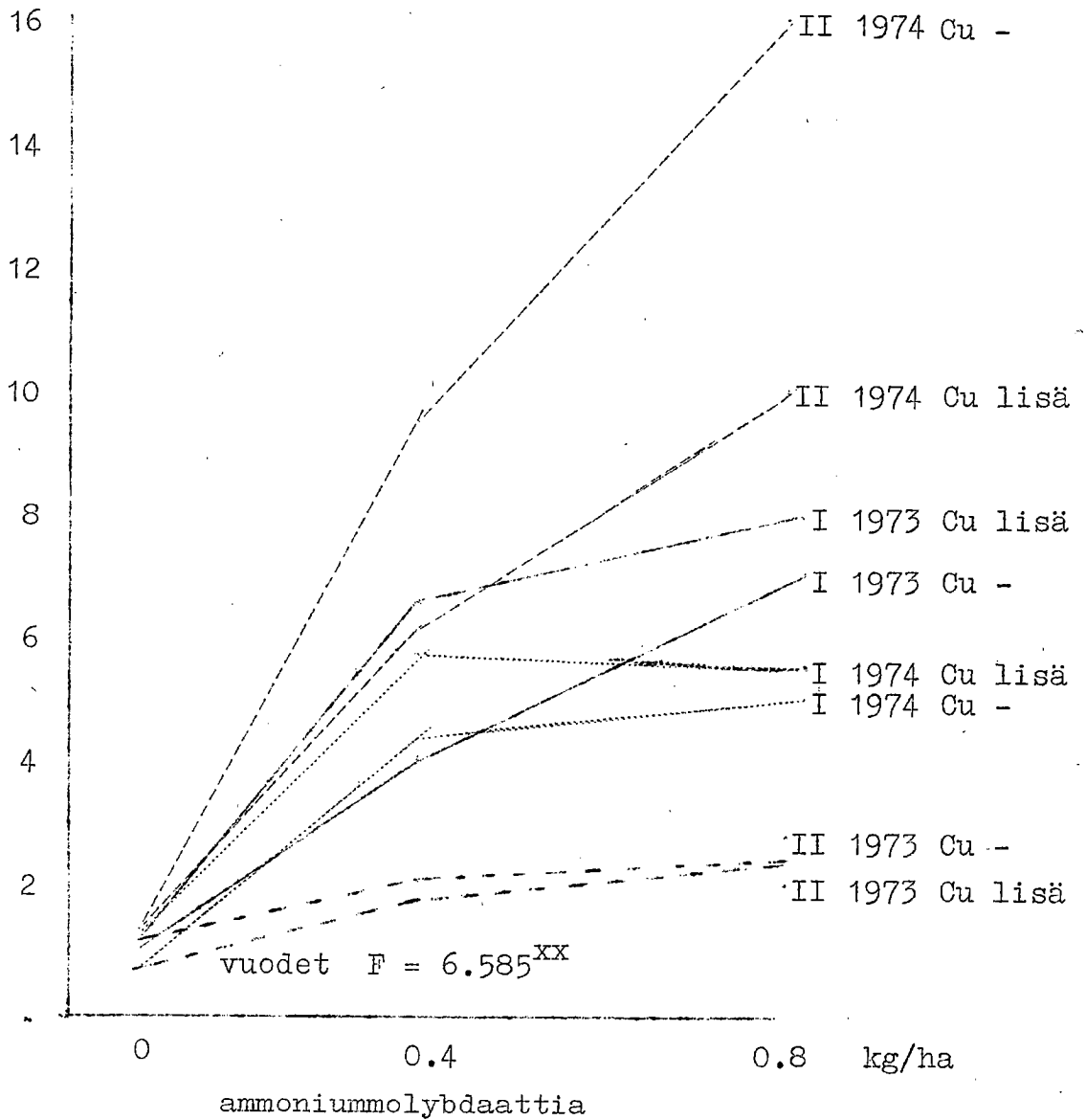
Kuva 1. Molybdeeni- ja kuparilannoituksen vaikutus sadon molybdeenipitoisuuteen.

Mo mg/kg ka.



Kuva 2. Molybdeeni- ja kuparilannoituksen vaikutus sadon molybdeenipitoisuuteen niittokerroittain eri vuosina.

Mo mg/kg ka.



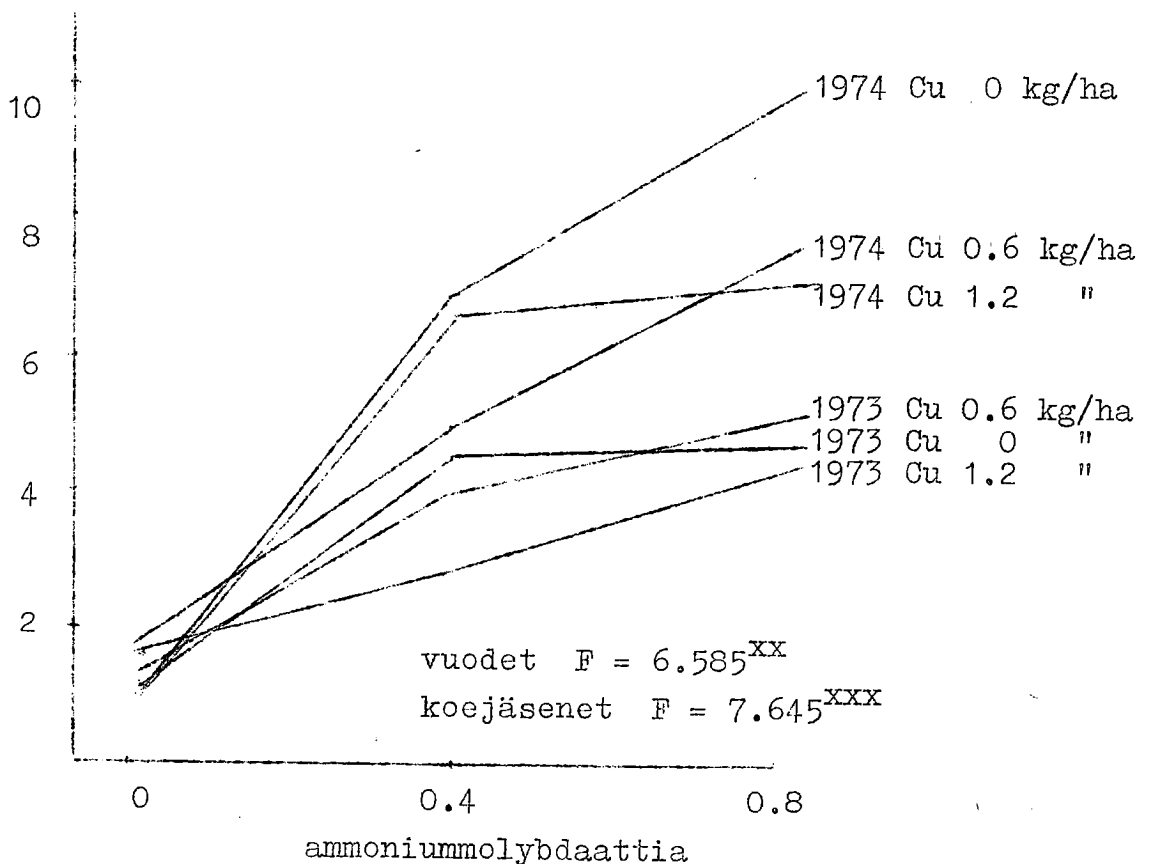
Kesä- ja syys sadon molybdeenipitoisuudet eivät poikenneet toisistaan merkittävästi. Vuonna 1974 ruohon Mo-pitoisuus oli koko aineistossa merkittävästi korkeampi kuin vuoden 1973 sadossa (kuva 3). Molybdeenipitoisuuden on todettu vaihtelevan huomattavasti eri puolilla maata kerätyissä heinä näytteissä kuten myös eri vuosina. Vuoden 1972 säilörehussa Mo-pitoisuus oli kaksi kertaa korkeampi kuin vuoden 1971 säilörehussa (ETTALA ja KOSSILA



1980). Vuosi 1974 muistetaan sääoloiltaan erittäin sateisena ja normaalia viileämpänä. Vuosi 1973 oli sään suhteen lähellä pitkäaikaista keskiarvoa. On todettu kasvien molybdeenin oton lisääntyneen maan ollessa märkää. Huonosti ojitetuilla mailla on todettu jopa karjalle myrkyllisiä Mo-pitoisuuksia, jos Cu-taso on ollut alhainen. Ruohon molybdeenipitoisuus vuoden 1974 sadossa on huomattavan korkea vain lisälannoituksen saaneilla koejäsenillä. Viileä ja kostea kasvukausi on ilmeisesti ollut suotuisa ja mahdollistanut léhtilannoituksena annetun molybdeenin tehokkaan siirtymisen kasville.

Kuva 3. Molybdeeni- ja kuparilannoituksen vaikutus sadon molybdeenipitoisuuteen eri vuosina.

Mo mg/kg ka.



Hiekka-, hieta- ja moreenimailla lannoittamattoman koejäsenen sadon molybdeenipitoisuus oli keskimäärin 1.4 mg/kg, savi- ja hiesumailla 0.9 mg/kg ja multa- ja turvemailla 1.5 mg/kg.

### Sadon kuparipitoisuus

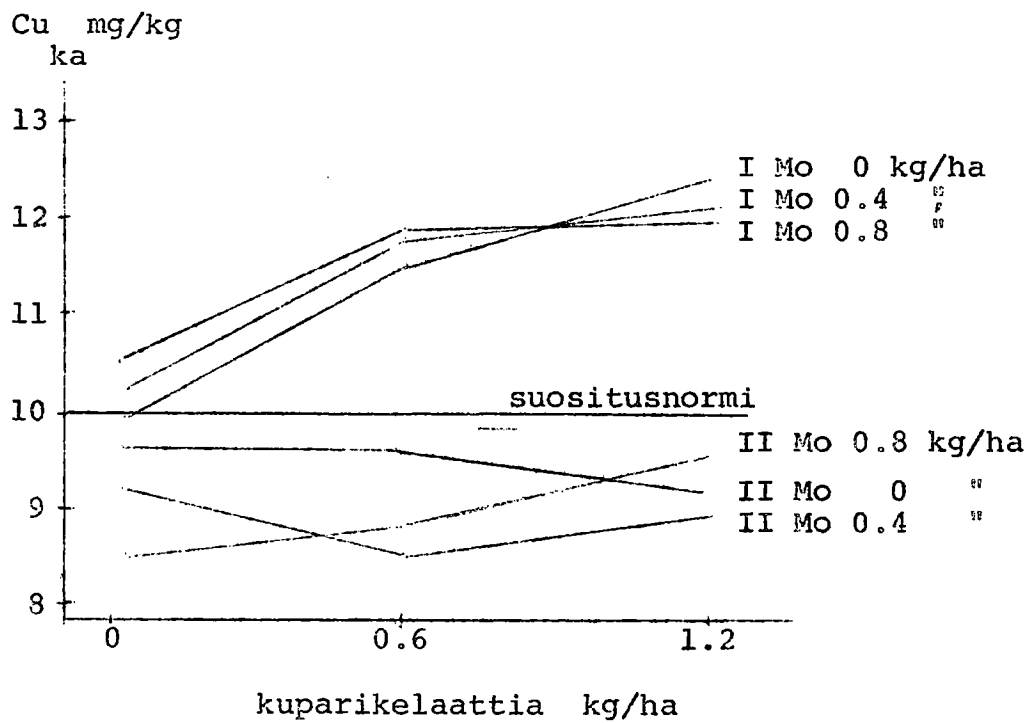
Ensimmäisellä korjuukerralla sadon kuparipitoisuus oli lannoittamattomalla koejäsenellä 10.2 mg/kg ja syyssadossa 9.6 mg/kg (kuva 4). Ensimmäisen sadon Cu-pitoisuus oli suositusnormiin 10 mg/kg nähden riittävä, mutta toisen sadon Cu-pitoisuus jäi kaikilla koejäsenillä normin alle. LAKANEN (1969) on tutkimuksessaan saanut ruohon keskimääräiseksi Cu-pitoisuudeksi 6.3 mg/kg, ja hän toteaa, että 5 mg/kg ei riitä tyydyttämään karjan kuparin tarvetta. Käytettäessä kuparikelaattia 0.6 kg/ha kohosi kesäsadon Cu-pitoisuus 1.5 mg/kg ja 1.2 kg/ha kuparikelaattia kuparipitoisuus oli vielä 0.5 mg/kg suurempi. Ruiskutteena annettu kuparikelaatti ei vaikuttanut toisen sadon kuparipitoisuuksiin. Molybdeenilannoitus ei sanottavasti vaikuttanut ensimmäisessä eikä toisessa dadossa ruohon kuparipitoisuuksiin (kuva 5). Kuvasta 5 havaitaan myös ruohon Cu-pitoisuuden huomattava vaihtelu niittokerroittain ja kahden tutkimusvuoden välillä.

Ruohon kesäsadon kuparipitoisuus hiekka-, hieta- ja moreenimailla lannoittamattomalla koejäsenellä oli vuonna 1973 7.5 mg/kg, savi- ja hiesumailla 8.3 mg/kg ja multa- ja turvemailla 7.1 mg/kg. Vuoden 1974 sadon kuparipitoisuudet olivat merkitsevästi edellistä vuotta korkeammat. Hiekka- ja hietamaiden sadon kuparipitoisuus oli v. 1974 keskimäärin 13.8 mg/kg ja savi- ja hiesumailla 12.9 mg/kg, turvemailla kokeita ei ollut. Maalajit eivät vaikuttaneet merkitsevästi ruohon kuparipitoisuuteen tässä koesarjassa.

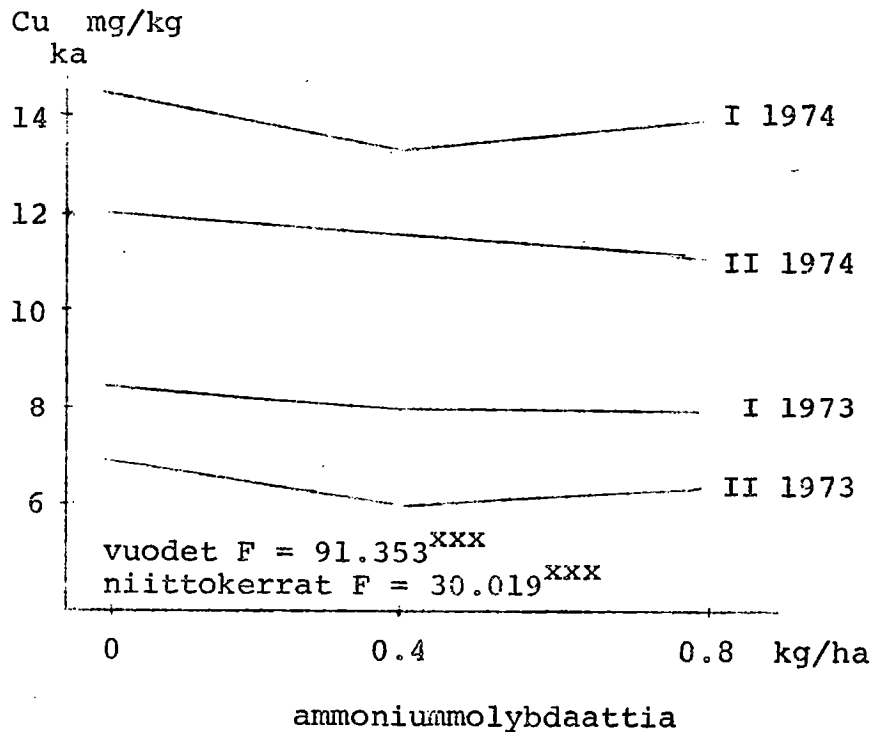
### Kuparin ja molybdeenin suhde

Eläimille optimaalisen kuparin ja molybdeenin suhteen tulisi olla 15:1 - 45:1 (BERGMAN 1968). Tutkitut Cu-pitoisuudet olivat lannoittamattomalla koejäsenellä normitasoa, mutta Mo-

Kuva 4. Kupari- ja molybdeenilannoituksen vaikutus kesä- ja syys- sadon kuparipitoisuuteen.



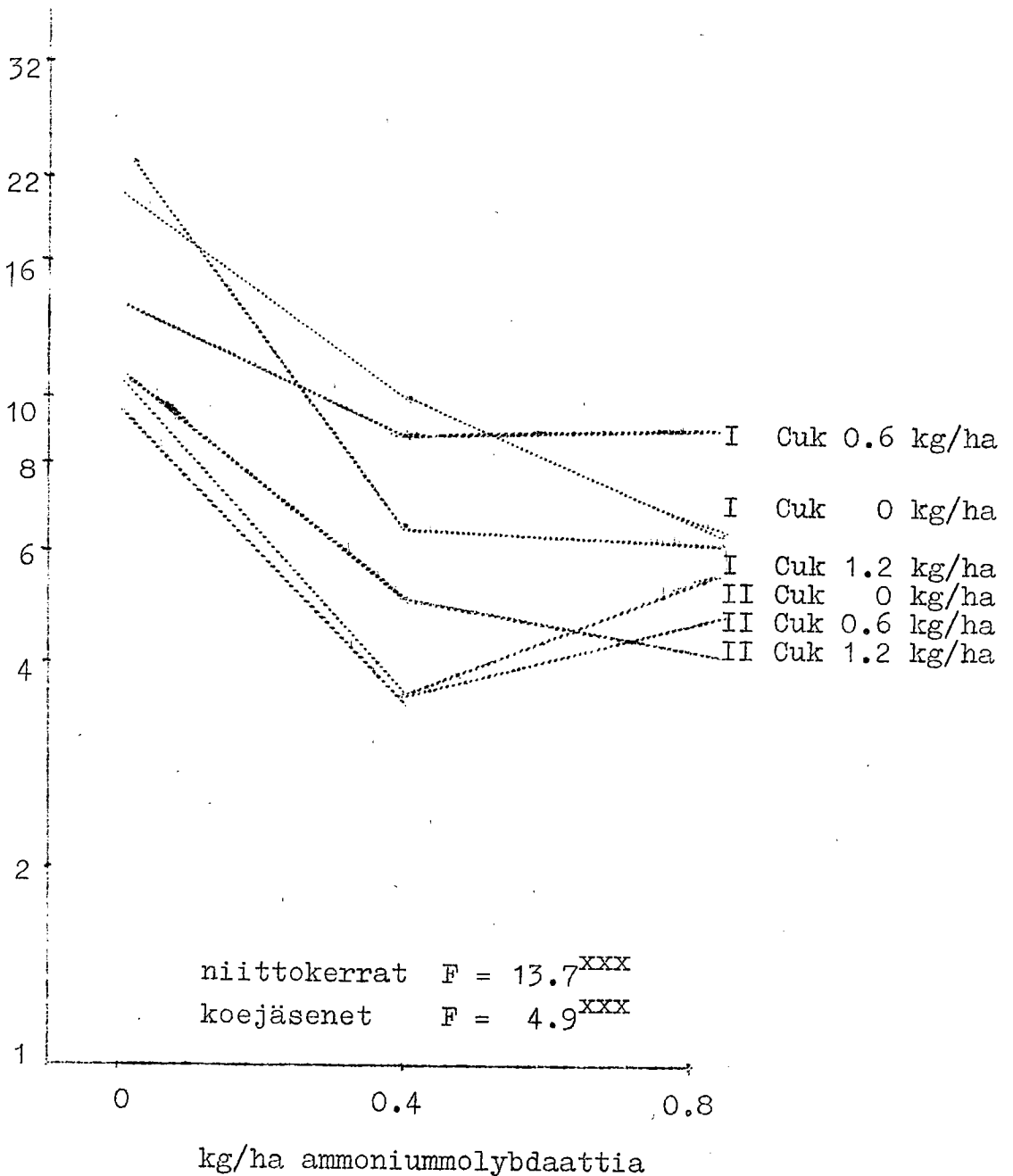
Kuva 5. Molybdeenilannoituksen vaikutus sadon kuparipitoisuuteen eri vuosina.



pitoisuudet normien ylärajalla ja Cu/Mo suhde jäi alhaiseksi juuri korkeasta ruohon Mo-pitoisuudesta johtuen (kuva 6).

Kuva 6. Kasvuston Cu/Mo suhde eri kuparikelaatti- ja ammoniummolybdaatti lannoitustasoilla I ja II niittokerralla.

Cu/Mo



Cu-puutetta voi ilmetä suositusnormitasolla (10 mg/kg ka.), jos rehun Mo-pitoisuus ylittää 2 mg/kg ka. Korkea rehun rikkipitoisuus (yli 0.25 % ka) lisää kuparin puutosvaaraa (BEESON ja MATRONE 1976, ETTALA ja KOSSILA 1980). Kuparikelaattilannoitus nosti sadon Cu-pitoisuutta, mutta ilmeisesti lisäksi myös kasvin Mo-ottoa, koska Cu/Mo suhteeseen vaikutus jäi vähäiseksi. Toisessa sadossa Cu-lannoituksella ei ollut vaikutusta sadon Cu/Mo suhteeseen. Molybdeenilannoitustasolla 0.4 kg/ha ammoniummolybdaattia Cu/Mo suhde aleni selvästi ja varsinkin toisessa sadossa laski erittäin alas. Lisätty Mo-lannoitus (0.8 kg/ha) kohotti sadon Mo-pitoisuutta, mutta myös Cu-pitoisuus nousi, koska Cu/Mo suhde ei enää muuttunut.

### Satotaso

Satomääriin käsittelyjen vaikutus jäi vähäiseksi. Taulukosta 2 voidaan havaita ainoastaan kuparilannoituksella saatu pieni satotason nousu ensimmäisellä niittokerralla.

Taulukko 2. Molybdeeni- ja kuparilannoitustason vaikutus satoon (sadot kg/ha).

Mo g/ha	0 g Cu/ha			60 g Cu/ha			120 g Cu/ha		
	I n	II n	yht.	I n	II n	yht.	I n	II n	yht.
0	4060	3460	7520	4450	3520	7970	4640	3490	8130
215	4310	3330	7640	4380	3310	7690	4450	3300	7750
430	4560	3450	8010	4400	3380	7780	4660	3350	8010

### Kasvuston käyttämät molybdeeni- ja kuparimäärät

Taulukoissa 3 ja 4 on kupari- ja molybdeenilannoitteet laskettu alkuaineiksi g/ha kohden. Kuparikelaatti sisältää 10 % kuparia ja ammoniummolybdaatti ( $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) molybdeeniä 54 %. Sadon ottamat kupari- ja molybdeeni määrät on ilmoitettu g/ha.

Taulukko 3. Sadon ottamat Cu-määrät g/ha eri Cu- ja Mo-tasoilla.

Mo g/ha	0 g Cu/ha			60 g Cu/ha			120 g Cu/ha		
	I n	II n	yht.	I n	II n	yht.	I n	II n	yht.
0	41.3	33.3	74.6	52.2	33.7	85.9	58.0	32.2	90.2
215	43.0	30.7	73.7	50.3	28.3	78.6	53.5	28.8	82.3
430	47.3	29.5	76.8	52.0	29.4	81.4	55.5	32.1	87.6

Ensimmäisen sadon mukana korjattiin kuparia 8 g enemmän kuin toisessa sadossa. Yhteensä sadot käyttivät 75 g/ha kuparia ilman Cu-lisälannoitusta. Ruiskutteena annettu kuparikelaatti 0.6 kg/ha lisäsi ensimmäisen sadon ottamaa kuparimäärää 11 g/ha ja suurin kuparilannoitustaso lisäsi kuparin ottoa vielä 6 g/ha. Toiseen satoon lisätyllä kuparilannoituksella ei ollut vaikutusta. Molybdeenilannoitus on tehostanut kuparilannoittamattoman kasvuston maasta tapahtuvaa kuparin ottoa ensimmäisessä sadossa, mutta toisessa sadossa vaikutus on ollut päinvastainen. Kuparilannoitetuilla koejäsenillä pienempi molybdeenilannoitustaso on alentanut kuparin ottoa, mutta suuremmalla molybdeeni-tasolla kuparin otto on lisääntynyt molemmilla satokerroilla verrattuna pienempään Mo-lannoitustasoon.

Molybdeenilannoituksella oli selvä kuparin hyötysuhdetta alentava vaikutus ensimmäisellä niittokerralla. Kuparilannoitustasolla 60 g Cu/ha molybdeenilannoituksen kohottaminen 0 g:sta 215 g:aan laski kuparilannoituksen hyötysuhteen 18 %:sta 12 %:iin. Vastaavasti molybdeenilannoitustasolla 430 g/ha kuparin hyötysuhde laski 10 %-yksikköä. Syyssatoon kuparilannoituksella ei ollut vaikutusta.

Taulukko 4. Sadon ottamat Mo-määrät g/ha eri Cu- ja Mo-lannoitustasoilla.

Mo g/ha	0 g Cu/ha			60 g Cu/ha			120 g Cu/ha		
	I n	II n	yht.	I n	II n	yht.	I n	II n	yht.
0	4.4	4.9	9.3	7.1	4.5	11.6	4.4	4.0	8.4
215	17.2	10.4	27.6	22.4	11.8	34.2	29.9	12.8	42.7
430	30.7	27.5	58.2	30.7	19.2	49.9	32.1	18.4	50.5

Molybdeenilannoitus on lisännyt molybdeenin ottoa melko suoraviivaisesti molemmilla satokerroilla. Pienemmällä molybdeeni-lannoitustasolla lisätty kuparilannoitus tehosti molybdeenin ottoa huomattavasti ensimmäisessä sadossa ja toisessakin sadossa vähän. Suuremmalla molybdeeni-tasolla kuparilannoituksella ei ollut selvää vaikutusta sadon mukana poistuvaan molybdeeni-määrään.

Kuparilannoituksella oli lievä molybdeenin hyötysuhdetta parantava vaikutus ensimmäisellä niittokerralla. Molybdeenilannoitustasolla 215 g Mo/ha kuparilannoituksen kohottaminen 0 g:sta 60 g:aan nosti hyötysuhteen 6 %:sta 7 %:iin ja kuparilannoitustasolla 120 g Cu/ha hyötysuhde kohosi 6 %:sta 12 %:iin. Molybdeenilannoitustasolla 430 g Mo/ha molybdeenin hyötysuhde oli 5 - 6 % kaikilla kuparilannoitustasoilla. Syyssadossa molybdeenilannoituksen hyötysuhde oli Mo- ja Cu-lannoitustasoista riippumatta 3 - 5 %.

Kasvianalyysien mukaan kupari- ja molybdeenilannoitus ei vaikuttanut merkittävästi Ca, K, P, Mg, Mn,  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{N}_{\text{tot}}$  ja puhd. valk. pitoisuuksiin kasveissa, myöskään satomäärissä ei ollut merkittäviä eroja koejäsenten välillä.

## TIIVISTELMÄ

Paikalliskoetoimisto suoritti vv. 1972 - 74 kupari-molybdeeni-lannoituskokeita 17 kpl timoteivaltaisilla niittonurmilla. Kokeilla pyrittiin selvittämään eri suuruisten kuparikelaatti- ja ammoniummolybdaattimäärien vaikutusta ruiskutteina kasvuston kupari- ja molybdeenipitoisuuksiin sekä näiden väliseen suhteeseen.

Ammoniummolybdaatiruiskutuksella voidaan ruohon molybdeeni-pitoisuus kohottaa moninkertaiseksi. Molybdeenipitoisuus lisääntyi 4 - 5 kertaiseksi jo 0.4 kg/ha ammoniummolybdaattia ja 0.8 kg/ha kohotti molybdeenipitoisuuden yli rehun suositusnormitason (6 mg/kg ka). Molybdeenilannoituksen vaikutus oli samanlainen sekä kesä- että syysatoon, vuosien välinen vaihtelu oli tilastollisesti merkitsevä. Lannoituksen vaikutus ei poikennut eri maalajiryhmissä merkitsevästi.

Kuparikelaatiruiskutus nosti kesäsadon kuparipitoisuutta 0.6 kg/ha lannoituksella keskimäärin 1.6 mg/kg ja 1.2 kg/ha keskimäärin 1.9 mg/kg kun verranteen kuparipitoisuus oli 10 mg/kg. Kuparilannoitus ei vaikuttanut syysadon kuparipitoisuuteen. Kuparinpuutostapauksissa kuparikelaatiruiskutus on siis suoritettava sekä kesä- että syysadolle erikseen. Syysadon kuparipitoisuus oli 0.5 - 1.0 mg/kg alhaisempi kuin kesäsadossa. Vuosien väliset erot kuparipitoisuuksissa olivat merkitseviä.

Kupari-molybdeeni suhde jäi suositusnormien alapuolelle varsinkin molybdeenilannoituksen saaneilla koejäsenillä. Kuparikelaaatti kohotti sadon kuparipitoisuutta, mutta lisäsi myös kasvin molybdeenin ottoa joten vaikutus Cu/Mo-suhteeseen jäi vähäiseksi. Ammoniummolybdaattilannoitus alensi Cu/Mo-suhdetta selvästi.

Kupari- ja molybdeenilannoitus ei vaikuttanut merkitsevästi ruohon Ca, K, P, Mg, Mn,  $\text{NO}_3\text{-N}$  ja  $\text{N}_{\text{tot}}$  pitoisuuksiin eikä sato-määriin.



## KIRJALLISUUTTA

- BEESON, K.C. & MATRONE, G. 1976. The soil factor in nutrition animal and human. 152 p. New York.
- BERGMAN, W. 1968. Die Bedeutung der Mikronährstoffe in der Landwirtschaft. p. 34-107.
- ETTALA, E. & KOSSILA, V. 1980. Runsaasti typpilannoitetun ruohon ja siitä valmistettujen tuore-säilörehujen kivennäispitoisuuksista. Kehittyvä Maatalous 45:1-17.
- KURKI, M. 1972 Suomen peltojen viljavuudesta II. Viljavuuspalvelu Oy. 182 p. Helsinki.
- 1979 Suomen peltojen viljavuuden kehityksestä. Viljavuuspalvelu Oy. 41 p. Helsinki.
- KÄHÄRI, J. & PAASIKALLIO, A. 1978. Timoteiheinän kivennäispitoisuudet Suomessa. Kehittyvä Maatalous 40:20-34.
- LAKANEN, E. 1969 Timoteiheinän kivennäiskoostumus ja sen merkitys. Koetoim. ja Käyt. 26:29.
- MAYNARD, L.A. & LOOSLI, J.K. 1969. Animal nutrition. 289 p. New York.

