

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
MAANVILJELYSKEMIAN JA -FYSIKAN LAITOS

TIEDOTE N:o 6

RAILI JOKINEN:

MAGNESIUMSULFAATTILANNOITUS KEVÄTVILJOILLE

VANTAA 1977

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

MAANVILJELYSKEMIAN JA -FYSIIKAN LAITOS

TIEDOTE N:o 6

RAILI JOKINEN:

MAGNESIUMSULFAATTILANNOITUS KEVÄTVILJOILLE

PL 18

01301 VANTAA 30

PUH. 831 941

Sisältö

	Sivu
Tiivistelmä	1
Johdanto	2
Aineisto	2
Tulokset	3
Tarkastelu	8
Kirjallisuutta	8
Tulostaulukot 1-9	10-18

Tiivistelmä

Kymmenessä kaksi vuotta jatkuneessa kenttäkokeessa maan magnesiumpitoisuus vaihteli 17-594 mg/l. Magnesiumsulfaattina annettu magnesiumlannoitus (0, 57, 114 tai 171 kg/ha Mg) vaikutti vain lievästi viljojen jyväsatoon. Kaikkien kokeiden keskiarvona magnesiumlannoitus nosti ensimmäisen vuoden viljasatoa 90 kg/ha ja toisen vuoden satoa vastaavasti 50 kg/ha. Uusittaessa lannoitus toisena vuotena saatiin sadonlisäystä 130 kg/ha.

Neljällä vähiten magnesiumia sisältävällä (alle 75 mg/l Mg) koepaikalla magnesiumlannoitus kohotti ensimmäisen vuoden jyväsatoa keskimäärin 160 kg/ha ja jälkivaikutusvuoden satoa 30 kg/ha. Vuosittain uusittu lannoitus lisäsi toisen vuoden satoa keskimäärin 130 kg/ha.

Jyvien magnesiumpitoisuus oli riippumaton magnesiumlannoituksesta. Olkien magnesiumpitoisuus kohosi vain silloin kun magnesiumlannoitus annettiin. Magnesiumpitoisuuden nousu oli selvin niukasti magnesiumia sisältävien koepaikojen sadoissa.

Magnesiumlannoitus kohotti selvimmin niukasti magnesiumia sisältävien koepaikojen maan magnesiumpitoisuutta. Runsaasti magnesiumia sisältävillä mailla vuosittain annettu suurin magnesiumsulfaattimääräkään ei muuttanut maan magnesiumpitoisuutta.

Johdanto

Magnesiumlannoituksen on todettu lisäävän viljojen jyväsatoa selvemmin kuin nurmien kuivaksi heinäksi korjattua satoa (JOKINEN 1971). Eri tutkimusten mukaan magnesiumlannoituksella saadut jyväsadon lisäykset ovat kuitenkin olleet vähäisiä (JOKINEN 1971, JOKINEN ja SIMOJOKI 1975) ja selvimmät tulokset on saatu niukasti magnesiumia sisältäneillä koepaikoilla (JOKINEN 1977a).

Tällä tutkimuksella pyrittiin saamaan tietoja magnesiumlannoituksen vaikutuksesta kevätiljojen satoon, sadon ravinnepitoisuuksiin ja maan ravinnetilaan niukasti tai riittävästi magnesiumia sisältävillä koepaikoilla.

Aineisto

Maatalouden tutkimuskeskuksen maanviljelyskemian ja -fysiikan laitos suoritti vuosina 1971-72 eri puolilla Suomea kymmenen kaksivuotista kenttäkoetta, joissa selviteltiin magnesiumsulfaattina (19%) annetun magnesiumlannoituksen vaikutusta kevätiljojen sadon määrään ja laatuun. Yhden näistä kokeista hoiti Keski-Suomen koeasema. Käytetyt magnesiumsulfaattimäärät 300, 600 ja 900 kg/ha vastaavat 57 (Mg_1), 114 (Mg_2) ja 171 (Mg_3) kg/ha Mg. Niiden vaikutusta verrattiin ilman magnesiumia saatuun tulokseen. Magnesiumlannoitukset uusittiin toisena vuotena puolitetun ruudun toiselle puoliskolle. Kokeissa käytettiin aluslannoituksena 400 kg kalkkisalpietaria, 200 kg kalisuolaa ja 400 kg superfosfaattia tai 500 kg Y-lannosta (15-20-15) hehtaaria kohti.

Kokeista otettiin vuosittain jyvä- ja olkinäytteet, ja niistä määritettiin magnesium-, kalium- ja kalsiumpitoisuus sekä jyvänäytteistä lisäksi hehtolitrin ja 1000 siemenen painot.

Ensimmäisenä vuotena ennen lannoitteiden levitystä ja toisena vuotena sadonkorjuun jälkeen otetuista maanäytteistä määritettiin happamuus sekä kalium-, kalsium- ja magnesiumpitoisuus viljavuusanalyysin mukaan. Neljässä kokeessa maan magnesiumpitoisuus oli alle 75 mg/l ja kahdeksan kokeen maan kaliumpitoisuus oli huono (taulukko 1). Maan pH-luvun perusteella kuudella koepaikalla kalkitus olisi ollut tarpeen.

Vuonna 1971 elokuun 20. päivän tienoilla ollut halla vaurioitti kokeiden 7-10 kasvustoja. Kokeiden 7, 8 ja 10 kasvustot olivat pahoin laossa.

Satojen ja ravinnepitoisuuksien sekä maan ravinnepitoisuuksien keskiarvojen erojen luotettavuus testattiin Duncan'in testillä.

Tulokset

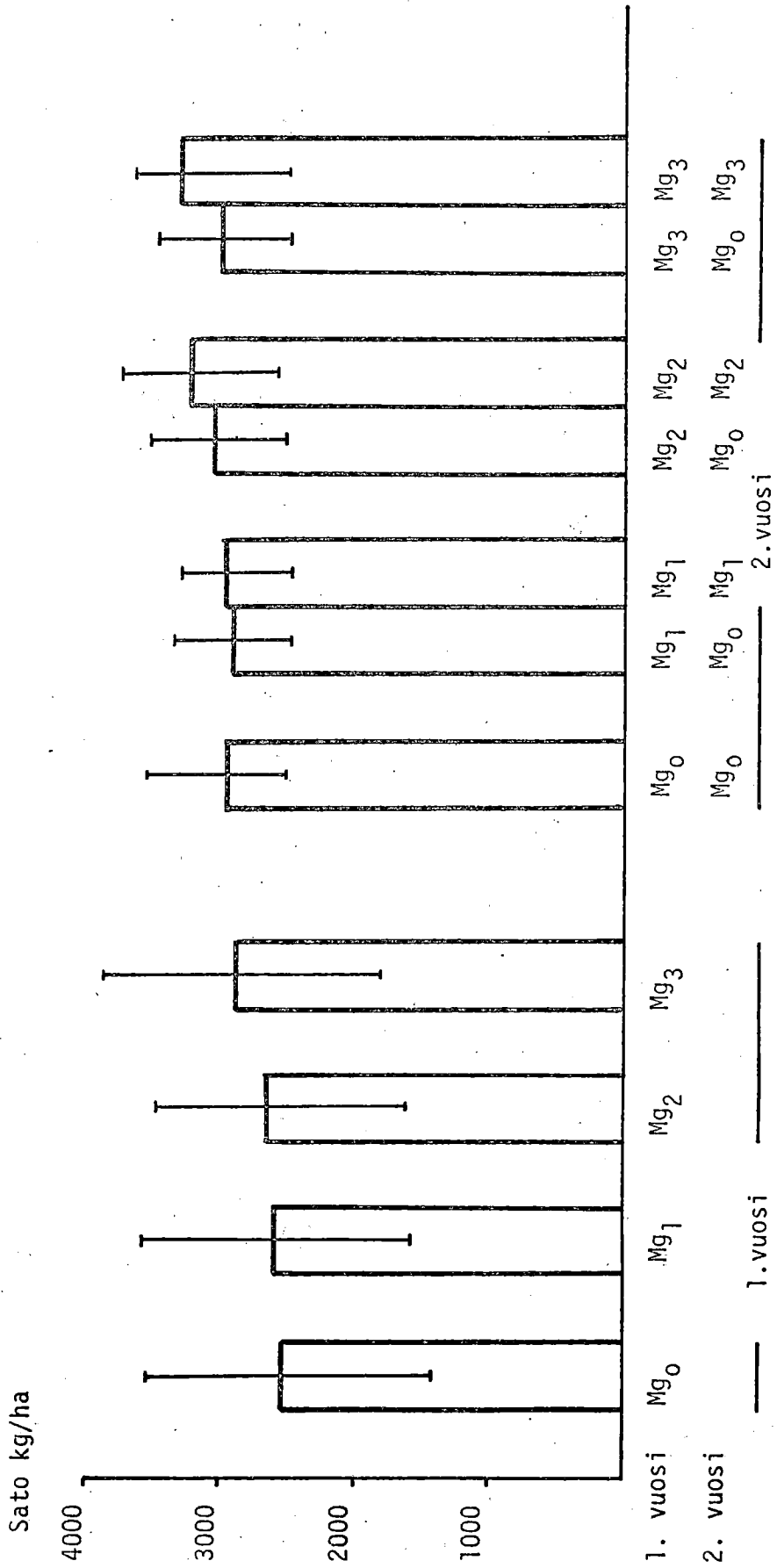
Sadon määrä

Magnesiumlannoitus lisäsi kumpanakin vuotena vain muutamalla koepaikalla vilja-satoa merkitsevästi (taulukko 2). Koko aineistosta saadut vuosittaiset tulokset olivat keskimäärin seuraavat:

	Sato, kg/ha		Sadonlisäys, kg/ha				
	ilman Mg	Mg ₁	Mg ₁ +Mg ₁	Mg ₂	Mg ₂ +Mg ₂	Mg ₃	Mg ₃ +Mg ₃
1. vuosi	2630	90		40		150	
2. vuosi	2670	50	60	60	180	40	160

Eri magnesiummäärillä saadut sadonlisäykset eivät olleet merkitseviä. Maan magnesiumpitoisuuden ja magnesiumlannoituksella saadun sadonlisäyksen välillä ei ollut selvää vuorosuhdetta. Maan kaliumpitoisuus tai kaliumin ja magnesiumin suhde eivät kumpikaan vaikuttaneet magnesiumsulfaattilla saatuun keskimääräiseen sadonlisäykseen.

Kymmenen kokeen aineistoon kuului neljä koetta, joissa maan magnesiumpitoisuus oli alle 75 mg/l. Suurimmalla magnesiummäärällä ensimmäisenä vuotena saatu sadonlisäys 330 kg/ha oli merkitsevä (kuva 1). Lisättäessä magnesiumlannoitusta 300 kg:lla sato lisääntyi 140 kg ($r = 0.737^{**}$). Toisen vuoden tuloksissa ei ollut magnesiumkäsittelyiden aiheuttamia eroja, ja vain ensimmäisenä vuotena annetulla lannoituksella saatiin kahdessa vuodessa yhteensä enintään 370 kg sadonlisäystä. Kutakin 300 kg:n magnesiumsulfaattierää kohti sato lisääntyi 183 kg ($r = 0.625^*$). Vuosittain uusituilla magnesiumlannoituksilla 300, 600 tai 900 kg/ha kahden vuoden aikana yhteensä saadut sadonlisäykset olivat vastaavasti 60, 390 tai 680 kg/ha.



Kuva 1. Magnesiumlannoituksen vaikutus jyväsatoon (pylväät) alle 75 mg/l Mg sisältäneillä koepaikoilla. (Pystyjana kunkin pylvään kohdalla tarkoittaa koepaikkojen välistä vaihtelua.)

Suurimmassa osassa kokeita kasvoi kumpanakin vuotena kaura. Joulukuun alussa 1977 oli rehukauran tuottajahinta 68.98 p/kg ja magnesiumsulfaatti maksoi 73.25 mk/100 kg. Jotta yhteen kertaan annetun magnesiumsulfaattilannoituksen kustannukset (lannoite + levitys) 260, 480 tai 710 mk/ha peittyisivät, sadonlisäyksen määrä tulisi vastaavasti olla 377, 695 tai 1028 kg/ha. Näissä kokeissa vähän magnesiumia sisältäneillä mailla kahtena vuotena yhteensä saatu sadonlisäys korvaisi noin kolmannen osan edellä mainituista kustannuksista. Magnesiumsulfaattilannoituksen tulisi lisätä viljasatoa tämän mukaan neljänä seuraavana vuotena samassa määrin kuin kahtena ensimmäisenä vuotena. Yksinomaan viljaa viljeltäessä vuosittainen magnesiumsulfaattilannoitus ei ole kannattava.

Sadon laatu

Magnesiumkäsittelyillä ei ollut selvää vaikutusta viljan hehtolitran (taulukko 3) eikä 1000 siemenen painoon (taulukko 4). Tämä tulos koskee yhtä hyvin kauraa kuin ohraakin.

Ensimmäisenä vuotena hallan vaurioittamien ja lakoutuneiden kokeiden (7-10) jyvät olivat pieniä, minkä hehtolitran ja 1000 siemenen painot osoittavat.

Yksittäisissä kokeissa ilman magnesiumlannoitusta saatujen jyvien magnesiumpitoisuus vaihteli 0.8-1.5 mg/g (taulukko 5). Suurimmalla magnesiumsulfaattimäärällä niiden magnesiumpitoisuus kohosi 0.0-0.4 mg/g eli 0-30 %. Olkien magnesiumpitoisuudet olivat vastaavasti ilman magnesiumlannoitusta 0.5-3.3 mg/g, ja suurimman magnesiumsulfaattimäärän aiheuttama nousu 0.0-1.1 mg/g eli 0-120 %.

Koko aineiston keskiarvona ilmoitettu jyväsatojen magnesiumpitoisuus ei riippunut kumpanakaan vuotena merkitsevästi lannoituksena annetun magnesiumin määrästä. Olkien keskimääräinen magnesiumpitoisuus kohosi toisena vuotena, kun lannoitus oli annettu vuosittain, mutta lannoitemäärien välillä ei ollut eroa. Vain ensimmäisenä vuotena annettu lannoitus ei vaikuttanut enää seuraavan vuoden olkisatojen magnesiumpitoisuuteen.

Niukasti magnesiumia sisältäneillä koepaikoilla olkien keskimääräiset magnesiumpitoisuudet olivat alhaisemmat kuin koko aineiston keskiarvot. Magnesiumkäsitte-

lyiden vaikutus jyvien ja olkien magnesiumpitoisuuteen oli neljässä kokeessa keskimäärin seuraava (Mg mg/g):

	Ilman Mg	Mg ₁	Mg ₁ +Mg ₁	Mg ₂	Mg ₂ +Mg ₂	Mg ₃	Mg ₃ +Mg ₃
Jyvät 1. v.	1.1	1.2		1.4		1.4	
2. v.	1.2	1.3	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3
Oljet 1. v.	1.1	1.0		1.2		1.3	
2. v.	1.2	0.9	1.2	1.2	1.2	1.2	1.5

Näissäkin kokeissa magnesiumlannoituksen aiheuttamat magnesiumpitoisuuden erot olivat pienet.

Jyvien kalsiumpitoisuus oli kumpanakin vuotena koko aineistossa riippumaton koekäsittelyistä samoin myös olkien kalsiumpitoisuus (taulukko 6). Vähän magnesiumia sisältäneillä koepaikoilla olkien kalsiumpitoisuus oli ilman magnesiumlannoitusta korkeampi kuin magnesiumia saaneiden satojen kalsiumpitoisuus. Käytettyjen magnesiummäärien aiheuttamat muutokset eivät poikenneet toisistaan, ja tulokset olivat seuraavat (Ca mg/g):

	Ilman Mg	Mg ₁	Mg ₁ +Mg ₁	Mg ₂	Mg ₂ +Mg ₂	Mg ₃	Mg ₃ +Mg ₃
Oljet 1. v.	3.1	2.9		2.6		2.8	
2. v.	3.7	3.4	3.5	3.4	3.3	3.6	3.5

Magnesiumkäsittelyiden vaikutus jyvien ja olkien kaliumpitoisuuteen vaihteli huomattavasti eri kokeissa (taulukko 7). Ensimmäisenä vuotena magnesiumlannoitus aiheutti lievän olkien kaliumpitoisuuden alenemisen.

Suurin magnesiumsulfaattimäärä ei muuttanut merkittävästi viljan jyvien tai olkien typpipitoisuutta (taulukko 8) kumpanakaan vuotena koko aineistossa. Yksittäisissä kokeissa magnesiumkäsittelyiden merkitys vaihteli.

Maan ravinnetila

Kuudella koepaikalla maan happamuus oli kokeiden alkaessa alle pH-luvun 5.6, t.s. alle koko maamme peltojen keskimääräisen pH:n. Magnesiumsulfaattina annetun magnesiumlannoituksen vaikutus eri koepaikkojen maan happamuuteen oli vähäinen (taulukko 9).

Kokeiden 1 ja 8 maan magnesiumpitoisuus oli korkea eikä magnesiumlannoitus vaikuttanut siihen (taulukko 9). Muutamissa kokeissa (2, 3, 5 ja 7) ensimmäisenä vuotena annettu magnesiumlannoitus ei enää toisena vuotena näkynyt maan magnesiumpitoisuudessa. Vuosittain uusittu lannoitus sen sijaan oli kohottanut näiden koepaikkojen maan magnesiumpitoisuutta. Muissa kokeissa (4, 6, 9 ja 10, kaikki turvemaita) yksinomaan ensimmäisenä vuotena samoin kuin molempina vuosina annetut magnesiumlannoitukset vaikuttivat kumpikin merkitsevästi maan magnesiumpitoisuuteen.

Keskimääräinen magnesiumlannoituksen aiheuttama maan magnesiumpitoisuuden muutos oli koko aineistossa ja niukasti magnesiumia sisältäneillä koepaikoilla kokeiden päätyttyä seuraava:

	Ilman Mg	1. vuotena			1. ja 2. vuotena		
		Mg ₁	Mg ₂	Mg ₃	Mg ₁	Mg ₂	Mg ₃
		Muutos Mg mg/l					
Koko aineisto	200	8	29	44	29	68	102
Alle 75 mg/l Mg	43	4	18	33	31	61	100
		Muutos %					
Koko aineisto		4	15	22	15	34	51
Alle 75 mg/l Mg		9	42	77	72	142	233

Niukasti magnesiumia sisältäneillä mailla maan magnesiumpitoisuuden nousu oli suhteellisesti (%) suurempi kuin koko aineistossa, mutta määrällisesti lähes sama. Vuosittain uusittu lannoitus kohotti vähän magnesiumia sisältävien maiden magnesiumpitoisuutta tehokkaammin kuin sama määrä magnesiumia yhtenä eränä annettuna. Koko aineistossa taas 114 kg/ha Mg (Mg₂) yhtenä eränä kohotti maan magnesiumpitoisuutta yhtä paljon kuin sama magnesiummäärä kahtena eränä eli 57 kg Mg (Mg₁) vuodessa.

Tarkastelu

Suurin osa tutkimuksen kokeista oli happamilla mailla. Magnesiumsulfaattilannoitus ei lisännyt maan happamuutta, ja lannoituksen vaikutukset sadon määrään ja laatuun olivat vähäiset. Tämä johtune osittain siitä, että magnesiumsulfaatti sopii maille, joilla kalkitus ei ole tarpeen (KERÄNEN ja JOKINEN 1964). Magnesiumlannoituksen antama nettotuottokin jäi ehkä siksi näissä kaksi vuotta jatkuneissa kokeissa negatiiviseksi. Myös hallan vaurioilla ja kasvustojen lakoutumisella lienee osuutensa heikkoihin tuloksiin.

Tässä aineistossa saadut tulokset tukevat aikaisempia tutkimuksia siitä, että magnesiumlannoitus lisää viljojen jyväsatoa niukastikin magnesiumia sisältävillä mailla vain lievästi (JOKINEN ja SIMOJOKI 1975, JOKINEN 1977a).

Astiakokeessa on kuitenkin todettu, että kasvualustan magnesiumpitoisuuden alenteissa kauran jyväsadon muodostuminen riippuu selvemmin kuin olkisadon muodostuminen kasvin magnesiumin saannista (JOKINEN 1977b). Kenttäkokeissa on saatu saman suuntaisia tuloksia (ANON. 1972). Maan magnesiumvarojen niukkuus vähentää siis jyväsatoa, ja magnesiumlannoituksen edullisuus ilmenee näin ollen jyväsadon lisääntymisenä.

Ennen magnesiumin puutteen aiheuttamaa jyväsadon vähenemistä alenee olkien magnesiumpitoisuus (JOKINEN 1977c). Vaikka magnesiumkäsittelyt eivät vaikuttaneetkaan tässä tutkimuksessa jyväsatoon merkitsevästi, ne kohottivat kuitenkin olkien magnesiumpitoisuutta.

Viljan viljelyyn erikoistuneilla tiloilla magnesiumsulfaattina annettavaa magnesiumlannoitusta voidaan pitää tarkoituksenmukaisena vain, jos kalkitusta ei tarvita. Mikäli maan pH-luku on alle kuuden suositellaan dolomiittikalkin käyttöä magnesiumin puutteen poistamiseen.

Kirjallisuutta

- ANON. 1972. Maatalouden tutkimuskeskus, Keski-Suomen koeasema tutkimustuloksia vuodelta 1972. Moniste 76 p.
- JOKINEN, R. 1971. Magnesiumlannoituksen vaikutus satoihin ja maahan. Referat: Magnesiumgödslingens skördeeffekt. *Kehittyvä Maatalous* 2: 11-18.

- JOKINEN, R. 1977a. Magnesiumlannoitus, kalkitus ja runsas kaliumlannoitus. Referat: Magnesiumgödsling, kalkning och riklig kaliumgödsling. *Kehittyvä Maatalous* 36: 23-36.
- " 1977b. Effect of added magnesium, potassium, lime and nitrogen on oats I. Yields. Selostus: Magnesium-, kalium- ja typpilannoituksen sekä kalkituksen vaikutus I. Kauran satoon. *Maatal.tiet. Aikak.* 49: 283-295.
- " 1977c. Effect of added magnesium, potassium, lime and nitrogen on oats II. Nutrient content, cation ratios and magnesium uptake. Selostus: Magnesium-, kalium- ja typpilannoituksen sekä kalkituksen vaikutus II. Kauran ravinnepitoisuuksiin, kationien suhteeseen ja magnesiumin ottoon. *Maatal.tiet. Aikak.* 49: 296-314.
- " & SIMOJOKI, P. 1975. Magnesiumlannoitus viljanviljelyssä. Referat: Magnesiumgödsling vid spannmålsodling. *Kehittyvä Maatalous* 27: 22-29.
- KERÄNEN, T. & JOKINEN, R. 1964. Magnesiumin puutteen torjuminen magnesiumpitoisuudeltaan erilaisilla kalkkikivijauheilla. *Ann. Agric. Fenn.* 3: 244-255.

Taulukko 1. Koepaikkojen maan ominaisuudet

Koe n:o	Kunta	Maalaji	pH	Ravinteisuus, mg/l		
				K	Ca	Mg
1	Loimaa	HsS	6.7	248	3280	594
2	Luvia	LjS	4.6	242	1030	54
3	Hartola	Mm	5.0	106	1540	82
4	Jämsä	HHT	5.8	30	1040	32
5	Pihtipudas	Ct	4.9	55	1960	217
6	Ilomantsi	HHT	6.0	40	600	17
7	Kälviä	Ct	4.5	59	1460	182
8	"	Ct	5.6	44	1890	454
9	Utajärvi	Ct	4.4	55	700	44
10	Vaala	Ct	4.8	35	1020	161

Taulukko 2. Magnesiumlannoituksen vaikutus kevätiljojen jyväsatoon (kg/ha).

Koe Kunta n:o	Kasvi	Vuosi	Ilman		Mg ₁		Mg ₂		Mg ₃	
			Mg	Mg ₁	Mg ₁ +Mg ₁	Mg ₂	Mg ₂ +Mg ₂	Mg ₃	Mg ₃ +Mg ₃	
1	Loimaa	1. v.	3790 ^a	3930 ^a	3420 ^a	3760 ^a				
		2. v.	4480 ^a	4910 ^b	4470 ^a	4480 ^a	4550 ^a	4360 ^a		
2	Luvia	1. v.	2820 ^a	2930 ^b	3040 ^c	3080 ^c				
		2. v.	3570 ^b	3250 ^{ab}	3540 ^b	3300 ^{ab}	3740 ^b	3210 ^{ab}		
3	Hartola	1. v.	3390 ^a	3440 ^a	3430 ^a	3390 ^a				
		2. v.	3210 ^a	3280 ^a	3220 ^a	3160 ^a	3300 ^a	3170 ^a		
4	Jämsä	1. v.	3550 ^{ab}	3590 ^{ab}	3470 ^a	3870 ^b				
		2. v.	3120 ^a	3350 ^a	3360 ^a	3480 ^a	3360 ^a	3650 ^a		
5	Pihlkipudas	1. v.	2560 ^a	2670 ^a	2570 ^a	2710 ^a				
		2. v.	2050 ^a	2310 ^b	2230 ^a	2480 ^b	2190 ^a	2310 ^b		
6	Ilomantsi	1. v.	2400 ^a	2270 ^a	2500 ^a	2740 ^a				
		2. v.	2630 ^a	2530 ^a	2530 ^a	2500 ^a	2590 ^a	2520 ^a		
7	Kälviä	1. v.	2310 ^a	2350 ^a	2210 ^a	1980 ^a				
		2. v.	1540 ^a	1130 ^a	1530 ^a	1220 ^a	1760 ^b	1240 ^a		
8	Kälviä	1. v.	3150 ^a	3420 ^a	3330 ^a	3270 ^a				
		2. v.	2510 ^a	2820 ^a	2250 ^a	2370 ^a	2600 ^a	2850 ^a		
9	Utajärvi	1. v.	1420 ^a	1590 ^a	1620 ^a	1810 ^a				
		2. v.	2610 ^a	2490 ^a	2810 ^a	2700 ^a	3250 ^a	3450 ^b		
10	Vaala	1. v.	1810 ^a	1860 ^a	2030 ^a	2100 ^b				
		2. v.	1560 ^a	1610 ^a	1840 ^a	1880 ^a	1690 ^a	1660 ^a		

Kunkin koepaikan yhden vuoden tulokset eivät poikkea merkitsevästi (95 %) toisistaan, jos niiden yläviitteenä esiintyy sama kirjain.

Taulukko 3. Viljojen hehtoliträn paino (kg)

Koe	Kasvi	Vuosi	Ilman Mg	Mg ₁	Mg ₁ +Mg ₁	Mg ₂	Mg ₂ +Mg ₂	Mg ₃	Mg ₃ +Mg ₃
1	kaura	1.v.	51.5	52.3		50.5		51.9	
	"	2.v.	50.8	50.1	49.9	50.7	50.3	50.3	49.9
2	"	1.v.	53.9	54.2		55.0		55.4	
	"	2.v.	48.4	48.8	48.6	47.2	48.8	48.0	48.4
3	"	1.v.	47.2	47.0		48.0		47.0	
	"	2.v.	47.6	47.6	46.8	46.8	50.1	49.3	50.5
4	"	1.v.	52.2	54.0		53.4		53.1	
	"	2.v.	57.0	57.5	56.8	57.8	56.8	57.6	57.7
5	ohra	1.v.	47.7	47.1		46.5		48.2	
	sekav.	2.v.	..	..	..	..	..	..	..
6	ohra	1.v.	64.4	65.8		65.2		65.0	
	kaura	2.v.	54.0	52.3	52.2	52.1	54.0	53.3	54.6
7	"	1.v.	41.1	40.4		42.5		40.4	
	ohra	2.v.	64.8	65.6	65.0	65.2	66.2	59.9	59.5
8	kaura	1.v.	31.3	32.0		32.0		31.7	
	ohra	2.v.	65.1	65.8	65.2	64.8	64.4	63.5	66.2
9	kaura	1.v.	31.7	32.9		30.9		32.8	
	"	2.v.	43.8	45.2	47.4	43.5	46.0	43.3	43.1
10	"	1.v.	27.9	30.0		28.9		28.5	
	ohra	2.v.	54.3	55.3	55.3	54.1	55.5	54.7	55.7
Keskim.									
	kaura	1.v.	42.1 ^a	42.9 ^a		42.7 ^a		42.6 ^a	
	ohra	"	56.1 ^a	56.5 ^a		55.9 ^a		56.6 ^a	
	kaura	2.v.	49.6 ^a	50.3 ^a	50.3 ^a	49.7 ^a	51.0 ^a	50.3 ^a	50.7 ^a
	ohra	"	61.4 ^a	62.2 ^a	61.8 ^a	61.4 ^a	62.0 ^a	59.4 ^a	60.5 ^a

Kauran tai ohran yhden vuoden tulokset eivät poikkea merkitsevästi toisistaan, jos yläviitteenä esiintyy sama kirjain

Taulukko 4. Viljojen 1000 siemenen paino (g)

Koe	Kasvi	Vuosi	Ilman Mg	Mg ₁	Mg ₁ +Mg ₁	Mg ₂	Mg ₂ +Mg ₂	Mg ₃	Mg ₃ +Mg ₃
1	kaura	1.v.	31.0	33.2		31.1		34.5	
	"	2.v.	35.2	34.7	35.5	36.7	35.3	34.9	35.6
2	"	1.v.	28.0	28.2		26.8		27.7	
	"	2.v.	31.1	31.0	31.1	31.2	31.6	30.2	32.5
3	"	1.v.	30.7	30.2		29.8		30.4	
	"	2.v.	33.1	32.9	33.1	33.0	32.3	32.0	33.2
4	"	1.v.	29.1	30.1		28.4		28.9	
	"	2.v.	31.8	31.7	31.7	31.7	31.3	31.3	31.0
5	ohra	1.v.	26.7	26.0		24.5		26.9	
	sekav.	2.v.	..	..	..	..	..	..	..
6	ohra	1.v.	34.4	36.5		32.5		32.8	
	kaura	2.v.	31.7	30.7	31.1	29.4	30.6	30.0	30.9
7	"	1.v.	23.0	21.9		21.9		20.8	
	ohra	2.v.	40.9	41.4	41.6	42.3	42.6	41.6	43.2
8	kaura	1.v.	18.2	20.2		19.3		18.6	
	ohra	2.v.	38.9	39.5	39.6	37.8	37.2	38.5	41.1
9	kaura	1.v.	16.6	15.7		17.6		17.5	
	"	2.v.	29.4	28.4	29.8	30.2	29.3	29.9	29.3
10	"	1.v.	16.3	18.1		16.8		17.0	
	ohra	2.v.	38.5	36.8	38.1	38.5	38.4	38.2	37.8
Keskim.									
	kaura	1.v.	24.1 ^a	24.7 ^a		24.0 ^a		24.4 ^a	
	ohra	"	30.6 ^a	31.3 ^a		28.5 ^a		29.9 ^a	
	kaura	2.v.	31.9 ^a	29.9 ^a	32.1 ^a	32.0 ^a	31.7 ^a	31.4 ^a	32.1 ^a
	ohra	"	39.4 ^a	39.2 ^a	39.8 ^a	39.5 ^a	39.4 ^a	39.4 ^a	40.7 ^a

Yläviitteitten selitykset taulukossa 3.

Taulukko 5. Magnesiumlannoituksen vaikutus satojen magnesiumpitoisuuteen (Mg mg/g kuiva-ainetta).

Koe n:o	Ilman Mg	Mg ₁	Mg ₁ +Mg ₁	Mg ₂	Mg ₂ +Mg ₂	Mg ₃	Mg ₃ +Mg ₃
Jyvät							
1	0.8	1.1		1.1		1.2	
	1.4	1.2	1.3	1.2	1.3	1.3	1.4
2	1.1	1.3		1.6		1.4	
	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.2
3	1.0	1.3		1.3		1.4	
	1.1	1.2	1.2	1.1	1.2	1.2	1.3
4	..	..		..		..
	1.2	1.3	1.3	1.2	1.1	1.2	1.2
5	1.3	1.2		1.2		1.1	
	1.4	1.4	1.4	1.3	1.4	1.4	1.4
6	0.9	0.8		1.2		1.3	
	1.3	1.3	1.3	1.2	1.4	1.4	1.3
7	1.9	1.6		1.6		1.7	
	1.3	1.4	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4
8	1.3	1.6		1.5		1.8	
	1.3	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3
9	1.4	1.6		1.3		1.6	
	1.2	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.5
10	1.5	1.7		1.6		1.6	
	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4
Oljet							
1	1.7	1.6		1.7		1.7	
	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	0.7	0.6		0.9		0.8	
	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.7
3	0.6	0.6		0.9		0.8	
	0.6	0.5	0.7	0.6	0.7	0.5	0.8
4	..	..		..		..
	0.9	0.8	1.1	1.2	1.0	1.2	1.3
5	1.0	1.1		1.3		1.5	
	1.8	1.5	1.9	1.5	2.4	1.6	2.6
6	0.6	0.8		0.8		1.2	
	0.5	0.7	0.8	0.8	1.0	0.8	1.1
7	3.2	3.5		2.8		3.7	
	0.7	0.9	1.1	0.8	1.1	1.0	1.4
8	2.6	2.2		2.2		2.3	
	1.4	1.4	1.7	1.7	1.5	1.5	1.6
9	1.9	1.5		1.8		1.9	
	1.6	1.4	2.2	2.2	2.3	2.5	2.7
10	3.3	3.2		3.7		..	
	3.3	3.4	3.4	3.0	3.7	2.7	3.2
Keskim.							
Jyvät 1.v.	1.3 ^a	1.4 ^a		1.4 ^a		1.4 ^a	
2.v.	1.3 ^a	1.3 ^a	1.3 ^a	1.2 ^a	1.3 ^a	1.3 ^a	1.3 ^a
Oljet 1.v.	1.7 ^a	1.7 ^a		1.8 ^a		1.7 ^a	
2.v.	1.2 ^a	1.2 ^a	1.5 ^{ab}	1.3 ^a	1.5 ^{ab}	1.3 ^a	1.6 ^b

Jyvien tai olkien vuosittaiset tulokset eivät poikkea merkitsevästi toisistaan, jos yläviitteenä esiintyy sama kirjain.

Taulukko 6. Magnesiumlannoituksen vaikutus satojen kalsiumpitoisuuteen (Ca mg/g kuiva-ainetta).

Koe n:o	Ilman Mg	Mg ₁	Mg ₁ +Mg ₁	Mg ₂	Mg ₂ +Mg ₂	Mg ₃	Mg ₃ +Mg ₃
Jyvät							
1	0.7 0.8	0.7 0.8	0.8	0.7 0.8	0.7 0.7	0.6 0.7	0.8
2	0.6 0.6	0.5 0.5	0.6	0.5 0.6	0.6 0.6	0.7 0.5	0.6
3	0.7 0.7	0.7 0.7	0.7	0.6 0.6	0.6 0.6	0.6 0.6	0.6
4	0.7 0.4	0.7 0.4	0.7	0.7 0.6	0.6 0.5	0.6 0.5	0.6
5	0.5 0.4	0.5 0.4	0.5	0.5 0.4	0.5 0.4	0.5 0.4	0.4
6	0.7 0.8	0.7 0.8	0.6	0.7 0.7	0.6 0.6	0.7 0.8	0.7
7	0.4 1.0	0.4 1.0	0.4	0.4 1.0	0.4 0.4	0.4 1.0	0.4
8	0.4 1.4	0.4 1.4	0.4	0.4 1.3	0.4 0.5	0.4 0.6	0.4
9	0.7 1.5	0.6 1.3	0.5	0.6 1.2	0.5 0.4	0.6 0.5	0.5
10	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4
Oljet							
1	2.9 3.6	3.2 3.7	3.1	3.3 3.2	3.2	3.0 3.3	3.3
2	2.0 2.6	2.3 2.6	2.9	2.9 2.7	2.2	2.1 2.3	2.6
3	2.9 3.0	2.5 2.7	3.3	2.4 2.7	2.7	2.4 2.8	2.6
4	3.6 2.5	3.1 3.0	3.0	3.0 2.9	3.4	3.6 2.8	3.8
5	3.6 3.2	3.6 2.7	3.2	3.5 2.4	3.5	3.6 2.7	3.7
6	3.9 3.4	3.1 3.8	2.8	3.1 3.0	2.7	2.8 3.8	2.5
7	4.0 2.5	4.9 2.2	5.1	4.6 1.8	4.7	5.1 2.4	6.0
8	3.9 4.0	4.3 3.8	4.1	4.5 2.6	4.0	4.6 3.5	3.6
9	5.0 3.8	4.9 3.9	5.2	4.6 4.1	4.7	5.7 7.0	4.9
10	5.5	6.1	5.8	6.0	5.1	7.0	4.9
Keskim.							
Jyvät 1.v.	0.8 ^a	0.8 ^a		0.8 ^a		0.8 ^a	
2.v.	0.6 ^a	0.6 ^a	0.6 ^a	0.6 ^a	0.5 ^a	0.6 ^a	0.5 ^a
Oljet 1.v.	3.0 ^a	3.0 ^a		2.8 ^a		2.8 ^a	
2.v.	3.9 ^{ab}	3.9 ^{ab}	3.9 ^{ab}	3.8 ^{ab}	3.6 ^a	4.1 ^b	3.8 ^{ab}

Yläviitteiden selitykset taulukossa 5.

Taulukko 7. Magnesiumlannoituksen vaikutus satojen kaliumpitoisuuteen
(K mg/g kuiva-ainetta).

Koe n:o	Ilman Mg	Mg ₁	Mg ₁ +Mg ₁	Mg ₂	Mg ₂ +Mg ₂	Mg ₃	Mg ₃ +Mg ₃
Jyvät							
1	5.2	5.4		5.3		5.2	
	4.2	3.8	4.0	3.8	4.0	4.1	4.2
2	5.9	5.7		5.5		5.4	
	4.5	4.7	4.4	4.2	4.4	4.5	4.9
3	7.2	7.1		6.8		7.0	
	4.2	4.6	4.6	4.3	4.2	4.3	4.4
4	..	..		..		..
	4.3	5.2	4.4	4.1	3.8	4.1	3.7
5	7.7	7.8		8.2		8.0	
	4.4	4.1	4.6	4.0	4.2	4.0	4.6
6	7.3	7.4		6.6		7.0	
	3.6	3.4	3.2	3.4	3.5	3.3	3.3
7	6.2	6.0		5.9		6.5	
	4.9	5.3	5.1	5.0	5.4	5.3	5.1
8	6.0	5.7		5.9		5.5	
	5.5	5.6	5.5	5.4	5.4	5.7	5.4
9	5.7	5.1		5.2		5.5	
	4.5	4.5	4.4	4.5	4.8	4.5	4.5
10	7.3	7.2		7.1		7.2	
	4.8	4.7	4.9	4.9	4.8	4.8	4.7
Oljet							
1	19.2	18.4		16.8		18.4	
	17.0	15.7	17.2	17.0	18.6	14.2	17.7
2	28.1	26.1		24.4		26.1	
	37.0	36.0	38.0	37.0	41.0	40.0	38.4
3	27.8	28.4		22.4		24.6	
	17.0	18.1	18.7	18.1	17.4	15.6	18.1
4	..	..		..		..
	17.0	13.8	16.2	17.3	14.0	15.5	17.0
5	26.9	25.9		25.6		25.0	
	25.3	24.4	25.4	25.6	28.0	25.6	29.6
6	21.0	21.0		19.6		20.9	
	13.2	13.8	13.2	13.0	12.5	14.5	10.5
7	15.3	15.9		16.3		15.3	
	9.6	11.6	11.8	8.7	10.6	10.7	13.3
8	11.6	10.0		10.8		9.6	
	13.6	13.8	15.0	17.6	14.0	16.8	13.6
9	12.2	12.8		11.0		9.0	
	26.8	22.2	25.5	20.0	27.8	18.7	26.9
10	16.0	14.2		14.8		..	
	21.9	27.3	22.7	25.1	19.6	22.2	20.6
Keskim.							
Jyvät 1.v.	6.5 ^a	6.4 ^a		6.3 ^a		6.4 ^a	
2.v.	4.1	4.6 ^a	4.5 ^a	4.4 ^a	4.5 ^a	4.5 ^a	4.5 ^a
Oljet 1.v.	19.8 ^a	19.2 ^a		18.0 ^a		18.6 ^a	
2.v.	19.8 ^a	19.7 ^a	20.4 ^a	19.9 ^a	20.4 ^a	19.4 ^a	20.6 ^a

Yläviitteiden selitykset taulukossa 5.

Taulukko 8. Magnesiumlannoituksen vaikutus satojen typpipitoisuuteen (N mg/g kuiva-ainetta).

Koe N:o	Jyvät			Oljet		
	Ilman Mg	Mg ₃	Mg ₃ +Mg ₃	Ilman Mg	Mg ₃	Mg ₃ +Mg ₃
1	24.2	23.2		7.1	8.3	
	21.6	21.7	22.4	7.4	8.6	9.4
2	26.0	26.5		10.0	8.8	
	24.8	24.6	25.1	13.8	9.7	14.4
3	20.2	19.1		5.4	7.7	
	21.3	21.3	22.5	6.0	5.0	5.7
4	..	..		..		..

5	20.1	20.6		11.1	12.7	
	23.1	22.9	23.1	8.0	7.2	12.1
6	18.6	16.3		7.9	8.1	
	23.2	22.9	23.8	8.2	9.0	7.2
7	25.3	27.9		13.3	13.8	
	23.1	22.0	25.5	11.5	14.1	16.7
8	21.5	21.4		19.8	21.1	
	20.7	19.3	20.0	8.0	8.4	8.1
9	19.1	18.8		18.2	16.0	
	23.1	23.4	24.0	11.5	9.1	7.7
10	22.8	25.8		18.2	..	
	27.3	28.1	26.8	21.8	20.8	21.8
1.v.	22.0 ^a	22.2 ^a		12.3 ^a	12.1 ^a	
2.v.	23.1 ^a	22.9 ^a	23.7 ^a	10.7 ^a	10.2 ^a	11.5 ^a

Yläviitteiden selitykset taulukossa 5.

Taulukko 9. Maan pH ja magnesiumpitoisuus (Mg mg/l) kokeiden päätyttyä.

Koe n:o	Ilman Mg	Mg ₁	Mg ₁ +Mg ₁	Mg ₂	Mg ₂ +Mg ₂	Mg ₃	Mg ₃ +Mg ₃
pH							
1	6.5	6.5	6.6	6.5	6.6	6.5	6.5
2	4.8	4.7	4.8	4.8	4.7	4.7	4.7
3	5.3	5.3	5.2	5.2	5.1	5.3	5.0
4	5.8	5.8	5.8	5.7	5.8	5.7	5.7
5	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.7
6	6.0	6.1	5.9	6.0	5.9	6.1	5.9
7	4.4	4.4	4.4	4.5	4.3	4.5	4.4
8	5.5	5.6	5.6	5.4	5.5	5.5	5.4
9	4.3	4.3	4.3	4.1	4.0	4.1	4.1
10	4.6	4.7	4.5	4.7	4.4	4.7	4.4
Keskim.	5.2	5.2	5.2	5.2	5.1	5.2	5.1
Mg mg/l							
1	671 ^a	631 ^a	582 ^a	719 ^a	678 ^a	723 ^a	710 ^a
2	50 ^a	46 ^a	67 ^b	49 ^a	88 ^c	52 ^a	115 ^d
3	74 ^a	74 ^a	100 ^a	99 ^a	167 ^b	99 ^a	161 ^b
4	37 ^a	41 ^a	70 ^{bc}	62 ^b	92 ^d	78 ^{cd}	133 ^e
5	223 ^a	237 ^a	267 ^a	256 ^a	352 ^b	285 ^a	342 ^b
6	28 ^a	32 ^{ab}	60 ^c	46 ^b	77 ^d	70 ^{cd}	124 ^e
7	237 ^a	279 ^a	302 ^{ab}	276 ^a	346 ^{ab}	296 ^{ab}	436 ^b
8	479 ^a	497 ^a	581 ^a	482 ^a	528 ^a	530 ^a	543 ^a
9	55 ^a	69 ^{ab}	98 ^c	85 ^{bc}	158 ^d	103 ^c	199 ^e
10	146 ^a	176 ^{abc}	161 ^{ab}	212 ^{cd}	197 ^{bc}	207 ^{bc}	253 ^d
Keskim.	200	208	229	229	268	244	302

