

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
MAANVILJELYSKEMIAN JA -FYSIIKAN LAITOS

TIEDOTE N:o 1

RAILI JOKINEN:

PERUNAN MAGNESIUM- JA MANGAANILANNOITUS

VANTAA 1977

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

MAANVILJELYSKEMIAN JA -FYSIIKAN LAITOS

TIEDOTE N:o 1

RAILI JOKINEN:

PERUNAN MAGNESIUM- JA MANGAANILANNOITUS

PL 18

01301 VANTAA 30

PUH. 831 941

Sisältö

	Sivu
Ydin	1
Johdanto	2
Aineisto	2
Tulokset	3
Tarkastelu	5
Kirjallisuutta	6
Tulostaulukot	7

Ydin

Maatalouden tutkimuskeskuksen maanviljelyskemian ja -fysiikan laitos ja koeasemat suorittivat vuosina 1968-70 perunan magnesium- ja mangaanilannoituskokeita 22 koepaikalla, joilta korjattiin yhteensä 36 koesatoa. Magnesiumlannoitteena käytettiin magnesiumsulfaattia (19 % Mg) 400 ja 800 kg/ha sekä mangaanilannoitteena mangaanosuperfosfaattia (2 % Mn) 880 kg/ha.

Magnesiumsulfaattilannoituksen vaikutus jäi kaikissa kokeissa suhteellisen pieneksi. Lannoitus lisäsi kuitenkin merkittävästi keskimääräistä mukulasatoa niillä koepaikoilla, joilla maan magnesiumpitoisuus oli alle 100 mg/l. Näillä koepaikoilla 400 kg/ha magnesiumsulfaattia lisäsi mukulasatoa keskimäärin 1,3 t/ha vuodessa. Myös 800 kg/ha magnesiumsulfaattia lisäsi toisen vuoden mukulasatoa 1,3 t/ha, mutta ensimmäisenä vuonna sadonlisäys oli vain 0,3 t/ha.

Mangaanosuperfosfaatti lisäsi perunan mukuloiden kokoa, mutta ei vaikuttanut sadon määrään eikä vähentänyt rupisuutta.

Perunan tärkkelyspitoisuus ei riippunut magnesium- tai mangaanilannoitteen käytöstä.

Johdanto

Aikaisempien tutkimusten mukaan magnesiumlannoitus lisää perunan satoa alhaisen magnesiumpitoisuuden omaavilla mailla (VARIS 1972). Noin 30 t mukulasato ottaa maasta keskimäärin 40 kg magneesiumia. Toisaalta runsas magnesiumlannoitus on jopa haitallista riittävästi magnesiumia sisältävillä mailla (JOKINEN 1971).

Mangaanilannoituksen on todettu lisäävän perunan satoa (Mc LEAN ym. 1944) ja vähentävän perunaruven esiintymistä (Mc GREGOR ja WILSON 1964). Fosforilannoitus edistää kasvien mangaanin saantia.

Tässä tutkimuksessa selvitetään magnesium- ja mangaanilannoituksen vaikutusta perunan satoon, mukuloiden kokoon, tärkkelyspitoisuuteen ja rupisuuteen.

Aineisto

Maanviljelyskemian ja -fysiikan laitoksen kiinteillä koekentillä eri puolilla Suomea sekä koeasemilla oli vuosina 1968-70 perunan magnesium- ja mangaanilannoituskokeita. Magnesiumlannoitteena käytettiin magnesiumsulfaattia ja mangaanilannoitteena mangaanosuperfosfaattia, jota valmistettiin koe-erä tätä koetta varten.

Koesuunnitelma oli seuraava:

	tunnus
a. NPK	
b. " + 400 kg magnesiumsulfaattia	Mg ₁
c. " + 800 " " "	Mg ₂
d. NK + 880 " mangaanosuperfosfaattia	Mn

Aluslannoituksena kokeet saivat 400 kg kalkkisalpietaria, 400 kg kaliumsulfaattia sekä magnesiumsulfaatti- ja NPK-ruudut 800 kg superfosfaattia.

Kokeita perustettiin kaikkiaan 22, joista 14 jatkui vielä toisena vuonna. Ne saivat silloin vain samansuuruisen NPK-lannoituksen kuin ensimmäisenäkin vuonna. Kaikissa kokeissa oli neljä kerrainta.

Kokeista punnittiin perunasadot (kg/ha) ja määritettiin sadon tärkkelyspitoi-

suus (%). Silmävaraisessa rupisuuden arvostelussa käytettiin seuraavaa asteikkoa:

Luokka	Ruven peitossa % mukulan pinnasta
1	0 - 5
2	6 - 10
3	11 - 20
4	21 - 50
5	51 - 100

Sadon lajittelussa erotettiin yli 5,5 cm:n, 4,0 - 5,5 cm:n ja alle 4,0 cm:n läpimittaiset mukulat omiksi ryhmikseen. Tulokset ilmoitetaan paino-%:na.

Ensimmäisenä vuonna ennen lannoitteiden levitystä otetuista maanäytteistä tehtiin viljavuusanalyysi (taulukko 1). Maan mangaanipitoisuutta ei määritetty, koska pH kuvastaa mangaanilannoituksen tarvetta jopa paremmin kuin maan mangaanipitoisuus (SEMB ja ØIEN 1970).

Maan pH oli 11 kokeessa 6 tai sen yli ja 11 kokeessa alle 6. Aineistossa oli 9 koetta, joissa maan magneesiumpitoisuus oli alle 100 mg/l. Kokeen 17 maananalyysin tulokset puuttuvat.

Tulokset

Koko aineistossa magnesiumlannoituksella saadut keskimääräiset sadonlisäykset olivat eri vuosina seuraavat:

	Kokeita	Sato, t/ha ilman Mg	Sadonlisäys t/ha Mg ₁	Mg ₂
1. vuosi	22	25.08	0.47	0.09
2. "	14	24.65	-0.12	0.45

Magneesiumlannoituksen satoa lisäävä vaikutus oli vain muutamissa kokeissa merkitsevä (taulukko 2). Yhdellä runsaasti magnesiumia sisältävällä koepaikalla magnesiumlannoitus jopa pienensi satoa merkitsevästi, mutta vain ensimmäisenä vuonna (koe 21).

Koepaikoissa, joissa maa sisälsi magnesiumia alle 100 mg/l, magnesiumlannoituksella saatiin seuraavat keskimääräiset sadonlisäykset:

	Kokeita	Sato, t/ha ilman Mg	Sadonlisäys, t/ha		Merkitsevyys	
			Mg ₁	Mg ₂	Mg-lann.	Mg-määrä
1. vuosi	9	27.50	1.48	0.26	*	*
2. "	7	23.47	1.10	1.32	xxx	

Kahden vuoden aikana magnesiumlannoituksella saatu sadonlisäys oli pienellä magnesiummäärällä yhteensä 2.58 t/ha ja suurella lannoitemäärällä 1.58 t/ha.

Magnesiumlannoituksen aiheuttama sadonlisäys ei ollut selvässä vuorosuhteessa maan magnesiumpitoisuuteen tai kaliumin ja magnesiumin suhteeseen. Parittaiset korrelaatiokertoimet (r) olivat seuraavat:

Maan ravinteisuus	Magnesiumlannoituksella saatu sadonlisäys		
	1.vuosi	2.vuosi	Koko aineisto
Mg mg/l (kaikki kokeet)	- 0.27	- 0.34	- 0.25
Mg alle 100 mg/l	- 0.18	- 0.58	- 0.55 ^x
K/Mg (kaikki kokeet)	0.17	0.14	0.12

Mangaanosuperfosfaatin vaikutus oli riippumaton maan happamuudesta ($r=0.29$). Keskimääräiset sadonmuutoksetkaan (1.vuosi -0.11 t/ha, 2.vuosi +0.08 t/ha) eivät olleet merkitseviä.

Magnesium- ja mangaanilannoitus eivät lisänneet merkitsevästi perunan tärkkelyspitoisuutta (taulukko 3). Vähän magnesiumia sisältävillä koepaikoillakaan ei todettu magnesiumlannoituksen vaikuttavan tärkkelyspitoisuuteen.

Läpimitaltaan yli 5,5 cm:n mukuloiden määrä lisääntyi merkitsevästi käytettäessä mangaanosuperfosfaattia (taulukko 4). Magnesiumlannoituksen vaikutus oli saman suuntainen, mutta ei yhtä selvä.

Mangaanilannoitus näytti keskimäärin lisäävän perunan rupisuutta (taulukko 5). Tulos on kuitenkin epävarma, koska kolmen vuoden aikana otetuista 28 näytteestä vain seitsemässä rupisuus oli lisääntynyt. Rupisuuden lisääntyminen ei riippunut maan happamuudesta.

Magnesiumlannoituksen taloudellisuutta pyrittiin arvioimaan yksinkertaisella laskelmalla, jossa kustannuksiksi otettiin vain lannoituksen aiheuttamat me-

not. Magnesiumsulfaattilannoituksella saadun sadonlisäyksen aiheuttamia lisääntyneitä nosto- ja lajittelutyötä sekä varastointia ei laskelmassa otettu huomioon. Perunan hinnaksi oletettiin 0,50 mk/kg. Heinäkuussa 1977 magnesiumsulfaatti maksoi 73,25 mk/100 kg. Levityskustannukseksi arvioitiin 400 kg lannoitemäärälle 25 mk/ha ja 800 kg määrälle 30 mk/ha. Alle 100 mg/l magnesiumia sisältävillä mailla saatujen sadonlisäysten nettotuotto olisi tällöin seuraava:

Lannoituskustannus		Sadonlisäys		Nettotuotto	
Magnesiumsulfaatti kg/ha	Levitys mk/ha	Yht mk/ha	kg/ha	mk/ha	mk/ha
400	293	25	318	2580	972
800	586	30	616	1580	174

Pieni magnesiummäärä oli taloudellisesti edullisempi kuin suuri lannoitemäärä, kun kyseessä oli vain kaksi vuotta kestänyt koejakso.

Tarkastelu

Maan magnesiumpitoisuuden kriittinen raja on erilainen eri kasveilla. Se riippuu mm. kunkin kasvin tarvitsemasta magnesiummäärästä (HOLMES 1962). Tässä aineistossa alle 100 mg/l magnesiumia sisältävillä mailla magnesiumlannoituksella saatu keskimääräinen perunasadon lisäys oli merkitsevä (vert. VARIS 1972). Silti maan magnesiumpitoisuuden ja magnesiumlannoituksella saadun sadonlisäyksen välillä ei ollut selvää vuorosuhdetta.

Pieni magnesiumsulfaattimäärä lisäsi satoa ensimmäisenä vuonna tehokkaammin kuin suuri lannoitemäärä. Tämä todettiin sekä koko aineistossa että alle 100 mg/l magnesiumia sisältävien koepaikkojen tuloksissa. Maan magnesiumpitoisuudesta riippumatta saatiin 800 kg magnesiumlannoituksella pienempiä sadonlisäyksiä kuin 400 kg:lla. Suurempi lannoitusmäärä tuotti toisena vuonna parempia tuloksia kuin ensimmäisenä vuonna.

Mangaanilannoituksella saadut sadonlisäykset olivat vähäiset eikä maan happamuus vaikuttanut tuloksiin. AGERBERG ym. (1962) saivat mangaanilannoituksella suurimmat sadonlisäykset, kun maan pH oli yli 6. LAGERQVIST (1972) taas totesi,

ettei mangaanisulfaatti vaikuttanut perunan satoon.

Mc GREGORin ja WILSONin (1966) mukaan mangaanilannoitus lisää mukuloiden kokoa ja vähentää niiden rupisuutta. Aineisto oli kuitenkin pieni. Yhdenmukaisesti ruotsalaisen tutkimuksen (LAGERQVIST 1972) kanssa ei käsillä olevassa aineistossa todettu mangaanilannoituksen vähentävän perunan rupisuutta. Mukuloiden koon kasvu oli sen sijaan merkitsevä. Yksilöä kohti muodostuneiden mukuloiden lukumäärä oli samalla ehkä vähentynyt, koska sadon määrä ei muuttunut.

Kirjallisuutta

- AGERBERG, L. S., NÖMMIK, H. & ROOTS, L. 1962. Försök med mangan III. Statens Jordbruksförsök Medd. 138: 1-54.
- HOLMES, M. R. J. 1962. The magnesium requirements of arable crops. J. Sci. Food Agric. 11: 553-556.
- JOKINEN, R. 1971. Magnesiumlannoituksen vaikutus satoihin ja maahan. Kehityvä Maatalous 2: 8-11.
- LAGERQVIST, R. 1972. Rapport från försöksserie med mangansulfatgödsling till potatis i skorbekämpande syfte. Rapporter från avdelningen för växt-näringslära 47: 1-7.
- MCGREGOR, A. J. & WILSON, G. C. S. 1964. Die Wirkung von Mangansulfatgaben zu einen neutralen Boden auf Knollenertrag und Schorfbefall der Kartoffeln. Plant Soil 20: 59-64.
- MCLEAN, G., SPARKS, W. & BRINKLEY, A. M. 1944. The effect of certain minor elements on yield, size and skinn thickness of potato tubers. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 44.
- SEMB, G. & ØIEN, A. 1970. Orientterande undersøkelser over manganmangel i relasjon til pH og manganinnholdet i jorda. Forskn. Fors. Landb. 21: 125-137.
- VARIS, E. 1972. The effect of magnesium and potassium on the chemical composition and yield of the potato. Selostus: Magnesium- ja kalilannoituksen vaikutus perunan kemialliseen koostumukseen ja satoon. Acta Agric. Fenn. 128, 3: 1-13.

Taulukko 1. Koepaikkojen maan ominaisuudet

Koe n:o	Kunta	Maa- laji	pH	P	K mg/l	Ca	Mg
1	Mikkeli	KHt	6.2	9.9	220	1425	..
2	"	KHt	5.4	12.6	115	1110	70
3	Anjala	HsS	6.4	12.9	270	2675	225
4	"	HtS	6.4	18.8	180	3200	260
5	Toholampi	HHt	5.2	6.4	165	425	60
6	Ruukki	HHt	6.2	34.5	230	1925	215
7	Maaninka	KHt	5.7	22.0	240	1340	125
8	Laukaa	Ht	6.8	15.6	205	2200	115
9	Loimaa	As	5.3	6.4	383	1700	515
10	"	Mm	5.4	6.4	268	2440	490
11	Tammela	Ht	6.3	6.6	163	1290	90
12	Köyliö	Ht	6.1	25.7	146	1490	275
13	Ulvila	Ht	5.3	7.5	72	680	100
14	"	Ht	5.3	26.5	128	490	80
15	Hartola	Ht	6.0	3.9	130	1200	70
16	Ilomantsi	Ht	6.3	5.5	168	1200	60
17	Nurmes
18	"		5.8	38.7	235	1360	194
19	Himanka	Ht	4.9	6.3	54	535	60
20	Ruokolahti	KHt	5.6	13.8	70	850	60
21	Ala-Tornio	Ht	6.3	74.0	388	1930	400
22	"	Ht	6.2	45.0	45	1550	175

Taulukko 2. Magnesium- ja mangaanilannoituksen vaikutus perunan satoon (t/ha) eri koepaikoilla

Koe n:o	Vuosi	Sato t/ha				Satoerojen merkitsevyys	
		Ilman Mg ja Mn	Mg ₁	Mg ₂	Mn	Mg-lann.	Mn-lann.
1	1968	31.0	30.4	30.8	30.4		
2	1969	38.1	40.5	40.9	41.5		
	1970	30.3	31.6	32.5	30.6		
3	1968	28.9	26.4	26.9	24.5		
	1969	32.8	26.2	32.2	30.4		
4	1970	21.7	21.7	22.4	23.2		
5	1968	14.1	15.0	12.9	12.8		
6	1969	18.3	20.1	19.1	16.5		
	1970	38.5	38.8	38.2	38.9		
7	1968	33.4	34.7	35.3	33.5		
	1969	35.7	33.4	34.5	33.6		
	1970	31.3	30.2	29.9	28.3		
8	1968	25.0	24.4	26.7	25.5		
	1969	21.5	23.1	21.0	22.0		
9	1968	17.0	17.8	16.9	18.1		
10	1969	23.7	24.5	24.8	25.8		
11	1968	36.3	35.5	35.1	34.7		
12	1968	37.4	37.1	38.8	37.9		
13	1968	33.7	33.9	33.9	34.1		
	1969	21.6	22.0	22.3	21.5		
14	1968	20.7	21.1	21.4	21.6	xxx	xxx
	1969	14.2	14.4	14.8	14.6		
15	1968	38.4	42.4	38.8	38.4		
	1969	27.3	28.3	27.0	27.0		
16	1968	27.7	31.1	29.5	28.7		
	1969	17.3	18.0	18.4	18.6		
17	1968	27.4	28.4	26.5	30.8		
18	1969	18.1	14.1	17.9	16.8		
19	1968	11.7	12.7	11.1	11.3		
	1969	27.1	30.0	30.3	29.9		
20	1968	26.8	28.6	26.2	25.8		
	1969	26.5	27.7	28.2	26.3	xx	
21	1968	10.6	9.7	8.9	8.3	xx	xxx
	1969	12.0	12.9	13.2	14.4		xx
22	1968	11.8	12.1	9.0	9.2	xx	xxx
	1969	9.0	6.8	8.9	7.9		

Taulukko 3. Magnesium- ja mangaanilannoituksen vaikutus perunan
tärkkelyspitoisuuteen (%)

Koe n:o	Vuosi	Tärkkelyspitoisuus (%)			
		Ilman Mg ja Mn	Mg ₁	Mg ₂	Mn
1	1968	16.5	16.0	16.1	15.8
2	1969	11.9	12.7	11.5	11.8
	1970	16.8	16.9	17.5	17.6
3	1968	13.0	12.6	12.8	12.7
	1969	14.4	13.8	13.9	14.3
4	1970	19.6	18.9	19.7	17.7
5	1968	12.7	12.2	13.0	12.1
6	1969	14.9	15.7	15.5	15.2
	1970	15.5	15.9	15.6	16.0
7	1968	16.2	17.0	16.6	16.9
	1969	16.8	17.1	17.3	17.9
	1970	18.7	19.2	19.6	19.2
8	1968	14.0	14.6	14.0	13.5
	1969	11.1	10.7	10.7	11.1
9	1968	15.6	16.4	15.9	16.1
12	1968	13.7	13.9	13.9	13.6
13	1968	19.0	20.9	21.9	21.9
14	1968	14.8	14.6	16.1	13.5
15	1968	14.0	13.5	14.0	13.8
16	1968	11.9	12.2	11.8	11.3
	1969	13.5	13.1	12.6	13.1
17	1968	12.2	11.9	11.7	11.9
19	1968	15.6	15.3	15.3	16.1
	1969	13.5	12.7	13.0	13.0
20	1968	12.2	12.4	12.7	12.2
21	1968	11.4	10.9	11.1	11.9
	1969	15.1	14.9	15.1	14.9
22	1968	14.6	17.5	16.1	16.1
	1969	18.4	18.8	17.6	17.6
Keskim.		14.7	14.9	14.9	14.8

Taulukko 4. Magnesium- ja mangaanilannoituksen vaikutus mukulan kokoon

Koe n:o	Vuosi	Alle 4.0 cm, %		4.0-5.5 cm, %		Yli 5.5 cm, %	
		Ilman Mg ja Mn	Muutos Mg ₁ Mg ₂ Mn	Ilman Mg ₁ Mg ₂ Mn	Muutos Mg ₁ Mg ₂ Mn	Ilman	Muutos Mg ₁ Mg ₂ Mn
1	1968	8	0 0 0	63	2 2 -1	29	-2 -2 0
2	1969	4	0 -1 -1	53	-4 -3 -1	43	4 4 2
5	1970	7	0 -1 1	66	1 0 2	27	-1 1 -2
6	1968	20	2 -1 0	60	-4 -5 -1	20	2 6 1
6	1969	49	1 4 3	50	-2 -5 -4	1	1 1 1
9	1970	9	-1 -1 -1	44	-6 -5 -5	47	7 6 6
8	1968	28	-2 5 -5	52	-10 -14 3	20	12 9 2
9	1968	2	-1 2 -1	16	10 -2 4	83	-10 -1 -3
11	1968	9	3 4 4	22	9 2 0	69	-12 -6 -4
13	1968	15	-9 -8 -10	47	-5 12 -5	38	14 -4 15
14	1968	18	2 5 -6	49	11 -2 -10	33	-14 -3 17
15	1968	6	2 5 2	45	-10 -5 -5	49	8 0 3
17	1968	5	-3 0 -2	31	0 -8 -17	64	3 8 19
19	1968	37	-14 -7 -10	62	4 -3 3	2	9 10 6
20	1968	0	2 0 0	18	-4 -7 -1	82	2 7 1
Keskim.		14.5	-1.2 0.4 -1.7	45.1	-0.5-2.9-2.5	40.4	1.5 2.4 4.3*

* Muutos merkitsevä

Taulukko 5. Magnesium- ja mangaanilannoituksen vaikutus perunan rupisuuteen

Koe n:o	Rupisuusluokka 1-5				Erojen merkitsevyys	
	Ilman Mg ja Mn	Mg ₁	Mg ₂	Mn	Mg-lann.	Mn-lann.
1	1.0	1.0	1.0	1.0		
2	1.5	1.5	1.5	1.5		
3	1.0	1.5	2.0	2.0		
	1.0	1.0	1.0	1.0		
4	2.5	3.0	1.5	2.0		
	2.0	2.0	2.5	3.0		
5	5.0	5.0	5.0	5.0		
6	2.5	3.0	3.0	2.5		
	1.0	1.5	2.0	2.0		
7	4.5	4.5	4.5	3.5		
	4.5	4.5	4.5	4.0		
8	1.0	1.0	1.0	1.0		
	4.0	4.5	4.5	5.0		
9	5.0	5.0	5.0	5.0		
	1.5	1.0	1.5	2.5		
11	3.0	3.0	3.5	4.0		
12	1.0	1.0	1.0	1.0		
13	2.0	1.5	2.0	1.5		
14	2.5	2.0	2.0	2.5		
15	1.0	0.5	1.0	2.0		
16	1.5	1.5	1.0	1.5		
	4.0	4.5	4.0	5.0		
17	0.5	0.5	0.5	0.5		
19	0.0	0.0	0.0	0.0		
21	1.0	1.0	1.0	2.0		
	0.0	0.0	0.0	0.0		
22	2.5	2.0	2.0	2.5		
	1.5	1.5	2.0	1.0		
Keskim.	2.1	2.1	2.2	2.3		*

