

Magnesiummangel

II. Forsøg og undersøgelser på friland og i store urtepotter 1953-57

Ved ANNA WEBER

583. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

I årene 1948—53 blev der ved Statens plantepatologiske Forsøg udført nogle forsøg med magnesium, hvorfra resultaterne er offentliggjorte i 493. beretning: Tidsskr. f. Pl.: 421—462, 1955. Magnesiummangel ved *Anna Weber*. De fleste af disse forsøg er fortsat og suppleret med et forsøg påbegyndt i 1953 samt med forsøg i jord og sand i store urtepotter. Forsøgene er ledet af plantepatolog, assistent *Anna Weber*, som har udarbejdet beretningen om dem.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

INDHOLD

	Side
Indledning	394
Magnesiummangelsymptomer	395
Bladribbeinjektioner og symptomernes udbredelse ..	398
Forsøg i Statens plantepatologiske Forsøgs mark ..	398
Analysen af jordprøver fra forskellig dybde	419
Pottekulturer med sand og jord	420
Sammendrag	443
Summary	445

Indledning

Når der tales om magnesiummangel, må man holde sig for øje, at denne mangel kan optræde på vidt forskellige jordbundstyper. Den findes især på sure, sandede jorder og på muldrige, alkaliske jorder, men her oftest i forbindelse med højt kaliumindhold i jorden, den såkaldte kaliuminducerede magnesiummangel.

De i nærværende beretning omtalte forsøg er udført som en fortsættelse af de i 493. beretning, Tidsskr. f. Pl. 58. bd., omtalte

magnesiumforsøg, men de er suppleret med et frilandsforsøg på dybtmuldet, nærings- og kalkrig jord ved Statens plantepatologiske Forsøg i 1953-57, og med forsøg i store urtepotter.

Frilandsforsøgene har i hovedsagen drejet sig om at undersøge virkningen af tilførsel af magnesium ved sprøjtning eller ved direkte tilførsel til jorden. Tomat har været den hyppigst anvendte forsøgsplante, meget ofte er der foretaget udbyttebestemmelse af tomatfrugter; endvidere er en række andre planter prøvet på magnesiummanglende jord. *Tropaeolum majus* har vist sig som en fortrinlig indikatorplante for magnesiummangel.

I eet forsøg er der sat svovl til jorden; flere planter, især spinat, har haft godt heraf.

I de store urtepotter har der i hovedsagen været sandkulturer, men der har dog også været nogle forsøg med jord, især sort-sandet, kalkfattig jord fra statens forsøgsstation, St. Jyndeved.

Sandkulturerne er anvendt med Long Ashton metoden som forbillede. Kemikalierne er i de fleste tilfælde tilført ved vanding, men i nogle tilfælde blandet i sandet. Der er som forsøgs-gødning anvendt den almindelige handelsvare $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, der indeholder 10 pct. Mg.

Hvor der er udført sprøjtninger med magnesiumsulfat, er der altid tilsat 0,2 pct. Sandovit som spredemiddel.

Magnesiummangelsymptomer

Magnesiummangelsymptomerne varierer stærkt fra planteart til planteart, derfor skal symptomerne på de i nærværende forsøg omtalte plantearter beskrives nærmere. Der foreligger så megen litteratur om magnesiummangel, at kun en lille del deraf skal omtales, nemlig de vigtigste publikationer, hvori der er billeder af de i nærværende beretning omtalte plantearter.

Ernst Gram, Prosper Bovien og Chr. Stapel: Sygdomme og Skadedyr i Landbrugsafgrøder. Det kgl. danske Landhusholdningsselskab 1956, 143 tekstsider, 112 farvetavler, deraf 5 med magnesiummangel.

Kulturväxternas bristsjukdomer. Tidskriftaktiebolaget Växt-Närings-Nytt, Stockholm 1955, 115 sider, 24 farvetavler, deraf 5 med magnesiummangel.

T. Wallace: The Diagnosis of Mineral Deficiencies in Plants. His

Majesty's Stationary Office, London 1951, 189 sider, 312 farvetavler, deraf 48 med magnesiummangel.

Ernæringssygdomme hos frugttræer og frugtbuske. Landbrugets Informationskontor, 1954, 66 tekstsider ved *Anna Weber*, 28 hollandske farvetavler, deraf 7 med magnesiummangel.

Anna Weber's afsnit om ernæringssygdomme i *Knud Nordgaard's* Havedyrkernes gødningsbog, Det danske Forlag, 1956, 68 sider, 2 farvetavler med 7 enkeltbilleder af magnesiummangel. Disse farvetavler kan fås gratis ved henvendelse til Statens plantepatologiske Forsøg, Lyngby.

I 493. beretning og 541. meddelelse i Tidsskr.f. Pl. 58. og 60. bd.: *Magnesiummangel*, findes sort-hvide billeder af magnesiummangel på æble, kartoffel, selleri og tomat.

Magnesiummangelsymptomer — her ofte betegnet som Mg÷ symptomer — viser sig altid på bladene, hvor de begynder på de nederste. Symptomerne kommer lettest frem i sol, i væksthuse er de derfor stærkest nærmest glasset og i sydsiden.

I sandkulturer er det set, at planterne kan trives lige så godt uden som med magnesium i næringsopløsningen i den mørkeste årstid, medens der om sommeren under samme forhold har været en betydelig bedre vækst ved tilførsel af magnesium end uden.

Mg÷ symptomerne grupperer sig omkring 4 typer: 1) gule partier langs bladranden, stærkest ved spidsen af bladet og gående ned mellem sideribberne, men langs disse findes ofte et grønt parti — dog kan bladene blive næsten helt hvide; 2) brune, visne (nekrotiske) partier mellem sideribberne, og efterhånden bladfald fra neden og opefter; 3) rødmarmorering af bladene mellem ribberne; 4) lyse partier på tværs af kornarternes blade (»tigerstribning«); i stærkere tilfælde bliver bladene stribede på langs (»båndgræs«) eller helt lysegule. »Tigerstribning« kan forsvinde i sommerens løb, men er der stærk magnesiummangel, kommer der »båndgræs«. Ofte vil symptomerne af type 2 (visne pletter) og type 3 (rødmarmorering) være begyndt med type 1 (gule partier fra randen og indefter).

Af de i nærværende beretning omtalte forsøgsplanter hører *asie*, *selleri*, *tomat* og *Tropaeolum* til type 1, men kan gå over til type 2. Selleribladene bliver tydeligt gulrandede, men kan blive næsten hvide. I 1957 er det set på Amager, at der kan være stor forskel på sellerisorternes tilbøjelighed til at få Mg÷ symptomer. Blangstedgaard nr. 7 viste dem særlig stærkt. *Tropaeolum's* ribber står som en grøn stjerne.

Kartofler, majs og bønne hører til type 2, dog kan bladene forud være gule, kartoffeltoppen bliver let »højstammet« på grund af bladfald fra nedenunder.

Blomkål, kålroe, turnips og sennep hører til type 3, dog er det først på et ret sent stadium, at turnips bliver rødmarmoreret, i begyndelsen er den gulmarmoreret. Kålroebladernes farve er i betydelig grad i overensstemmelse med selve roelegemet, f. eks. bliver Wilhelmsburger fortrinsvis gulmarmoreret, men kan dog efterhånden blive rødmarmoreret, medens Bangholm næsten straks bliver rød. De misfarvede blade på kålroer og turnips visner ofte på grund af f. eks. tørke eller efter angreb i stilkene af larver af bladribbesnudebiller, og da der stadig kommer nye blade frem, som ikke bliver angrebet, fordi det er så langt henne på året, at der ikke mere kommer nye symptomer på magnesiummangel, ser det ud, som om planterne er »vokset fra sygdommen«. Symptomerne er som regel tydeligst sidst i juli og først i august. Ved stærk magnesiummangel kan de ældste blade visne, men hyppigt er årsagen hertil angreb af bladribbe-snudebillelarver.

Sennep begynder med gulfarvningen, før den bliver rød, medens blomkål sjældent har megen gulfarvning før rødfarvningen. Blomkål er ikke set så kraftig rød, som kålroer kan blive.

Bederøer hører til type 1 og 2, de bliver gule mellem sideribberne med grønt langs disse, eventuelt er der kun en gul bladrand, særlig på de mellemste blade. Bladrandene bliver krusede, brune og flossede, og bladene kan blive brune langt ned mellem ribberne. Endvidere kan de blive påfaldende trekantede samt tykke og stive som ved virusgulrot, men mere citrongule i modsætning til de gulorange, virusangrebne blade. Det kan være vanskeligt at skelne virusgulrot og magnesiummangel fra hinanden, og naturligvis kan planterne samtidig være angrebne af begge sygdomme.

Kirsebær hører nærmest til type 2 og 3, bladene bliver brune mellem sideribberne, og den øvrige del bliver ofte gul eller rødlig.

Kornarterne hører til gruppe 4.

Kløver bliver lys, bladene får uregelmæssige, brune partier langs bladranden.

Bladribbeinjektioner og symptomernes udbredelse

På flere af plantearterne er der foretaget bladribbeinjektioner ved at påsætte glas med 0,5 pct. $MgSO_4$ på friskårne bladribber. Har bladene så fået $Mg\div$ symptomer på det meste af bladet, men har beholdt den grønne farve omkring injektionsstedet, er det taget som tegn på positiv reaktion for magnesium.

I 1955 blev der foretaget bladstilkinjektioner på 60 blade af en grønbladet *Tropaeolum*. 20 gav positivt udslag. Af 20 injektioner på kålroeblade i 1954 gav kun 4 positivt udslag, men en del blade visnede på grund af angreb af bladribbesnudebillelarver, inden der var mulighed for reaktion. Af 40 injektioner på selleriblade i 1953 gav 25 positivt udslag. 25 positive udslag af 40 injektioner opnåedes i 1953 på tomat. Her sås det tydeligt på nogle af bladene, at det kun var en overgang, den lille mængde $MgSO_4$, der var tilført ved injektionen, formåede at holde bladet grønt omkring injektionsstedet.

Symptomernes udbredelse. For at se, hvor hurtigt symptomerne breder sig, blev den 10. juli 1953 det nederste sunde blad på 20 selleri- og 15 tomatplanter mærket, en måned senere var 14 af de 20 selleriblade gulrandede, og på tomaterne var nu inclusive det mærkede blad 5—8 blade oven over mærkningsstedet gule. Det må kaldes en ret hurtig udbredelse af $Mg\div$ symptomer på tomater, når der i løbet af godt en måned er kommet ca. 7 nye gule blade frem på hver plante. Svagt gule blade blev ikke talt med.

Magnesiumforsøg

i Statens plantepatologiske Forsøgs mark

Sorter. I nedennævnte 4 forsøg har der næsten altid været dyrket *tomater* (Dansk Export) på et større eller mindre areal, thi tomaterne har under jordbundsforholdene her reageret stærkt for magnesiummangel og i næsten alle årene givet et udbytte, som har vist en udpræget forskel mellem ubehandlede og magnesium-behandlede parceller. *Sellerierne* har vistnok været Alabaster Blangstedgaard, det har som regel været indkøbte planter, hvis sortsægthed ikke har været helt sikker. *Kålroer* har været bang-

holm Wilby undtagen i 1957, da det var Wilhelmsburger. *Turnips* har været Yellow Tankard, *Majs* hybridmajs Wisconsin 240 og *Tropaeolum majus fl.pl.* Gyldenskær, se iøvrigt de enkelte forsøg.

Gødninger: Hvor intet andet er bemærket, er magnesiumsulfaten strøet ud i det tidlige forår, og der er hvert år givet så meget chillesalpeter — ofte ad flere gange — som skønnedes nødvendigt til de forskellige plantearter for at få en god vækst.

I skifte VIII i landbrugsafdelingen er der i forsøgsperioden aldrig tilført fosforsyre, og kun kalium som 50 pct. kaligødning i D-parceller og kalimagnesia i E-parcellerne. Ifølge analyse fra Steins Laboratorium 1955 indeholdt kalimagnesiagødningen 2,79 pct. Mg og 24,5 pct. K.

I køkkenhaven — skifterne III, V og VI — er heller ikke tilført fosforsyre og kun i 1957 kali, som overalt gaves i en mængde af 500 kg 50 pct. kaligødning pr. ha.

Symptom- og afgrødebestemmelse. Planterne er blevet iagttaget hyppigt, så ændringer i udseendet har kunnet følges. Det er derimod næsten kun lykkedes med tomaterne at tage en udbyttebestemmelse af værdi.

Tomaterne er sorterede i 3 størrelser: I over 70 g, II 35—70 g, III små, op til 35 g. Sygdomsangrebne tomater, f. eks. med kartoffelskimmel, er medtaget i den sortering, hvor de efter størrelsen og udseendet iøvrigt hørte hjemme.

I tabellerne er udbyttet opført som forholdstal, bl. a. fordi de med tomat dyrkede arealer har varieret i størrelse fra år til år. Der har gennemgående været gode udbytter, de har været på over 400 kg/100 m² i de bedste år, et enkelt år endog over 600 kg/100 m².

I de andre afgrøder er udbyttet som regel ikke blevet bestemt, ofte har planteantallet været for lille. Der har også i flere tilfælde været angreb af skadedyr og sygdomme som f. eks. fugle, krusesygegalmyg og snudebillelarver i korsblomstrede, virusgul-sot i bederoer eller sekundær bladrullesyge i kartofler.

Tropaeolum medtoges, fordi det var set, at de til tider i stærkt gødede haver fik gul-hvide ældre blade, hvor ribberne stod som en grøn stjerne med varierende mængde grønt omkring. Disse symptomer kunne tyde på magnesiummangel, og denne formodning viste sig at være rigtig. *Tropaeolum* er en særdeles god in-

dikatorplante for magnesiummangel (fig. 1). Dyrkning i 1956 af over 20 sorter *Tropaeolum* viste, at *Tr. majus fl.pl.* sorterne med almindelige grønne blade reagerede stærkest. De brogetbladede sorter var ikke gode til dette formål, de mørkbladede heller ikke. Med undtagelse af skifte V i 1955, hvor der dyrkedes Queen of Tom Thumb med brogede blade, er der i forsøgene 1956—57 dyrket *Tropaeolum majus fl.pl.* Gyldenskær og med godt resultat.

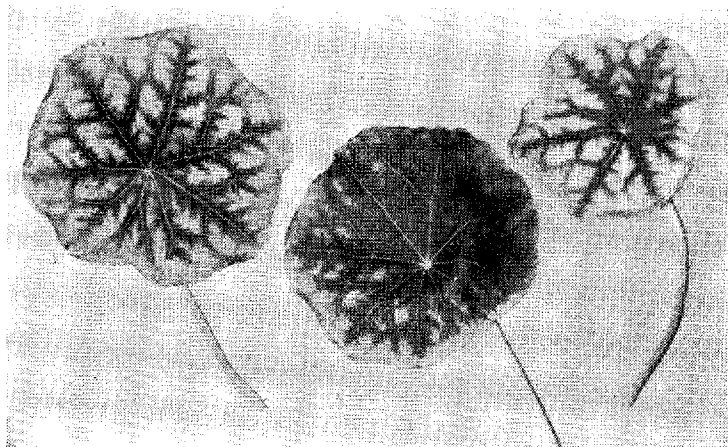


Fig. 1. *Tropaeolum*blade med magnesiummangel.

Tropaeolum with magnesium deficiency.

Flere plantearter er dyrkede, blot for at man kunne se, om de overhovedet reagerede med synlige symptomer på magnesiummangel.

SKIFTE VIII, LANDBRUGSAREALET, 1953—57

I 1952 blev der iagttaget stærke magnesiummangelsymptomer i selleri i denne mark. Fra 1953—57 har der været et magnesiumforsøg:

Forsøgsplan, 2 fællesparceller à 43,5 m²:

- A. Ubehandlet
- B. 8 × 5 pct. MgSO₄, udsprøjtet = ialt 87 liter pr. parcel = 1000 kg/ha
- C. 1000 kg MgSO₄ pr. ha vandet ud ad 2 gange i 2,5 pct. styrke

- D. 500 kg 50 pct. kaligødning, udstrøet
- E. 1000 kg kalimagnesia, »
- F. 1000 kg MgSO₄, »

Afgrøder:

- 1953 og 1954: Havre, fodersukkerroe, kålroe, gul sennep, kartoffel, selleri, tomat
- 1955: Samme afgrøder, men voksepladsen skiftet og desuden dyrkedes turnips
- 1956: Kartoffel og tomat
- 1957: Tomat og kålroe.

Gødning: Iflg. analyse fra Steins Laboratorium 1955 indeholdt den anvendte kalimagnesia 24,5 pct. K og 2,79 pct. Mg, se iøvrigt side 399.

Stålhavre (1953, 1954 og 1955): Der blev aldrig set Mg÷ symptomer. Det er bemærkelsesværdigt, at havre, der ret let reagerer for magnesiummangel på sandet, sur jord, her, hvor andre afgrøder viste tydelige symptomer, syntes upåvirket.

Fodersukkerroer (1953, 1954 og 1955): Bedømmelsen var vanskelig, fordi planterne altid blev stærkt angrebet af virusgulsot ved smitte fra nærliggende virusforsøg. Noget afgørende kan derfor ikke siges, udover at der en periode i 1953 var tydeligst magnesiummangel i de ubehandlede parceller.

Kålroer (1953, 1954, 1955 og 1957): Rødmarmorerede blade sås hvert år i begge ubehandlede parceller og i de kaligødede (D). I 1957 bemærkedes det tillige, at som helhed havde de kaligødede en lysere farve end de andre. Der var også nogle rødmarmorerede blade i 1953 i de andre parceller, især i E, kalimagnesia, men næsten ingen i B, sprøjtet.

Turnips (1955): I sidste halvdel af juli og i august var der tydelige Mg÷ symptomer i de ubehandlede og i de kaligødede (D), og lidt i de kalimagnesiagødede (E), men intet i de andre.

Gul sennep har vist tydelige Mg÷ symptomer, gul-rødmarmorering mellem ribberne, i ubehandlede og kaliparcellerne (D) svage symptomer i de andre, dog næsten ingen i den sprøjtede. Sennep er tilbøjelig til at kaste de nedre blade tidligt, så symptomerne derved delvis forsvinder. I 1954 var symptomerne så svage, at de kun sås som en lysfarvning af de nedre blade i de ubehandlede og de rene kaliparceller.

I 1955 blev frøet analyseret for råfedt i tørstof, og procenten

varierede fra 26,12 til 27,73, men der var ingen sikker forskel mellem behandlingerne.

Alpha-kartofler (1956): Fra begyndelsen af juli til sidst i august var de rene kaliparceller lysere end de andre, og her viste Mg÷ symptomerne sig først, og de var tydelige omkring midten af juli. På dette tidspunkt var symptomerne svagere i de ube-

Tabel 1. *Udbyttet af tomater fra skifte VIII landbrugsafdelingen, forholdstal*

Forsøgssted	Behandling	Frugter, forholdstal					Forholdstal af det samlede udbytte i 1953—57	% frugter fra alle år ved sortering		
		1953	1954	1955	1956	1957		I	II	III
A	Ubehandlet . . .	100	100	100	100	100	100	20.0	60.3	19.7
B	8 sprøjtninger med 5% MgSO ₄	153	147	102	123	106	119	27.2	58.7	14.1
C	1000 kg MgSO ₄ /ha, vanding . .	148	150	100	117	113	119	24.4	61.6	14.0
F	1000 kg MgSO ₄ /ha, udstrøet . . .	150	155	108	141	120	131	29.5	57.5	13.0
D	500 kg 50% kaligødning/ha . .	122	142	102	112	113	114	24.0	60.1	15.9
E	1000 kg kalimagnesia/ha . .	146	166	101	140	124	131	27.4	58.6	14.0

handlede parceller, men her blev de dog senere stærkere, omend knapt så stærke som i kaliparcellerne. Efterhånden kastedes de nedre blade, hvor der sås Mg÷ symptomer, så planterne blev »højstammede«. I kalimagnesiaparcellerne kom der svage Mg÷ symptomer, men ingen i de forskellige magnesiumparceller.

Sellerier (1953, 1954 og 1955): Der var meget tydelige symptomer i 1953, mindre tydelige i 1954 og mindst i 1955.

Det viste sig i alle årene, at symptomerne, de gule bladrande, der kan gå over til, at bladene bliver næsten helt hvide, var tydeligst i A, ubehandlet, og D, kaligødet. Disse parceller kunne ses på lang afstand. Især i sidste halvdel af juni og i juli 1953 var dette fremtrædende, da var B, sprøjtet, helt uden gule rande, E, kalimagnesia, havde nogle, men langt mindre gule rande end

A og D. C og F, $MgSO_4$ udvandet og udstrøet, lå mellem B og E, altså kun med et svagt angreb.

Tomater (1953—57): I alle årene har det vist sig, at A, ubehandlet og D, kaligødet, har været meget gule. Ingen af de andre parceller har dog været helt fri for gulfarvning af de nedre blade, men det har kun været i ret uvæsentlig grad, mest i E, kalimagnesia, mindst i B, sprøjtet. Gulfarvningen var mindre fremtrædende med årene (der er ikke tilført kaligødning i disse år), især i 1957 var gulfarvningen ikke stærk.

D, kaligødede, har altid været kraftigere end A, ubehandlede, men har til tider virket mere gul, fordi de ubehandlede særlig hen på året har været mere nekrotiske, så mange af de nedre blade er visnede, medens de nedre blade på de kaligødede på samme tidspunkt har været gule. Udbytte, se tabel 1.

SKIFTE III KØKKENHAVEN 1954-57, OG SKIFTE VI 1957

I 1953 anlagdes ensartede magnesiumforsøg i køkkenhaven i skifte III og VI. Resultaterne fra 1953 i skifte III med tomater er omtalt i 493. beretning: Magnesiummangel, Tidsskr. f. Pl. 58: 433—441.

Forsøgsplan, 2 fællesparceller à 30 m²:

A. Ubehandlet

B. 5 sprøjtninger med 5 pct. $MgSO_4$ = 500 kg/ha begyndende tidligt.

C. Som B, men begyndende 2—4 uger senere.

D. 1000 kg $MgSO_4$ pr. ha, behandlet som E.

E. 500 kg $MgSO_4$ pr. ha, 1954—56 vandet ud i 2 pct. styrke, i 1957 strøet ud.

I 1955 og 1956 fik C kun de 3 første og i 1957 de 4 første sprøjtninger, da løgene var for visne på tidspunktet for de følgende.

Afgrøder:

1954: Tomat

1955 og 1956: Skalotter

1957: Tomat og kålroe.

Gødning: Chilesalpeter er givet i 2 forskellige mængder, nemlig 3 × 100 kg og 3 × 300 kg pr. ha i henholdsvis vestlige og østlige halvdel. Herfra har der dog været visse afvigelser.

Se endvidere om gødning side 399.

Tabel 2. Analyseresultater af jordprøver, skifte VIII

Forsøgsled	Behandling	Dato og år	Rt	Ft	T _K	T _{Mn}	Mg i mg pr. 100 g jord		
							biol.	kem.	
A	Ubehandlet	²⁹ / ₄ —53	7.4	17.5	17.9	2.4	7.9	5.5	
		¹⁴ / ₁₀ —53	7.7	16.6	8.4	0.8			4.6
		²⁴ / ₁₀ —57							
B	8 sprøjtninger med 5% MgSO ₄ , 1000 kg/ha,	²⁹ / ₄ —53	7.4	17.0	18.1	2.7	7.7	8.9	
		¹⁴ / ₁₀ —53	7.6	16.0	8.5	0.7			12.6
		²⁴ / ₁₀ —57							
C	1000 kg MgSO ₄ /ha, vanding	²⁹ / ₄ —53	7.4	16.8	18.5	2.4	7.9	11.3	
		¹⁴ / ₁₀ —53	7.5	15.4	7.9	0.7			14.1
		²⁴ / ₁₀ —57							
F	1000 kg MgSO ₄ /ha, udstøret	²⁹ / ₄ —53	7.3	16.9	21.1	2.5	7.6	11.7	
		¹⁴ / ₁₀ —53	7.5	15.5	9.7	0.4			14.8
		²⁴ / ₁₀ —57							
D	500 kg 50% kaligødning/ha	²⁹ / ₄ —53	7.3	16.6	19.1	2.5	7.4	6.2	
		¹⁴ / ₁₀ —53	7.6	14.9	20.2	0.7			5.0
		²⁴ / ₁₀ —57							
E	1000 kg kalimagnesia/ha, . . .	²⁹ / ₄ —53	7.3	16.8	23.1	2.5	7.2	9.5	
		¹⁴ / ₁₀ —53	7.5	15.2	22.1	0.5			10.9
		²⁴ / ₁₀ —57							

Tabeller med flere analyseresultater fra dette og de følgende forsøg kan lånes ved henvendelse til Statens plantepatologiske Forsøg.

Kålroer, wilhelmsburger (1957) reagerede stærkt i vækstkraft for den 3-dobbelte mængde chilesalpeter, men der var ingen sikker forskel på Mg÷ symptomer i de to halvdele.

Skalotter dyrkedes i skifte III i 1955 og 1956 og i skifte VI i 1957 med fortsat fremavl inden for samme behandling. Udbyttet (tabel 3) var tydeligt større efter stor end efter lille chilesalpetermængde (skifte III 1955 og 1956). I alle år var udbyttet lavere i de magnesiumbehandlede forsøgsled end i de ubehandlede. En undtagelse danner dog det svovlbehandlede areal i skifte VI i 1957, hvor udbyttet nok var lavest i det forsøgsled, der var sprøjtet tidligst og mest, men hvor det ikke afveg væsentligt i de andre magnesiumbehandlede fra det ubehandlede. Desværre var opbevaringen i 1955 ikke så ensartet for løgene, at der kan siges noget om deres holdbarhed. Derimod har opbevaringen

været meget ensartet og god i 1956 og 1957. Efter omhyggelig tørring på marken under gode vejrforhold, kom løgene i meget åbent vævede sække, og hang i disse 6—8 uger under loftet i et materialskur med gennemtræk. Derpå er de overvintret i en ret kold kælder liggende i de samme sække og jævnlgt vendt.

Løgene af avl 1956 og 1957 blev sorteret et par gange, sidste gang i april det følgende år. Der var en tydelig tendens til, at de magnesiumbehandlede løg holdt sig bedst, men også her danner det svovlbehandlede areal i skifte VI en undtagelse. Tabet i vinterens løb skyldes dels forrådnelse, i hovedsagen forårsaget af gråskimmel (*Botrytis allii*), dels svind på grund af indtørring.

Den nævnte virkning på udbytte og holdbarhed synes ikke at ændres ved dyrkning igennem flere år med og uden magnesium.

I 1955 og 1956 bevirkede den større kvælstofmængde i skifte III såvel en kraftigere vækst som en mørkere farve og en senere afmodning. I skifte VI viste det sig tydeligt i maj 1957, at de løg, der havde fået den største mængde kvælstof året forud, nu ved ens kvælstofmængde gav de kraftigste og mørkest grønne planter. Udbyttet blev ialt ca. 8 pct. større efter de løg, der havde fået den store mængde kvælstof i 1956 end efter den lille mængde.

I 1957 var der betydelig forskel på de to halvdele med og uden svovl i skifte VI, se nærmere om svovlbehandlingen side 406. Fra midten af juni var den svovlbehandlede halvdel mindst kraftig, og her visnede planterne først. Som det var at vente, blev udbyttet mindst i den svovlbehandlede halvdel af skiftet.

I ingen af årene sås der i de ubehandlede parceller misfarvning eller andet, som kunne tages som tegn på magnesiummangel.

Tomaterne i skifte III viste i 1954 stærke symptomer på magnesiummangel i de ubehandlede parceller. Forskellen mellem de andre forsøgsled var ikke stor. Det sås dog længe, at det havde været mindre gunstigt at begynde sprøjtning den 2. juli end den 12. juni. Hen i september viste det sig, at planterne blev mere gule, hvor der var tilført $MgSO_4$ til jorden, end hvor der var sprøjtet dermed. Det var, som om den tilførte magnesiummængde ikke strakte til så langt hen på sæsonen. Afgrøden var dog så meget påvirket af den tidligere gunstige virkning, at udbyttet blev størst ved tilførsel af 1000 kg, se tabel 4.

I 1957 var der stærke $Mg+$ symptomer i de ubehandlede; mel-

lem de forskellige magnesiumbehandlede var der ingen væsentlig forskel i udseendet.

Den store kvælstofmængde mindskede ikke antallet af blade med Mg÷ symptomer, idet der var lige mange gule og visne blade ved de to kvælstofmængder i de ikke magnesiumbehandlede parceller. Imidlertid så planterne med den store kvælstofmængde bedst ud, fordi de havde mest grøn top, hvorved det let kunne overses, at de havde ligeså mange dårlige blade som med den lille kvælstofmængde.

Den store mængde kvælstof øgede udbyttet stærkt, så der i A (ubehandlet) var 50 pct. større udbytte ved den store end ved den lille kvælstofmængde. I de andre var det kun 7—23 pct. højere.

Tilførsel af magnesium gav stort udslag. Udbyttet var størst i D (1000 kg MgSO₄), men de andre behandlinger øgede også udbyttet betydeligt, se tabel 4.

SKIFTE VI: KØKKENHAVEN 1954-56

I 1953 anlagdes ensartede magnesiumforsøg i skifte III og VI, se side 403.

Det blev bestemt i 1955 at sænke reaktionen i den vestlige halvdel af skiftet ved tilsætning af svovl for at se, om magnesiummanglen blev påvirket heraf. Statens Planteavls-Laboratorium bestemte de fornødne svovlmængder.

I 1955 var det hensigten med 576 kg svovl/ha at sænke reaktionen til 6,8. Jordprøver, udtaget 18. oktober 1955, viste, at reaktionen var kommet ned på 6,6—6,8. I 1956 ville man yderligere sænke reaktionen til 6; hertil anvendtes 1146 kg svovl/ha. November 1956 var reaktionstallet i vand 6,2—6,3 og klorkaliumtallet 5,8—5,9.

Gødning. I 1957 blev der i stedet for chilesalpeter, der ellers er anvendt hvert år efter behov, givet 400 kg svovlsur ammoniak pr. ha, se iøvrigt om gødninger side 399.

Afgrøder. I 1954 var afgrøderne fordelt over hele arealet uden gengælder. Fra reaktionssænkningen i 1955 er der dyrket de samme afgrøder i hver halvdel.

1954: Tomat, blomkål, hør, majs, kålroe, fodersukkerroe

1955: Tomat, kålroe, selleri

1956: Tomat, bønne, spinat, Tropaeolum

1957: Skallotter.

Tabel 3. Udbytte af skalotter 1955 og 1956 skifte III, 1957 skifte VI. 1955 100 blokke = 10,0 m²,
1956 og 1957 80 blokke = 12,5 m². Jordbundsanalyser for skifte VI tabel 8.

Forsøgsled	Behandling	Skifte III								Skifte VI					
		kg løg 1955		kg løg 1956		rest sunde 10/4-57		% svind indtil 10/4-57		kg løg 1957		rest sunde 10-15/4-58		% svind indtil 10/4-58	
		300 kg salp.	900 kg salp.	400 kg salp.	600 kg salp.	300 kg salp.	900 kg salp.	300 kg salp.	900 kg salp.	svovl	svovl ÷	svovl	svovl ÷	svovl	svovl ÷
A	Ubehandlet	41.0	49.9	34.1	42.6	20.8	28.0	39.0	34.1	18.0	23.9	15.4	17.7	14.4	25.9
B	5 sprøjtninger med 5% MgSO ₄ beg. tidligt	34.9	42.1	32.9	39.3	23.4	27.1	28.9	31.0	16.0	19.9	12.8	16.2	20.0	18.6
C	Som B, men begyndt senere	37.1	43.9	34.4	39.9	21.3	28.8	38.1	27.8	18.8	20.5	15.5	17.0	17.6	17.1
E	500 kg MgSO ₄ / ha.....	37.9	40.6	30.7	37.1	20.9	27.5	34.2	25.9	17.1	19.5	13.4	16.0	21.6	17.9
D	1000 kg MgSO ₄ / ha	34.9	43.3	30.9	37.6	23.2	26.1	24.9	30.6	17.3	18.7	13.7	15.3	20.8	18.2
	Ialt.....	185.8	219.1	163.0	196.4	108.9	137.5			87.2	102.5	70.8	82.2		

Tabel 4. Udbytte som forholdstal af tomater fra skifte III 1954 og 1957 og ialt for skifte III og VI, se også tabel 7

For- søgs- led	Behandling	Frugter, forholdstal for udbytte i kg			Forholdstal af det samlede udb. fra skifte III + VI	% frugter efter sortering fra skifte III 1954 + 1957					
		1954	1957			I		II		III	
			300 kg salp.	900 kg salp.		300 kg salp.	900 kg salp.	300 kg salp.	900 kg salp.	300 kg salp.	900 kg salp.
A	Ubehandlet	100	100	100	100	15.6	12.3	46.3	55.9	38.1	31.8
B	5 sprøjtninger med 5% MgSO ₄ , begyndt tidligt.	186	213	160	170	23.3	27.5	57.9	57.2	18.3	15.3
C	Som B, men begyndt senere.	202	199	163	162	27.2	28.5	51.3	54.8	21.0	16.7
E	500 kg MgSO ₄ /ha	190	220	156	142	24.1	28.1	57.0	54.9	18.9	17.0
D	1000 kg MgSO ₄ /ha	218	225	181	157	28.2	32.1	53.7	53.6	18.1	14.3

Tabel 5. Analyseresultater af jordprøver, skifte III

For- søgs- led	Behandling	Dato og år	Rt		Ft		T _K		T _{Ma}		Mg i mg/100 g jord			
			300 kg salp.	900 kg salp.	300 kg salp.	900 kg salp.	300 kg salp.	900 kg salp.	300 kg salp.	900 kg salp.	biologisk		kemisk	
											300 kg salp.	900 kg salp.	300 kg salp.	900 kg salp.
A	Ubehandlet	27/10-54	7.6	7.6	34.0	34.0	13.7	14.8	1.7	1.7	11.2	11.3	4.4	4.2
		24/10-57	7.8	7.8	33.6	31.7	12.1	11.6	0.5	0.3			5.3	4.7
B	5 sprøjtninger med 5% MgSO ₄ , beg. tidligt	27/10-54	7.6	7.6	34.2	34.2	14.4	14.1	1.6	1.6	12.4	12.5	6.0	6.2
		24/10-57	7.7	7.9	33.6	31.7	11.7	11.9	0.5	0.5			9.1	9.0
C	Som B, men begyndt senere	27/10-54	7.6	7.6	34.2	34.2	12.7	14.9	1.4	1.4	13.4	12.1	6.6	6.3
		24/10-57	7.8	7.8	34.0	32.0	11.6	11.8	0.5	0.5			9.6	9.4
E	500 kg MgSO ₄ /ha	27/10-54	7.5	7.5	33.8	33.8	14.0	14.9	1.5	1.5	14.1	12.8	7.4	7.0
		24/10-57	7.7	7.8	33.8	32.8	11.8	11.1	0.3	0.5			10.9	9.6
D	1000 kg MgSO ₄ /ha	27/10-54	7.6	7.6	34.6	34.6	13.4	14.9	1.4	1.4	13.9	12.4	8.3	8.4
		24/10-57	7.7	7.9	36.0	33.6	11.1	11.8	0.5	0.3			14.4	13.5

Skalotterne fra 1957 er omtalt under skifte III.

Blomkål (1954), Stor Dansk. Der er flere gange i forskellige år i tilstødende arealer set tydelig rødfarvning af blomkålsbladene, således som disse bliver ved magnesiummangel. Imidlertid kom der i forsøget i 1954 kun nogle rødmarmorerede blade hist og her, men ikke sådan, at der var en meget tydelig forskel på parcellerne.

Oliehør (1954). Sidst i juni var der en antydning af, at den store mængde magnesiumsulfat havde svækket planterne noget. De var lavere her, men senere udviskedes denne forskel, så parcellerne blev ens, og der sås ingen tegn på magnesiummangel.

Majs (1954). Der kom en del brede eller smalle striber, ribberne kunne stå som grønne prikker. Der var ingen tydelig sammenhæng mellem stribernes antal og tydelighed og behandlingerne. 1. september sås der dog en antydning af, at der var flere visne blade, d.v.s. lange, brune partier, i de ubehandlede end i de andre. 2. oktober noteredes, at nogle af de ubehandlede var lidt lysere og svagere i væksten end de andre.

Fodersukkerroe (1954, Rød Øtofte). Der var ingen tegn på magnesiummangel og ingen forskel mellem parcellerne.

Kålroer. I 1954 sås der ikke før omkring den 1. september tegn på magnesiummangel. Da var der enkelte gul- eller rødmarmorerede blade i de ubehandlede parceller, men også enkelte hist og her i andre parceller. Mange af de nedre blade var ødelagt af bladribbesnudebillelarver, så det kunne derfor ikke forventes, at der fandtes mange blade med magnesiummangelsymptomer.

I 1955 sås der heller ingen tydelige symptomer på magnesiummangel. Midt i juli var kålroerne kraftigst, hvor der var givet svovl; senere udviskedes denne forskel.

Sellerier (1955). Der viste sig kun meget lidt gulfarvning. Midt i august var der lidt gulrandede blade i de ubehandlede parceller uden svovl, men ingen i parcellerne med svovl. Midt i september var der imidlertid gulrandede blade i de ubehandlede parceller, og endog lidt mere i svovlparcellerne end i de andre.

Spinat (1956, »Første Snit« og senere »Kongen af Danmark«). Der kom ingen tydelige Mg÷ symptomer. I sidste halvdel af juni og til høst den 16. juli af første såning var spinaten tydelig mest mørkegrøn i den svovlbehandlede side.

Tabel 6. Udbyttet af spinatoppen den 16. juli 1956

For- søgs- led	Behandling	kg	kg
		vest, svovl+	øst, svovl÷
A	Ubehandlet	6.6	6.1
B	3 sprøjtninger med 5% MgSO ₄ ⁴ / ₆ , ¹⁴ / ₆ og ³ / ₇	6.5	4.6
C	1 sprøjtning med 5% MgSO ₄ ³ / ₇	7.9	4.5
E	500 kg MgSO ₄ /ha	6.7	4.7
D	1000 kg MgSO ₄ /ha	7.6	4.5
Ialt		35.3	24.4

Udbytteforskellene mellem de enkelte behandlinger i samme halvdel kan næppe tillægges nogen betydning; der var ret stor variation mellem fællesparcellerne. Imidlertid er udbyttet i den svovlbehandlede halvdel så meget større ialt — og også ved de enkelte behandlinger — end i den anden halvdel uden svovl, at det viser, spinaten har haft godt af svovltilskuddet, hvad enten dette skyldes selve svovlet eller dets indflydelse på reaktionen eller på de andre næringsstoffer. I et senere hold kunne der ikke foretages udbyttebestemmelse på grund af angreb af knoporme.

Voksbønne (1956, Guldregn). Den 26. juni var der ingen Mg÷ symptomer at se, men bønnerne var langt mere mørkegrønne, hvor de havde fået svovl end uden dette.

I august sås i A, ubehandlet, brunmarmorerede blade, således som det kendes fra magnesiummanglende bønner, og mest hvor der ikke var tilført svovl. Forskellen var ikke stor mellem de to halvdele. Det sås midt i september, at de holdt sig længst grønne, før de visnede ned, hvor de havde fået svovl. Bønnerne blev høstede, men tallene var ikke sikre.

Tropaeolum (1956) reagerede stærkt for magnesiummangel, de ældre blade blev gule, ja nogle næsten hvide i de ubehandlede parceller, så disse kunne ses på lang afstand.

Magnesiummanglen var lidt svagere i den halvdel, hvor der var givet svovl, end i den anden halvdel, men forskellen var kun lille. E-parcellerne, 500 kg MgSO₄/ha, viste en del Mg÷ symptomer. D-parcellerne, 1000 kg MgSO₄/ha, var meget bedre, men dog ikke helt fri for symptomer. Sprøjtningerne hjalp godt mod magnesiummangel, men de forårsagede lyse-brune småpletter.

Tomat (1954, 1955, 1956). I 1954 udvikledes planterne, som var ret svage ved udplantningen, så dårligt, at udbyttet ikke blev bestemt. Der var dog tydelig forskel på planternes udseende, f.eks. sidst i august var de ubehandlede stærkest gule, for begge hold var sprøjtede mest grønne; de parceller, hvor der var tilført 1000 og 500 kg magnesiumsulfat, lå midt imellem. Ingen var helt fri for gule blade.

Sidst i juli blev 3 ubehandlede og 3 sprøjtede planter gravet op, de sprøjtede var langt de kraftigste, og deres rødder var ikke alene de kraftigste, men de var også meget sundere. De havde kun ganske lidt forkorkning hist og her, men på de ubehandlede rødder var der mange spredte forkorkede partier.

1955. Først i juli begyndte de ubehandlede at få gule blade forneden. De øvrige var mest grønne i den svovlbehandlede halvdel. Denne forskel i den grønne farve mellem de to halvdele begyndte at forsvinde noget ind i august. Midt i august var de ubehandlede stærkt gule, men alle de magnesiumbehandlede pænt grønne. Midt i september var D, 1000 kg magnesiumsulfat, og især E, 500 kg, langt mere gul end B og C, sprøjtet.

Rødderne blev undersøgt sidst i oktober, da planterne var frosset ned. Der var ikke megen forskel, dog var rødderne fra de ubehandlede parceller gennemgående lidt dårligere end de andre. En rodundersøgelse skal sikkert foretages tidligere for at give et udslag, men dette kunne ikke ske af hensyn til udbyttebestemmelsen.

Der var en betydelig forskel på udbyttet i de to halvdele, ialt var det ca. 33 pct. højere i den svovlbehandlede halvdel end i den anden.

Begge sprøjtninger og stor mængde $MgSO_4$ gav et betydeligt større udbytte end ubehandlede, tabel 7.

1956. Sidst i juli var der meget tydelig forskel på de to halvdele, idet ikke-magnesiumbehandlede planter var stærkt gule, hvor de ikke havde fået svovl. Endnu den 24. august var denne forskel meget tydelig. Den 11. september var der også gulfarvning i de svovlbehandlede, men det var karakteristisk, at de allernederste blade, der ellers normalt først bliver gule, her var grønne, det var bladene omkring 2. og 3. klase, der var gule; 1. klase sad meget lavt. Hvor der ikke var givet svovl, var de nedre blade helt

visnede bort, og langt op på planterne var de resterende blade gule. Hen i september sås det, at den tidlige sprøjtning og den lille mængde magnesiumsulfat øjensynligt ikke strakte til mere, idet planterne her var mere gule, end hvor de havde fået den store magnesiummængde, eller hvor der var sprøjtet sent. Dette har dog mere teoretisk betydning end praktisk. Den tidlige sprøjtning har gavnet mest på den tid, hvor planterne har særlig brug for mag-

Tabel 7. Udbytte af tomater fra skifte VI, forholdstal, sammenlign med tabel 4

For- søgs- led	Behandling	Frugter, forholdstal				% frugter fra begge år efter sortering					
		1955		1956		I		II		III	
		svovl +	svovl ÷	svovl +	svovl ÷	svovl +	svovl ÷	svovl +	svovl ÷	svovl +	svovl ÷
		+	÷	+	÷	+	÷	+	÷	+	÷
A	Ubehandlet	100	100	100	100	28.6	18.3	54.3	62.7	17.1	19.0
B	5 sprøjtninger med 5% MgSO ₄ begyndt tidligt	140	150	107	182	27.9	33.5	57.0	54.0	15.1	12.5
C	Som B, men beg. senere	135	144	102	153	23.4	26.4	58.0	56.7	18.6	16.9
E	500 kg MgSO ₄ /ha	104	110	108	152	25.1	31.7	55.5	47.6	19.4	20.7
D	1000 kg MgSO ₄ /ha	121	134	101	158	26.4	28.2	56.4	54.3	17.2	17.5

nesium. Der er hverken i den ene eller anden halvdel væsentlig forskel på udbyttet i de behandlede parceller. De har i østsiden, uden svovl, givet betydeligt mere end ubehandlet. Derimod er udbyttet steget meget i de ikke magnesiumbehandlede parceller ved tilskud af svovl, så det næsten er kommet op på højde med de magnesiumbehandlede, tabel 7. Til sammenligning med forholdstallene skal det angives, at udbyttetallene i ubehandlet i vestsiden i 1955, da der var givet svovl 1 gang, var 37 kg på 10 m² og 36,7 kg uden svovl. Efter at der var givet svovl 2 gange (reaktion, se tabel 8), var udbytterne henholdsvis 46,0 og 30,9. D.v.s. at udbyttet er steget stærkt i 1956 ved tilskud af svovl til jorden, men da har magnesiumsulfaten kun haft ringe virkning i de

Tabel 8. Analyseresultater af jordprøver, skifte VI.

I 1954 var marken ikke delt i øst og vest med forskellig behandling, men analysetallene er her skrevet med ved begge halvdele til sammenligning med senere tal

For- søgs- led	Behandling	Dato og år	Rt		Kkt*		Ft		T _K		T _{Mn}		Mg i mg/100 g jord			
			svovl +	svovl ÷	svovl +	svovl ÷	svovl +	svovl ÷	svovl +	svovl ÷	svovl +	svovl ÷	biologisk		kemisk	
													svovl +	svovl ÷	svovl +	svovl ÷
A	Ubehandlet	27/10-54	7.5	7.5					16.4	16.4	1.0	1.0	9.9	9.9	4.3	4.3
		18/10-55	6.7	7.3					11.7	13.0			8.5	10.7	4.5	4.5
		16/11-56	6.3	7.7	5.8	6.7	30.0	33.6	11.7	12.4	1.5	1.3			4.2	4.6
		23/10-57	7.0	7.4	6.0	6.5	29.0	32.4	14.0	14.6	0.5	0.3			4.3	4.9
B	5 sprøjtninger med 5% MgSO ₄ beg. tidligt	27/10-54	7.5	7.5					19.8	19.8	1.0	1.0	12.6	12.6	6.6	6.6
		18/10-55	6.7	7.3					11.9	13.0			13.4	14.3	8.1	7.4
		16/11-56	6.3	7.7	5.9	6.7	30.4	33.2	12.2	14.2	1.3	1.4			6.8	6.4
		23/10-57	6.9	7.6	6.0	6.6	30.4	34.4	14.6	15.6	0.8	0.3			8.0	8.9
C	Som B, men begyndt senere	27/10-54	7.5	7.5					19.6	19.6	1.1	1.1	12.6	12.6	7.2	7.2
		18/10-55	6.3	7.2					12.1	13.0			14.6	14.3	8.6	8.1
		16/11-56	6.3	7.8	5.9	6.7	29.7	34.0	14.5	14.2	1.5	1.4			8.2	7.8
		23/10-57	7.0	7.6	6.1	6.6	30.4	32.8	14.4	14.8	0.5	0.3			8.9	9.1
E	500 kg MgSO ₄ /ha	27/10-54	7.5	7.5					19.3	19.3	1.2	1.2	13.3	13.3	7.1	7.1
		18/10-55	6.8	7.3					13.3	13.0			14.2	13.3	8.7	8.7
		16/11-56	6.2	7.8	5.9	6.7	29.8	33.2	14.7	14.5	1.5	1.4			7.5	8.9
		23/10-57	7.1	7.6	6.2	6.5	30.4	33.1	15.0	15.6	0.3	0.5			8.4	9.3
D	1000 kg MgSO ₄ /ha	27/10-54	7.4	7.4					20.2	20.2	1.3	1.3	14.0	14.0	10.2	10.2
		18/10-55	6.6	7.2					12.5	13.5			15.8	17.2	11.6	12.3
		16/11-56	6.3	7.8	5.8	6.7	30.0	33.6	12.2	14.6	1.3	1.3			10.8	14.4
		23/10-57	6.9	7.6	6.1	6.6	30.8	33.6	15.0	15.0	0.5	0.3			12.1	15.1

* Klorkaliumtallet (Kkt) medtages her, fordi forskellen mellem Rt målt i vand og i 1 n KCl er særlig lille i nogle parceller. Alle andre Rt er bestemt i vand eller i 1 n KCl og ved sidstnævnte forhøjet med 1,0.

svovlbehandlede parceller. I svovlsiden varierede udbyttet kun fra 46,0 til 49,8 kg i A—E, medens det i østsiden, uden svovl, varierede fra 30,9 til 56,2 kg.

SKIFTE V: KØKKENHAVEN 1954-57

I 1951 anlagdes et magnesiumforsøg, som er gennemført efter nedenstående plan. Resultaterne fra skifte III med tomater i 1951, kartofler, tomater og blomkål i 1952 og kartofler i 1953 er omtalt i 493. beretning. Magnesiummangel, Tidsskr. f. Pl. 1955, side 430—433, 447—452.

	Behandling:	
	vest	øst
1951	behandlet	behandlet
1952	ubehandlet	ubehandlet
1953	behandlet	ubehandlet
1954	behandlet	behandlet
1955	behandlet	ubehandlet
1956	behandlet	behandlet
1957	behandlet	ubehandlet

Forsøgsplan, parceller 52 m², ingen fællesparceller, værn på 1,85 m mellem C og D samt D og E.

A. Ubehandlet.

B. 5 sprøjtninger med 5 pct. MgSO₄ = 500 kg/ha.

C. 5 sprøjtninger med 3 pct. MgSO₄ + 0,5 pct. MnSO₄ = 300 + 50 kg/ha.

D. 500 kg MgSO₄/ha udstrøet tidligt forår.

E. 500 kg MgSO₄/ha + 100 kg MnSO₄/ha udstrøet tidligt forår.

Gødning, se side 399.

Afgrøder. Alle afgrøderne har altid været dyrket i begge halvdele, uanset om hele eller kun det halve areal har fået magnesium.

1954: Tomat, selleri, gul sennep.

1955: Tomat, kålroer, sukkermajs, Tropaeolum.

1956: Tomat, turnips, spinat, kepaløg.

1957: Tomat, asie, gulerod, Tropaeolum.

Dette forsøg har et tredobbelt formål: 1) at vise om magnesiumsulfat tilført ved sprøjtning eller tilførsel til jorden hjælper, 2) tilsvarende for mangansulfat og 3) om der er nogen eftervirkning.

Magnesiummangel: Gulerod, majs, kepaløg (stikløg) og spinat har ikke reageret for magnesium i forsøgene her, der er aldrig set tydelige symptomer på mangel heraf eller nogen forbedring af planternes udseende ved tilførsel af magnesium. Udbyttebestemmelser er ikke foretaget.

Gul sennep (1954). Der var, især i sidste halvdel af juli, tydelige Mg÷ symptomer i A, ubehandlet, og de to værn. De to sprøjtede parceller var bedst, men dog ikke helt fri for magnesiummangel, noget ringere var de to, der havde fået 500 kg magnesiumsulfat uden og med tilskud af 100 kg mangansulfat pr. ha, men de var dog langt bedre end de ubehandlede.

Der var ingen forskel mellem de to halvdele, selvom den ene var ubehandlet i 1953.

Kålroer (1955). I august og i stærkere grad i september var der i vestsiden, der var behandlet i 1955, tydelige magnesiummangelsymptomer: røde blade eller gule-rødgule blade med grønne ribber i A, ubehandlet, og begge værn. Der var også lidt i D og E, udstrøning af magnesiumsulfat ± mangansulfat. B og C, de sprøjtede, var sunde og som helhed kraftigst. I hele østsiden, der var ubehandlet i 1955, fandtes ikke så lidt magnesiummangel. De nedre blade gik efterhånden til grunde af tørke og angreb af bladribbesnudebillelarver.

Turnips (1956). Sidst i juli begyndte der at komme nogle gulmarmorerede blade i ubehandlet og begge værn i begge halvdele. De sprøjtede parceller var kraftigt grønne, men hvor der var tilført magnesiumsulfat til jorden med og uden mangansulfat fandtes en del Mg÷ symptomer, omend langt mindre end ubehandlet. Der var ingen tydelig forskel mellem de to halvdele, trods forskellig behandling i 1953 og 1955.

Asie (1957, Dansk Asie). Magnesiummangel er så vidt vides ikke tidligere beskrevet hos asie, men der var tydelige symptomer herpå i 1957. 9. august iagttoges første gang, at A, ubehandlet, i begge halvdele havde en del ældre blade, som var begyndt at blive gulmarmorerede på bladfladen, begyndende udefra og gående ind efter (fig. 2). Der var et gult bælte ved randen, men det var dog ikke ubrudt. De andre, men især B, sprøjtet, begyndende tidligt med 5 pct. magnesiumsulfat, var pænt grønne. Der var desværre mange planter, som døde pludseligt af ukendt årsag. På en død

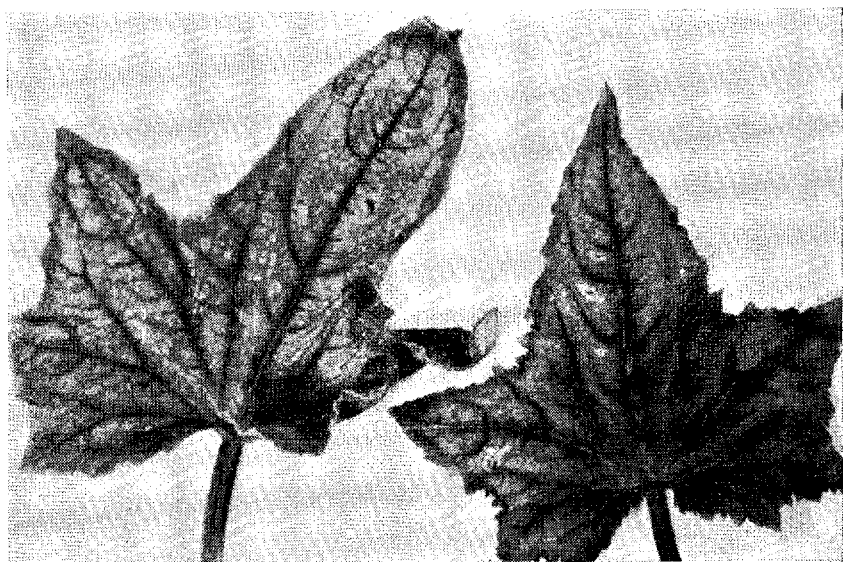


Fig. 2. Asieblade med magnesiummangel.

Cucumber leaves with magnesium deficiency.

asierod, der havde ligget fugtigt ca. 1 uge, fandtes *Stemphylium consortiale*, *Cylindrocarpon radicicola*, *Fusarium sp.* og *Pythium sp.*, men disse svampes andel i skaden er ikke undersøgt.

Den stærke nedvisnen af planterne udvaskede efterhånden Mg^{2+} symptomerne. Vestsiden, behandlet 1957, var en periode tydeligt bedre med hensyn til nedvisnen end østsiden, ubehandlet 1957.

Kepaløg (1956), lagt som stikløg, viste ingen synlig reaktion for magnesiumtilskud.

Sellerier (1954). Der kom ikke stærke Mg^{2+} symptomer. Der var ingen virkning af den forskellige behandling i 1953 af de to halvdele.

Tropaeolum. I 1955 prøvedes første gang *Tropaeolum* som indikatorplante for magnesiummangel, se side 399. Den brogetbladede *Tropaeolum majus nanum*, Queen of Tom Thumb, som anvendtes i 1955, har øjensynligt med sine brogede blade ikke noget stort behov for magnesium, den fik kun svage magnesiummangelsymptomer i ubehandlet.

I 1957 dyrkedes *Tropaeolum majus fl.pl.* Gyldenskær, der fik stærke magnesiummangelsymptomer. 26 dage efter såningen noteredes det, at de ubehandlede parceller sås meget tydeligt, planterne var meget gule i begge halvdele.

Alle direkte Mg-tilførsler (i vest) virkede udmærket mod mangelsymptomer, dog forårsagede sprøjtninger, at bladene fik små tørre pletter. I øst, hvor eftervirkningen af tidligere behandlinger undersøgte, var det ganske tydeligt, at udstrøning af 500 kg magnesiumsulfat med og uden tilsætning af mangansulfat, D og E, havde en udmærket eftervirkning. Der var nogen, men ikke megen eftervirkning efter sprøjtning, B og C.

Mg÷ symptomerne var meget tydelige i 3 måneder fra ca. 20. maj. Hen på efteråret bliver de altid mindre tydelige, idet der kommer nye friske blade, når afblomstringen næsten er ophørt, og disse nye blade får kun i ringe grad Mg÷ symptomer.

Tomat (1954, 1955, 1956 og 1957). Som helhed for alle 4 år kan det siges, at såvel sprøjtning med som udstrøning af $MgSO_4$ har virket godt i behandlingsåret. 5 pct. $MgSO_4$ har været lidt bedre end 3 pct. $MgSO_4$ + 0,5 pct. $MnSO_4$.

I 1955 var der nogen eftervirkning at se på tomatplanternes udseende af udstrøning af $MgSO_4$ i 1951 og 1954. Hvor megen indflydelse udstrøningen i 1951 havde, kan ikke siges. Der kunne nemlig ingen eftervirkning ses i 1953 (493. beretning), men derfor kan udstrøningen i 1951 i forbindelse med gentagelse i 1954 dog godt have haft nogen betydning. I 1957 sås en betydeligt stærkere eftervirkning end i 1955, nu hvor der også var behandlet med $MgSO_4$ i 1956, men der var kun en lille forbedring af tomatplanternes udseende i forhold til ubehandlet i de sprøjtede parceller, langt ringere end hvor $MgSO_4$ var givet til jorden. Der sås ringere eftervirkning på tomaterne i de sprøjtede parceller end på *Tropaeolum*.

Der er kun set en svag virkning i selve behandlingsåret af udstrøning af *mangansulfat* i 1956 på tomat, ellers er der ikke på en eneste af de dyrkede afgrøder set virkning trods det lave mangantal og den ret store mængde, 100 kg/ha (tabel 9). De lavere tal i E (+ mangan) end i D kan skyldes, at E er beliggende nærmere nogle træer.

Tabel 9. Udbytte i kg af tomater i skifte V fra 10 m²

For- søgs- led	Behandling	1955		1956		1957	
		behandlet		behandlet		behandlet	
		1951 1953- 1955	1951 1954	1951 1953- 1956	1951 1954 1956	1951 1953- 1957	1951 1954 1956
A	Ubehandlet . . .	15.8	12.3	22.6	16.9	11.8	6.9
B	5 sprøjtninger med 5% MgSO ₄	29.0	19.3	38.3	40.1	24.8	15.6
C	5 sprøjtninger med 3% MgSO ₄ + 0,5% MnSO ₄	25.0	17.7	39.8	36.9	25.2	14.8
D	500 kg MgSO ₄ /ha	25.0	19.0	43.2	47.2	27.9	24.9
E	500 kg MgSO ₄ /ha + 100 kg MnSO ₄ /ha	19.4	17.3	42.8	40.0	26.4	21.2

Analyse af jordprøver fra forskellig dybde

I 1954 begyndtes på Blangstedgaard undersøgelser over jordens gennemtrængelighed for næringsstoffer ved analyser af jord fra flere forsøgsstationer, hvor der var gødet med kaligødning eller magnesiumsulfat. Som supplement til disse undersøgelser er der fra foråret 1954 analyseret prøver fra 3 af magnesiumforsøgene ved Statens plantepatologiske Forsøg. Prøverne udtoges — på enkelte undtagelser nær — hvert forår og efterår i 0—10, 10—20, 20—40 og 40—60 cm's dybde fra skifterne VIII i landbrugsarealet og III og V i køkkenhaven. Fra Blangstedgaard vil der fremkomme en beretning om de samlede undersøgelser, men her skal de vigtigste resultater fra forsøgene i nærværende beretning kort omtales.

Som eksempel vises tallene fra skifte VIII (side 400) i fig. 3. Forholdet var det samme for magnesium i de andre forsøg, i disse er ikke tilført kali.

Magnesiumindholdet var praktisk talt ens i alle jorddybder, hvor der ikke var tilført magnesiumsulfat, men hvor det tit var tilført, var indholdet derimod faldende med jorddybden.

Kalitallene faldt noget med dybden i ikke kaligødede parceller, men faldet var langt stærkere, hvor der årligt var tilført 500 kg kaligødning pr. ha. Tilførsel af kali havde ingen sikker indflydelse på magnesiumindholdet i jorden, ligeså lidt som magnesium havde det på kaliindholdet.

Calciumindholdet faldt lidt med jorddybden i skifte VIII, men ikke i de andre arealer, hvor det endog nogle steder var størst længst nede.

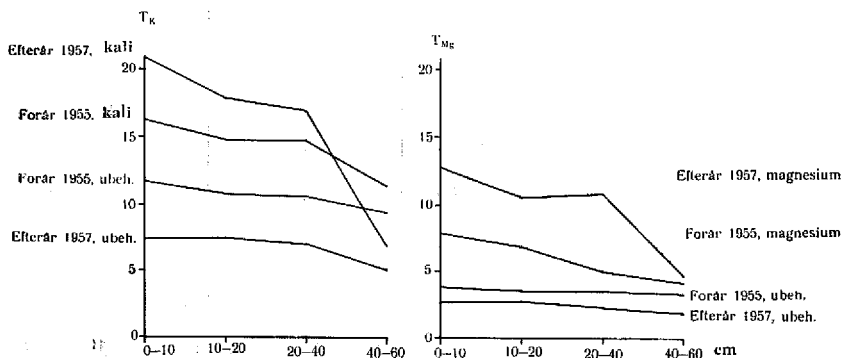


Fig. 3. Indhold af kali og magnesium i jorden i forskellig dybde. Der var tilført kali og magnesium to gange før de første dybdeprøver blev udtaget.

Urtepottekulturer med sand og jord 1953-57

METODIK

Forsøg i store urtepotter kan sammenlignes med karforsøg. Urtepottemetoden, som den er anvendt her og anvendes på University of Bristol Agricultural and Horticultural Research Station, Long Ashton, Bristol, England, er lettere og billigere at arbejde med end de almindelige kar, der vejes ved hver vanding. Urtepotterne vandes med afmålte mængder næringsopløsninger og efter forholdene med destilleret eller ledningsvand efter behov, evt. blandes kemikalierne i sandet eller jorden.

Om urtepottemetoden, hvor alle vandmængderne ikke er nøjagtig afmålte, er fuldt pålidelig til udbytteforsøg med små udslag, kan ikke diskuteres her, men til iagttagelser over sygdomssymptomer er denne metode fortrinlig. Urtepotterne kræver ikke

Tabel 10. Udbytte i kg af tomater fra skifte V, forholdstal

For- søgs- led	Behandling	Frugter, forholdstal						Forholdstal af det samlede udbytte i begge halvdele	% frugter fra alle år efter sortering					
		1955 behandlet		1956 behandlet		1957 behandlet			I		II		III	
		1951 1953- 1955	1951 1954	1951 1953- 1956	1951 1954 1956	1951 1953- 1957	1951 1954 1956		beh. 6 år	beh. 3 år	beh. 6 år	beh. 3 år	beh. 6 år	beh. 3 år
		A	Ubehandlet	100	100	100	100		100	100	17.8	12.3	58.1	56.2
B	5 sprøjtninger med 5 % MgSO ₄	190	157	169	237	210	226	158	30.2	53.9	15.9	31.4	53.0	15.6
C	5 sprøjtninger med 3 % MgSO ₄ +0,5 % MnSO ₄	163	144	176	218	214	212	154	26.5	57.8	15.7	29.1	54.4	16.5
D	500 kg MgSO ₄ /ha	163	154	191	279	236	361	166	27.4	59.1	13.5	32.9	53.7	13.4
E	500 kg MgSO ₄ /ha + 100 kg MnSO ₄ /ha	127	141	189	237	224	307	160	23.8	57.5	18.7	29.4	50.0	20.6

Tabel 11. Analyseresultater af jordprøver, skifte V. (Behandling, se nærmere tabel 10)

For- søgs- led	Behandling	Dato og år	Rt		Ft		T _K		T _{Mn}		Mg i mg pr. 100 g jord biologisk kemisk			
			beh. 6 år	beh. 3 år	beh. 6 år	beh. 3 år	beh. 6 år	beh. 3 år	beh. 6 år	beh. 3 år	beh. 6 år	beh. 3 år	beh. 6 år	beh. 3 år
A	Ubehandlet	27/10-54	7.7	7.7			15.3	15.8	1.2	1.1	11.9	12.3	4.2	4.0
		17/10-55	7.5	7.4	34.6	36.6	14.3	12.5	1.3	1.1	11.1	11.6	4.3	3.9
		16/11-56	8.0	7.8	32.0	33.6	11.0	12.1	1.5	1.4			5.4	3.9
		24/10-57	7.8	7.9	32.8	34.8	13.4	15.0	0.5	0.3			4.9	4.6
B	5 sprøjtninger med 5% MgSO ₄	27/10-54	7.7	7.7			18.2	17.8	1.0	1.0	13.4	15.5	6.6	4.8
		17/10-55	7.5	7.5	35.8	38.4	13.5	12.5	1.4	1.2	15.3	15.1	7.5	4.8
		16/11-56	8.0	7.9	33.6	34.0	12.1	14.6	1.8	1.4			10.5	5.5
		24/10-57	7.8	7.8	32.8	35.2	13.6	15.4	0.3	0.3			8.7	6.8
C	5 sprøjtninger med 3% MgSO ₄ + 0,5% MnSO ₄	27/10-54	7.7	7.8			19.2	19.2	1.1	1.2	14.6	13.9	5.7	4.9
		17/10-55	7.8	7.4	40.3	34.6	13.5	15.0	1.3	1.8	13.6	14.4	6.6	4.8
		16/11-56	7.9	8.0	36.0	34.4	12.1	14.4	1.5	1.5			7.9	5.5
		24/10-57	7.8	7.9	36.0	35.2	14.4	14.6	0.3	0.3			7.6	5.7
D	500 kg MgSO ₄ /ha	27/10-54	7.6	7.6			18.8	17.0	1.3	1.3	14.2	13.2	7.5	6.6
		17/10-55	7.4	7.4	38.0	36.6	12.5	12.5	1.4	2.0	14.2	12.3	8.4	5.1
		16/11-56	7.9	8.0	34.4	33.2	12.5	11.1	1.6	1.6			10.5	9.2
		24/10-57	7.7	7.9	35.2	33.6	13.6	12.8	0.5	0.3			10.1	6.8
E	500 kg MgSO ₄ /ha + 100 kg MnSO ₄ /ha	27/10-54	7.7	7.7			17.4	16.0	1.3	1.3	13.8	13.4	7.8	6.3
		17/10-55	7.4	7.4	35.0	33.6	13.5	12.5	1.4	1.6	13.6	12.1	7.8	5.5
		16/11-56	7.9	8.0	33.6	30.9	11.3	11.0	1.7	1.5			10.3	8.0
		24/10-57	7.8	7.9	32.8	30.8	12.0	12.4	0.3	0.5			10.7	5.1

megen pasning. Metoden kan f. eks. bruges til frembringelse af planter med næringsmangelsymptomer til demonstration ved forsøgsmarker, planteavlstillinger el. lign. Endvidere må den også kunne anvendes til orientering om hvilke gødninger, der særlig tiltrænges på en given jord, f. eks. ved nyopdyrkning.

Urtepotteforsøgene påbegyndtes i 1953 ved Statens plantepatologiske Forsøg, efter at metoden var set på Long Ashton i 1952. Som støtte brugtes: *E. J. Hewitt: Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition. 1952.*

Ved Long Ashton holdes urtepotterne under glas i hus, men ved Statens plantepatologiske Forsøg har det, med undtagelse af nogle mindre vinterforsøg i drivhus, været nødvendigt at arbejde på friland. I fugtigt vejr kan dette være uheldigt, da der kan komme perioder, hvor det ikke er muligt at tilføre næringsopløsning tilstrækkeligt hyppigt, men stort set er der opnået pæne resultater på friland, og fuldgødede planter har vokset fortrinligt.

Urtepotterne er 26 cm indvendigt, rummer ca. 10 liter og har et overfladeareal, når de er fyldt passende op, på ca. 500 cm². 1 g kemikalie svarer til 200 kg/ha og ½ liter vædske til 10 mm regn.

Potterne er hvert år blevet malet indvendigt med engelsk asfalmaling, bundhullet dækket med glasuld og et stort urglas lagt omvendt derover. Malingen af potterne indvendigt udførtes for at hindre, at planterne optager næring fra potterne. En hurtig-analyse af et pulveriseret potteskår viste et ikke ringe indhold af magnesium. I 1953 blev urtepotterne gravet ned i jorden, men trods dækning af bundhullet med glasuld og urglas fandt enkelte rødder vej ud og gik ned i jorden. Fra 1954 har urtepotterne stået på jorden på cementfliser og var malet hvide udvendigt.

Det er ikke heldigt at dyrke flerårige planter i sådanne pletter, da malingen indvendig ikke kan fornyes, og efter en sæson begynder den at skalle af. Rodmassen bliver også let for kompakt i bunden.

Der er dels arbejdet med forskellige jorder fra arealer, hvor man har haft ernæringsproblemer, dog i hovedsagen med jord fra Jyndevad forsøgsstation, dels med sand fra et glasværk.

I potterne med jord er de forskellige gødninger sat til ved indblanding i jorden, inden denne kom i potterne. Dette er også

sket i enkelte tilfælde med sandet, der som regel er vandet med forskellige næringsopløsninger. Sandet er brugt uden udvaskning, analyser se side 425.

Næringsopløsningen, der er brugt til sandkulturer, svarer omtrent til den, der er angivet i ovennævnte bog af *Hewitt*.

Til *stamopløsninger* er brugt nedennævnte rene kemikalier, der hver for sig opløses i glasflasker med destilleret vand, som fyldes op til 1 liter efter kemikalierens opløsning. Nr. 1, 7, 8, 9 og 10 opløses kun langsomt i koldt vand. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ kan vanskeligt opløses i 1 liter vand, det er bedre at tage 2 liter og beregne, at der skal dobbelt så meget deraf i fortyndingsopløsningen. Tilsætning af dette gør vædsken lidt mælket. Såvel stamopløsninger som fortyndingsopløsninger gemmes i mørke flasker eller i mørke.

Nr.	g pr. liter
1. Ferricitrat	25
2. $\text{MnSO}_4, 4 \text{ H}_2\text{O}$	2
3. $\text{CuSO}_4, 5 \text{ H}_2\text{O}$	0,3
4. $\text{ZnSO}_4, 7 \text{ H}_2\text{O}$	0,3
5. H_3BO_3	2
6. $(\text{NH}_4)_6 \text{ Mo}_7\text{O}_{24}, 4 \text{ H}_2\text{O}$	0,035
7. KNO_3	200
8. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, vandfrit	660 (eller 950 g vandholdigt)
9. $\text{NaH}_2\text{PO}_4, 2 \text{ H}_2\text{O}$	200
10. $\text{MgSO}_4, 7 \text{ H}_2\text{O}$	370

Skal der hyppigt bruges en og samme opløsning, er det praktisk at lave en *fortyndingsopløsning*, som fremstilles ved at 100 eller 200 ml af hver af stamopløsningerne i ovenstående rækkefølge kommer i en 10 liters glasbeholder, hvori der *i forvejen* er 9 eller 8 liter destilleret vand. Fortyndingsopløsningen var ret tilbøjelig til at give bundfald, og forskellige blandingsforsøg viste, at blanding efter ovenstående rækkefølge var den bedste af de prøvede.

Vandingsopløsningen laves af 10 pct. fortyndingsopløsning og 90 pct. destilleret vand. Heraf brugtes i almindelighed $\frac{1}{2}$ liter pr. potte ca. 2—3 gange om ugen, og planternes øvrige vandbehov blev dækket med destilleret vand, eller hvor der f. eks. kun var tale om fosforsyre- eller kaliumproblemer med vandværksvand. Dette indeholder i Lyngby 14—16 mg Mg og Mn og Fe, så det kan ikke anvendes til magnesium-, jern- og manganforsøg.

Når der skulle bruges flere forskellige opløsninger, fremstilledes vandingsopløsningerne direkte ved, at der pr. liter vand brugtes 1—2 ml af hver stamopløsning, i nogle tilfælde mere. Første år brugtes — efter

Long Ashton-metoden — kun 1 ml stamopløsning pr. liter vand, men det viste sig, at man godt kunne bruge den 2 eller 3 dobbelte styrke, når planterne var godt i vækst og ikke for tørre, og derved sjældnere anvende de tidskrævende kemikalievandinger; herved er i almindelighed brugt ½ liter pr. potte ca. 2 gange om ugen. Når der vandes således, kaldes det i det efterfølgende for »fuldgødet«.

Der kom en ikke nærmere bestemt penselskimmel (*Penicillium sp.*) i fortyndingsopløsningerne, især i 1954. Den voksede stærkt, hvor alle kemikalierne fandtes, svagt hvor magnesium manglede og kom slet ikke, hvor jern manglede. Dyrkedes den på næringssubstrat, hvori alle kemikalierne fandtes, samt hvor magnesium manglede, blev den efterhånden brun; hvor jern manglede, forblev den grøn.

I et sandkulturforsøg fra 1955 med forskellige næringsstoffer var det karakteristisk, at hvor kvælstof, fosforsyre eller magnesium manglede, varede det meget længere, før der kom grønalger på sandoverfladen, end hvor disse stoffer var anvendt. Lignende i samme retning er set senere, men ikke forfulgt nærmere.

SANDKULTURER 1953-57

Det anvendte sand har givet følgende analyseresultater:

	Rt	Ft	T _K	T _{Mn}	Mg i mg/100 gjord
1954	7.3	0.1	0.2	0.3	1.8
1955	6.9	0.1	0.2	1.1	0.6
1956	6.8	0.1	1.8	1.2	0.5
1957	6.5	0.1	0.2	1.0	1.6

I 1953 blev sandet analyseret på Statens plantepatologiske Forsøg efter Simplex-metoden; der var ingen reaktion for de undersøgte stoffer, Rt var 5,8. Ved biologisk bestemmelse på Statens Planteavlslaboratorium for magnesium var der så lidt, at det ikke kunne måles.

Der er i årenes løb kommet tydelige *magnesiummangelsymptomer* frem på nedennævnte plantearter, hvor der ikke har været anvendt MgSO₄ i næringsopløsningen: *Hvede, rug, havre, bederoer, kålroer, gul sennep, bønner, majs og Tropaeolum*. Der kom derimod ingen symptomer på *skalotter*. Om følgende plantearter er der noget særligt at bemærke: *Byg* har nok haft såvel »tigerstribning« som »båndgræssymptomer«, men tillige er der set aflange, lyse, nærmest halvmåneformede pletter med brun rand. Pletter af samme udseende ses i *Wallace's* bog på fig. 12. Det er

ikke lykkedes helt at bestemme årsagen til disse pletter. Det blev først antaget, at de skyldes for høj saltkoncentration i sandet, men meget tyder på, at de kommer i forbindelse med magnesiummangel. Tillige findes der på byg ofte små aflange, brune pletter, disse synes at skyldes for høj saltkoncentration især i sur jord. Mangansulfat har fremmet disse pletter.

Alphakartofler har vist typiske Mg^{2+} symptomer. Tillige kom der ofte ved forskellige behandlinger mange små og enkelte større, sorte, noget ringede pletter. Det lykkedes aldrig at finde svampe i dem, og de tilskrives saltskade. Pletterne fandtes især langs randen, men bredte sig også indefter, bladrandene kunne være tørre. Pletterne ødelagde ikke Mg^{2+} symptomerne.

Sellerier fik visne og gule blade, men de blev ikke som ved frit udplantede typisk gulrandede. På lignende måde var det med *tomat* i sandkulturerne, hvor bladene blev mere gule over det hele, ikke så meget begyndende fra spidsen og randen, som det ses på frit udplantede. Ved magnesiummangel visnede de gule blade efterhånden stærkt. I et forsøg var der således midt i august 9—12 grønne blade igen på de planter, der havde fået magnesium, men kun 5—7 uden.

Hør, Dæhnfeldts Elite Oliehør, dyrkedes i sandkulturer i 1953 og 1954, og der var en karakteristisk forskel på planter med og uden magnesium, idet bladene på planterne, der ikke havde fået magnesium, var udspærrede, medens de med magnesium sad omtrent helt tiltrykt ind mod stænglerne. Derved virkede disse planter mere spinkle, end de i virkeligheden var, dog var de spinklere med end uden magnesium. I 1953 var planterne lavest uden magnesium, i 1954 højere, men i begge år var de mest forgrenet, hvor de ikke havde fået magnesium. Der var på disse planter i 1953 i gennemsnit af 71 planter 2,6 forgreninger, men på 82 planter med magnesium 1,6. I begge år begyndte de at blomstre først, hvor de ikke havde fået magnesium. Planterne uden magnesium var de lyseste, og i august 1954 var de langt de kraftigste, men de nedre blade var brune i spidserne indtil ca. 25 cm op. I et magnesiumforsøg i 1954 i skifte VI i køkkenhaven ved Statens plantepatologiske Forsøg, hvor andre afgrøder lider stærkt af magnesiummangel, kom der intet sikkert udslag på hør, se side 410.

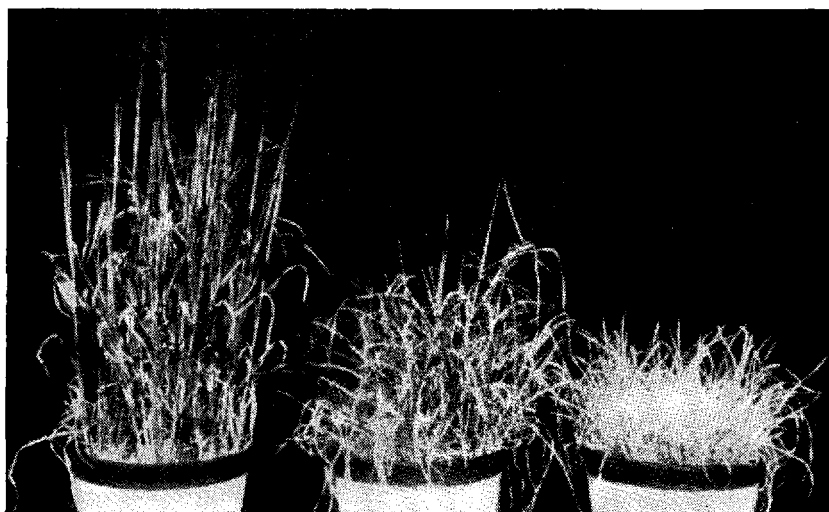


Fig.. 4 Byg i sand. Til venstre: Vandet 8 gange med normal næringsopløsning. I midten: Vandet een gang med samme, ellers uden magnesium. Til højre: Vandet 8 gange med samme, dog uden magnesium.

Barley grown in sand. Left: Watered 8 times with normal nutrient solution. Centre: Watered once with the same, otherwise without magnesium. Right: Watered with the same, but without magnesium.

Spinat, Kongen af Danmark, dyrkedes i 1953. Planterne var lave, brede og kraftige uden magnesium og blomstrede sent, med magnesium blev de høje, spinkle og blomstrede tidligt. Rødderne var pæne i begge hold, men kraftigst uden magnesium. Om skaden ved anvendelse af magnesium skyldtes, at rødderne en eller flere gange er blevet svedet heraf, eller det skyldtes en direkte skadevirkning af dette stof, kan ikke siges.

Ærter, Wonder of Witham, gav ikke meget udslag, tilskud af magnesium øgede deres grønne farve. Selvom de ikke var podede og dyrkedes i dette rene sand, havde de såvel med som uden magnesium en pæn mængde bakterieknolde.

Bønner fik typisk $Mg\div$ symptomer: Bladene blev først lyse, så karakteristisk blankt brunlige mellem ribberne, derefter brunmarmorerede. De påvirkedes stærkt af mangel på $MgSO_4$, hvilket ikke mindst sås på udbyttet. Eet lille forsøg i 1953 med 3×3 planter til hver behandling gav nedenstående resultat:

Behandling	Antal	Vægt pr.	Vægt pr. plante i	
	bælge i i gns.	bælg i g i gns.	g uden bælg	
			Top	Rod
Uden magnesium	2.4	5.3	12.9	3.1
Med magnesium	4.4	5.6	20.5	4.5

De fleste planter havde en mørkere grøn farve og en kraftigere vækst med end uden magnesium.

Det er set, at blot en enkelt vanding, som er prøvet på byg, kartoffel, fodersukkerroe, kålroe, majs og kløver, med næringsopløsning med $MgSO_4$, i løbet af få dage kan ændre planternes udseende ved at gøre dem mere mørkegrønne og på mindre end 2 uger gøre væksten betydeligt kraftigere (fig. 4).

MANGANSULFAT, KALIUMSULFAT OG CALCIUMKARBONAT MED OG UDEN MAGNESIUM TIL HAVRE OG BØNNE, 1955

I Holland har dr. *Löhnis* set, at bl. a. bønner ved overmål af mangan fik nogle symptomer, der i nogen grad mindede om magnesiummangel. (*Löhnis, M. P.*: Manganese toxicity in field and garden crops. Plant and Soil III: 193-222, 1951). Her i landet bestemmes mangantallet sjældent på sure, sandede jorder, idet man går ud fra, at der under sådanne forhold ikke er manganmangel. Mangantallet burde bestemmes på disse lokaliteter, og betydningen af evt. høje mangantal undersøges.

Et sandkulturforsøg blev anlagt 21. juli 1955.

Forsøgsplan:

1. Fuldgødet = alsidig næringsopløsning
2. » + 200 kg mangansulfat/ha
3. » + 800 » svovlsur kali/ha
4. » + 2000 » calciumkarbonat/ha
- 5.—8. som 1.—4., men uden magnesium i næringsopløsningen.

Mangan, kali og calciumkarbonat blev tilført sandet, men iøvrigt vandedes med næringsopløsning.

Afgrøder: Stålhavre og bønne, Hundrede for En, 2 fællesparceller.

I dette og følgende forsøg er der den sædvanlige mængde af mangan, kalium, calcium og svovl i næringsopløsningen, det er

kun de store tilførte mængder, der er forskel på. Anderledes er det med magnesium; hvor det drejer sig om indhold af magnesium i næringsopløsningen, er dette angivet ved + og ÷.

Såvel tilskud af mangan som af kalium fremmede tigerstriberingen i havreplanterne, som blev svagere i væksten, og især mangan øgede fremkomsten af båndgræs. Hen i september sås det dog, at mangan i pletter uden magnesium havde øget vækstkraften lidt, men planterne var lysere end i fuldgødet.

Ved tilskud af kalium fik havreplanterne tillige indsnævrede, hvide bladspidser, og som helhed var bladene hen i september lyse, især langs randen, selvom de egentlige tigerstriberings- og båndgræssymptomer var forsvundet.

Der blev ingen forskel på de fuldgødede havreplanter og på dem, som ingen magnesium havde fået, men hvortil der var givet calciumkarbonat, d. v. s. at planterne ved det store tilskud af calcium ikke viste synlige symptomer på magnesiummangel, selvom de slet ingen magnesium havde fået tilført.

Bønnerne reagerede endnu stærkere end havren. Uden magnesium fik bønnerne tydelige Mg÷ symptomer. Mangan skadede planterne, som fik symptomer, der havde nogen lighed med Mg÷ symptomer, idet der kom brune, visne partier langs ribberne og små, sorte pletter, men bladene blev forkrøblede og ribberne mørke. Planterne blev ikke så dårlige af tilskud af kalium som af mangan. I modsætning til havren fik bønneplanterne Mg÷ symptomer, hvor de var tilført calciumkarbonat, men ikke fik magnesium i næringsopløsningen. Symptomerne kom dog noget senere og var mindre kraftige, end hvor der blev vandet med samme næringsopløsning, men ikke var givet calciumkarbonat.

MANGANSULFAT, SVOVL OG MELKALK MED OG UDEN MAGNESIUM TIL HAVRE OG BØNNE, 1955

Dette forsøg blev anlagt på tilsvarende måde som foregående for at undersøge virkningen af forskellige mængder mangan, da 200 kg/ha øjensynligt havde forårsaget direkte skade, tillige medtoges forskellige svovl- (pulveriseret) og kalkmængder. Der anvendtes melkalk for om muligt at få en stærkere virkning end af calciumkarbonat.



Fig. 5. Havre i sand. Til venstre: Vandet med normal næringsopløsning. I midten: Samme næring, men sandet tilsat 300 kg svovl/ha. Til højre: Som i midten, men ingen magnesium i næringsopløsningen.

Oats grown in sand. Left: Watered with normal nutrient solution. Centre: The same but 300 kg sulphur per ha. added to the sand. Right: As centre but no magnesium in the solution.

Forsøgsplan:

1. Fuldgødet = alsidig næringsopløsning
- 2.—4. » + 50, 100 og 200 kg mangansulfat/ha
- 5.—7. » + 300, 600 og 1200 kg svovl/ha
- 8.—10. » + 300, 600 og 1200 kg melkalk/ha
- 11.—20. som 1.—10., men uden magnesiumsulfat
i næringsopløsningen.

Afgrøder: Stålhavre og bønne, Hundrede for En, 2 fællesparceller, sået 5. august.

Der kom svagere Mg÷ symptomer end i foregående forsøg, der var sået 15 dage tidligere. Dette kan skyldes, at Mg÷ symptomerne bliver svagere med aftagende lystyrke.

Havren blev som helhed mørkere med end uden magnesium. Tilskud af mangan svækkede planterne lidt, men kun i begyndelsen. De stigende mængder af mangan øgede tigerstribe og båndgræs, hvor planterne ikke fik magnesium i næringsopløsningen, men ingen af mængderne virkede stærkt. Med magnesium i næringsopløsningen forårsagede alle tre mængder mangan også lidt tigerstribe, men denne forsvandt snart.

Tilskud af 50 kg mangansulfat til bønner uden magnesium frembragte planter med lys, gulgrøn farve, 100 og især 200 kg

bevirkede, at de ældre blade fik megen nekrose, og de næste var gulgrønne med mørke ribber, bladene rullede bagud. De yngste blade var jævnt grønne, men lyse.

Alle bønner, der havde fået magnesiumsulfat fik også nekroser i bladene ved tilskud af mangansulfat og stigende med mængderne heraf, men planterne var dog her meget bedre end i de tilsvarende potter uden magnesium.

Der kom en meget stærk virkning i havren af *svovlet*, hvor planterne fik næringsopløsning uden magnesium. Alle tre mængder svovl forårsagede fuldstændig misvækst, bladene blev smalle og spidse, så planterne fik et strittende udseende, var små og lyse, nærmest blege, men der sås kun svag tigerstrikning. Sådanne symptomer kommer ved meget stærk magnesiummangel. Der var ingen reel forskel mellem de tre svovlmængder, dog kom der sidst i oktober vækst i nogle af planterne i de to laveste mængder, men kun i en enkelt i den højeste mængde.

Havren, der fik næringsopløsning med magnesium i, tålte ganske anderledes godt svovl, end hvor den ikke fik magnesium. Med 300 kg svovl/ha var planterne, der fik magnesium, endog lidt bedre end alle de andre (fig. 5), 600 kg var fuldt på højde med fuldgødet uden nogen tilsætning af svovl, 1200 kg derimod havde svækket.

Vægt af havren i gennemsnit af 2 potter klippet af lige over jordoverfladen 29/10 1955.

Behandling	vægt i g
Fuldgødet = alsidig næringsopløsning	80
» ÷ Mg	61
» + 300 kg svovl/ha	125
» ÷ Mg + 300 » »	10
» + 600 » »	80
» ÷ Mg + 600 » »	8
» + 1200 » »	15
» ÷ Mg + 1200 » »	8

Bønnerne tog skade af alle mængder svovl, og især hvor de ikke havde fået magnesiumsulfat, men forskellen mellem dem, der havde fået næringsopløsning med og uden magnesiumsulfat, var ikke så stor som ved havren. Svovl havde i alle potterne gjort bønneplanterne mere mørkegrønne.

Tabel 12. Analyser af sandprøver 1955

Kultur	Behandling	^{21/9}	^{17/10}	^{21/9}	^{17/10}
		Lt	Lt	Rt	Rt
Havre	Fuldgødet = alsidig næringsopløsning . . .	0.4	1.8	6.9	6.3
»	» ÷ Mg.	0.4	1.9	6.2	5.7
»	» + 300 kg svovl/ha	0.3	1.8	6.5	6.2
»	» ÷ Mg + 300 » » »	0.2	1.9	4.8	5.4
»	» + 600 » » »	0.3	1.9	5.7	4.7
»	» ÷ Mg + 600 » » »	1.0	2.5	3.8	3.7
»	» + 1200 » » »	0.9	2.5	3.9	4.1
»	» ÷ Mg + 1200 » » »	3.3	2.5	3.5	3.7
Bønne	»	0.3	1.8	6.2	6.2
»	» ÷ Mg.	0.2	1.9	6.0	5.8
»	» + 300 kg svovl/ha	0.2	1.9	5.9	5.8
»	» ÷ Mg + 300 » » »	0.3	1.9	4.8	5.1
»	» + 600 » » »	0.5	2.0	4.5	4.9
»	» ÷ Mg + 600 » » »	0.7	2.5	4.0	4.2
»	» + 1200 » » »	0.9	2.2	4.0	4.2
»	» ÷ Mg + 1200 » » »	2.0	2.5	3.5	4.0

Den fundne forskel på virkningen af svovl med og uden magnesiumsulfat var tydelig, men den dybere årsag hertil er ikke klarlagt. Tabel 12 viser, at reaktionen, bestemt på Statens plantepatologiske Forsøg, var betydelig højere, hvor der har været magnesiumsulfat i næringsopløsningen, end hvor dette ikke var tilfældet. Problemet er dog næppe løst ved kun at pege på denne reaktionsforskel. I hvert tilfælde forklarer dette ikke den bedre vækst ved tilskud af 300 kg svovl til fuldgødet. Det er næppe sandsynligt, at der er sket en passende sænkning af reaktionen fra 6,9 til 6,5. I fuldgødet uden svovl var der ingen tegn på manganmangel. Næringsopløsningen indeholder også så meget mangan, at manganmangel ikke skulle forekomme.

Et forsøg med rug og hvede med stigende svovlmængder og næringsopløsning med og uden magnesiumsulfat gav på grund af den mørke årstid ingen Mg÷ symptomer. I begge kornarter sås tydelig skadelig virkning af svovlet, men afgjort mest, hvor planterne ikke fik magnesium.

Tilskud af *melkalk* til havren har ikke helt hindret tigerstriber, hvor planterne manglede magnesium, der var endog mest, hvor der var givet den største mængde melkalk, og her var lidt båndgræs. Hvor planterne var fuldgødede, havde melkalken meget ringe indflydelse, den største mængde gjorde dem en overgang

lidt lyse og lidt svækkede i væksten, men hen i oktober fortog det sig omtrent helt.

Kalktilførslen havde ikke megen indflydelse på bøunnerne, alle, der ikke havde fået magnesium, led stærkt af magnesiummangel, men der var ikke megen forskel i kalkmængderne.

MANGAN OG SVOVL MED OG UDEN MAGNESIUM

TIL RUG, HVEDE, BYG OG HAVRE, 1956

Forsøgsplan:

1. Fuldgødet = alsidig næringsopløsning
- 2.—4. » + 50, 100 og 150 kg mangansulfat/ha
- 5.—7. » + 300, 600 og 900 kg svovl/ha
- 8.—14. som 1.—7., men uden magnesiumsulfat i næringsopløsningen.

Afgrøder: Petkusrug, Eroicahvede, Bonusbyg og Stålhavre, 2 fællesparceller, sået 8. maj.

Naturligvis forventedes ikke aksdannelse i rug og hvede, de var kun medtaget for at se vækst og symptomer. I alle 4 plantearter blev der tydelig tigerstribe, hvor der ikke tilførtes magnesium, mindst i byggen. I rugen var det karakteristisk, at ved magnesiummangel rullede bladene bagud.

Mangan har i alle mængder øget tigerstribe på rug og svækket planterne lidt, hvor der ikke var tilført magnesium, og ved den største mængde kom der lidt båndgræs, men som helhed var rugen ikke meget følsom for mangansulfat. Hvede og byg blev begge svækket i væksten af 100 og 150 kg mangansulfat, hvilket øgede fremkomsten af tigerstribe, og det forårsagede lidt båndgræs på hvede. Alt dette blev i betydelig grad modvirket af tilsætning af magnesiumsulfat i næringsopløsningen. På byggen var der i det hele ikke megen tigerstribe, men tilskud af mangan bevirkede fremkomsten af små, brune pletter, sammenlign side 426. På havren var tigerstribe ret stærk og omtrent ens ved alle tre mængder mangan uden magnesium, og tilføjelse var der noget båndgræs, især med lysfarvning af rand og spidser. De to store mængder mangan forårsagede såvel med som uden magnesium rødbrune spidser på de ældste havreplanters blade.

Den iagttagelse, at store manganmængder forøgede magnesiummangelsymptomerne, kan være et tilfælde af den almindelige er-



Fig. 6. Hvede og byg i sand (begge sået om foråret), alle pottes tilført 300 kg svovl/ha. Nr. 2 og 4 fra venstre vandet med normal næringsopløsning, nr. 1 og 3 med samme, men uden magnesium.

Wheat and oats grown in sand (both sown in spring). To all pots added 300 kilos sulphur per ha. No. 2 and 4 from left watered with normal nutrient solution, no. 1 and 3 with the same but without magnesium.



Fig. 7. Rug i sand (sået om foråret), nr. 1 og 2 fra venstre rent sand, nr. 3 og 4 tilsat 600 kg svovl/ha. Nr. 2 og 4 vandet med normal næringsopløsning, nr. 1 og 3 vandet med samme, men uden magnesium.

Rye grown in sand (sown in spring). No. 1 and 2 from left pure sand, to no. 3 and 4 added 600 kilos sulphur per ha. No. 2 and 4 watered with normal nutrient solution, no. 1 and 3 with the same but without magnesium.

faring, at stærk dosering af et stof kan øge mangelsymptomerne af et andet, således som f. eks. store kalitilskud øger magnesiummangel.

Tilskud af *svovl* fremmede Mg÷ symptomerne og svækkede væksten betydeligt på alle 4 kornarter, især med 600 og 900 kg. Denne svækkelse var langt ringere, hvor der var sat magnesium til næringsopløsningen, særlig ved 300 kg svovl var svækkelsen svag eller helt undgået (fig. 6 og 7). Tigerstrikning fandtes ikke, hvor der var givet magnesium. Ved de store svovlmængder var planterne ofte lyse eller i nogle tilfælde rødviolette uden magnesium, men havde en betydelig bedre grøn farve med dette.

9. juli blev planterne i nogle af potterne taget op, klippet af lige over jordoverfladen og toppen vejat.

Vægt af planter fra 1 potte 2 måneder efter såning

Afgrøde	Behandling		Vægt i g
Hvede	Fuldgødet	+ 300 kg svovl/ha	60.5
Hvede	»	÷ Mg + 300 » »	21.4
Hvede	»	+ 600 » » »	28.5
Hvede	»	÷ Mg + 600 » » »	5.4
Byg	»	+ 300 » » »	82.2
Byg	»	÷ Mg + 300 » » »	44.3
Byg	»	+ 600 » » »	38.0
Byg	»	÷ Mg + 600 » » »	4.6

Tabel 13. Analyser af sand, Rt 27—29/6 1956

Behandling	Rug	Hvede	Byg	Havre
Fuldgødet = alsidig næringsopløsning....	7.0	7.1	7.2	7.3
» ÷ Mg	6.7	6.9	6.7	7.2
» + 50 kg MnSO ₄ /ha.....	7.0	6.9	7.1	7.2
» ÷ Mg + 50 » » »	6.9	7.0	6.9	7.2
» + 100 » » »	7.0	7.0	7.2	7.0
» ÷ Mg + 100 » » »	7.0	7.2	7.1	7.0
» + 150 » » »	7.0	7.1	7.1	7.1
» ÷ Mg + 150 » » »	6.8	7.2	7.1	7.2
» + 300 » svovl/ha	6.4	6.9	5.9	5.5
» ÷ Mg + 300 » » »	5.2	5.2	5.2	4.8
» + 600 » » »	4.6	3.9	3.7	4.3
» ÷ Mg + 600 » » »	4.0	3.9	3.8	4.7
» + 300 » » »	^{15/9-56} 6.7			
» ÷ Mg + 300 » » »	7.0			
» + 600 » » »	^{8/10-56} 6.1			
» ÷ Mg + 600 » » »	5.7			



Fig. 8. Runkelroer i sand tilsat 300 kg svovl/ha. Til venstre: Vandet med næringsopløsning uden magnesium, til højre med magnesium i.

Mangold grown in sand with 300 kilos sulphur per ha. Left: Watered with solution without magnesium, right with magnesium.

Selvom forsøget kun var af orienterende karakter med 1 eller 2 potter i hvert forsøgsled, er resultaterne så overensstemmende med det meget større udbytte, hvor der er anvendt magnesium sammen med svovl end svovl uden magnesium, at resultatet er bemærkelsesværdigt.

Tabel 13 viser ligesom tabel 12 en stigning i reaktionstal for svovlparceller, hvortil der er anvendt magnesium, men dog ikke ved alle behandlinger.

Et lille forsøg med runkelroer i sand med 300 kg svovl/ha og vandet med næringsopløsning med og uden magnesium i denne gav stort udslag (fig. 8).

FORSKELLIGE MAGNESIUMFORBINDELSER I POTTER MED SAND OG JORD 1956

Da magnesiumsulfat ikke er den ideelle magnesiumforbindelse, især fordi der skal bruges så meget af det, og der ikke er megen eftervirkning før efter flere års anvendelse af store mængder, blev flere andre magnesiumforbindelser prøvet i et orienterende forsøg i potter med sand og med jord fra statens forsøgsstation, St. Jynde vad, se nærmere om denne jord side 440.

Forsøgsplan:

1. MgSO_4 , 7 H_2O	5 g pr. potte = 1000 kg/ha
2. MgSiO_3	2 » » » = 400 »
3. MgCO_3	1,7 » » » = 340 »
4. MgHPO_4 , 3 H_2O	3,5 » » » = 700 »
5. $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, 6 H_2O	5,2 » » » = 1040 »
6. MgO	0,82 » » » = 164 »
7. MgCl_2 , 6 H_2O	4,1 » » » = 810 »

De anvendte mængder, som blandedes i sandet og jorden før fyldning af potterne, svarer til magnesiumindhold til den mængde, der er tilført i magnesiumsulfat.

Potterne med jord grundgødedes med 1000 kg kalksalpeter, 1000 kg 18 pct. superfosfat og 1000 kg 50 pct. kaligødning/ha. Halvdelen af potterne med jord fik 8 t CaCO_3 /ha og halvdelen af potterne med sand 300 kg svovl/ha.

Alle potterne med sand blev vandet et par gange om ugen med den sædvanlige næringsopløsning, men uden magnesium, iøvrigt vandedes med destilleret vand.

Afgrøde: Stålhavre sået 12. juli og *Tropaeolum* sået 17. juli, 2 fællesparceller.

Havren i potterne med sand viste som helhed, at i de potter, hvor der ikke var tilført magnesium i nogen form, fik planterne stærk »tigerstrikning« og noget »båndgræs«, især blev bladene lyse langs randen. Tilskud af svovl svækkede væksten noget, forstærkede tigerstrikning og gjorde planterne mere gule.

Tilsætning af MgSO_4 til sandet hjalp ikke i begyndelsen hverken med eller uden svovl (er det vandet ned i bunden af potterne?), men efterhånden hjalp det, så potterne uden svovl blev omtrent så gode som gennemsnittet af de andre magnesiumforbindelser, og en tigerstrikning, som sås i begyndelsen, forsvandt efterhånden. Med svovl var MgSO_4 lidt svagere og havde nogen tigerstrikning, men ikke så meget som svovl uden nogen magnesiumforbindelse. Tilsvarende sås ikke i potterne med jord, dog virkede her lige fra begyndelsen iblanding af MgSO_4 godt. Planterne i sand uden svovl med MgSiO_3 , MgCO_3 , MgHPO_4 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ var kraftige og omtrent ens, dog var MgSiO_3 og MgHPO_4 lidt kraftigere end de andre, lidt svagere var MgO og MgCl_2 . Planterne i MgO var lidt lyse i farven. Iblanding af svovl svækkede kun planterne ganske lidt i MgSiO_3 , MgCO_3 , MgO og MgCl_2 , lidt mere svækkelse var der ved $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$. I MgHPO_4 var planterne

ganske svagt tigerstribede og i $MgCO_3$ havde planterne en lysfarvning, der mindede om svagt båndgræs. Ingen andre steder var der – med som nævnt undtagelse af $MgSO_4$ – tegn på Mg^{2+} -symptomer, hvor magnesiumforbindelserne var brugt med eller uden svovl. Det kan derfor godt siges, at de i de her anvendte styrker havde virket udmærket i sand. Hvor der ikke var anvendt magnesium, var der stærke Mg^{2+} -symptomer både med og uden svovl, men forstærket af svovl, der også havde svækket planterne.

I potterne med jord var der i havren uden tilsætning af magnesiumforbindelser svag tigerstribning, men mindst, hvor der var sat kalk til. En analyse foretaget i 1957 af en da indkøbt $CaCO_3$, viste et indhold på 0,18 pct. Mg (= 144 kg $MgSO_4$ /ha), så dette alene kan næppe have været nok til at modvirke magnesiummanglen. Ved anvendelse af $MgSiO_3$ var der en antydning af tigerstribning, men ikke i de andre.

Vækstkraften var god i dem alle, dog var den ved $MgSO_4$, $MgSiO_3$ og $MgCl_2$ lidt svagere i de kalkede end i de ukalkede. $MgHPO_4$ gav lidt kraftigere planter end de andre, og muligvis skyldtes dette det ekstra tilskud af fosfor, som planterne har fået her. Der var en del brune bladspidser, mest hvor der var anvendt $MgSiO_3$ og $MgSO_4$.

Tropaeolum i sand uden magnesium havde tydelige Mg^{2+} -symptomer, idet de var lyse, senere nekrotiske mellem ribberne, desuden krummede bladrandene noget opad. Disse symptomer var stærkest, hvor der var sat svovl til sandet, og bladoverfladen blev meget buklet og planterne efterhånden elendige. Tilsætning af svovl gav *Tropaeolum* en blågrøn farve.

Ligesom i havren hjalp $MgSO_4$ ikke tilstrækkeligt, især ikke, hvor der var sat svovl til sandet. En potte med og uden svovl blev vandet 2 gange med den sædvanlige næringsopløsning med magnesium i, og væksten blev hurtigt kraftigere og bladene mere frisk grønne.

Alle andre Mg-forbindelser hjalp godt, såvel sat til sand alene som til sand + svovl, men med svovl var planterne altid blågrønne; nogen tilbøjelighed hertil havde de også uden svovl, hvor der var tilsat Mg $(NO_3)_2$, MgO og $MgCl_2$. Med MgO var de påfaldende mere kraftige med svovl end uden. $MgHPO_4$ bevirkede her ligesom i havren en ekstra kraftig vækst.

Tropaeolum var dårligere i jord med end uden kalk. I begge hold var de blågrønne. På *Tropaeolum* i jord uden kalk viste der sig nogen magnesiummangel, lidt mindre i jord med kalk.

Alle Mg-forbindelser havde modvirket de almindelige Mg÷ symptomer med lysfarvning og nekrose mellem bladribberne. *Tropaeolum*bladene var i ikke få tilfælde noget krusede, bukledede eller skeformede, idet randene krummede opad. Dette var tilfældet såvel uden som med kalk, men gennemgående stærkest med kalk.

*Tropaeolum*planterne var alle steder, undtagen hvor der var anvendt MgO, svagere i de kalkede end i de ukalkede parceller. Ved MgO var de også svagere i begyndelsen i de kalkede, men kom efterhånden fuldt på højde med dem uden kalk.

Tabel 14. Rt af sand og jord sept. 1956

Behandling	Sand	Sand+svovl	Jord	Jord+kalk
Havre				
Ubehandlet.....	6.8	6.5	5.6	7.4
MgSO ₄	7.1	6.9	5.5	7.1
MgSiO ₃	6.7	6.6	6.0	7.5
MgCO ₃	7.0	6.9	5.9	7.6
MgHPO ₄	6.8	6.8	6.0	7.5
Mg(NO ₃) ₂	6.9	6.7	5.8	7.6
MgO.....	7.0	6.8	6.1	7.6
MgCl ₂	6.9	6.8	5.7	7.7
Gns.....	6.9	6.7	5.8	7.5
Tropaeolum				
Ubehandlet.....	6.7	5.0	5.5	7.4
MgSO ₄	7.1	7.0	5.5	7.6
MgSiO ₃	7.1	6.8	6.1	7.7
MgCO ₃	7.2	6.6	5.8	7.6
MgHPO ₄	6.8	6.5	5.8	7.4
Mg(NO ₃) ₂	6.4	6.3	5.5	7.2
MgO.....	6.9	6.7	6.1	7.7
MgCl ₂	7.0	6.4	5.6	7.7
Gns.....	6.9	6.4	5.7	7.5

Den reaktionssænkning, tilskud af svovl efter al sandsynlighed har forårsaget i begyndelsen, er efterhånden genoprettet. Kalken har derimod bevirket en vedvarende reaktionshævning.



Fig. 9. Tropaeolum i sand. Til venstre: 600 kg svovl/ha. I midten: 600 kg svovl + 500 kg $MgSO_4$ /ha. Til højre: 600 kg svovl + 1000 kg Mag-Serp/ha.

Tropaeolum grown in sand. Left: 600 kilos sulphur per ha. Centre: 600 kilos sulphur + 500 kilos $MgSO_4$ per ha. Right: 600 kilos sulphur + 1000 kilos Mag-Serp. per ha.

Endvidere prøvedes et norsk affaldsprodukt fra magnesitindustrien. Det angives at bestå af $\frac{1}{3}$ magnesit og $\frac{2}{3}$ serpentin. Ved analyse fandtes 1,07 pct. vandopløseligt Mg og 11,34 pct. totalopløseligt; reaktionen var 10,4 og der var en basemængde svarende til 53,5 pct. $CaCO_3$.

Produktet er prøvet i sandkulturer i urtepotter og på jord, der let giver magnesiummangelsymptomer. Havre, byg, bønne og Tropæolum indgik i potteforsøg i sand og tomat, selleri og Tropæolum i forsøgsmarken.

I sandkulturer, især hvor der var tilsat svovl, har dette produkt ikke alene modvirket magnesiummangelsymptomer, men også haft en glimrende virkning på væksten, se fig. 9. Derimod har det på jord med Rt omkring 7,5 anvendt i mængder svarende til 250, 500 og 1000 kg pr. ha kun givet ret ringe udslag, mindre end 1000 kg $MgSO_4$ pr. ha.

JORDKULTURER 1956-57

Det er særlig jord fra statens forsøgsstation, St. Jyndeved, der er anvendt hertil. Jord fra skifte III i køkkenhaven ved Statens plantepatologiske Forsøg blev anvendt en enkelt gang i 1955 til et magnesiumforsøg, og det viste sig, at planterne uden tilskud af



Fig. 10. Byg i Jyndevedjord. Fra venstre: 1. Kalksalpeter + superfosfat. 2. do. do. + 50% kaligødning. 3. Kalksalpeter + superfosfat + magnesiumsulfat. 4. Kalksalpeter + superfosfat + kalimagnesia.

Barley grown in black, acid, sandy soil. From left: 1. Nitrate of lime + superphosphate. 2. do.do. + potash salt. 3. As no. 1 + magnesiumsulphate. 4. As no. 1 + potash magnesia.

magnesium fik mindre Mg÷ symptomer end i sand, men dog tydelige, og der blev tydelige udslag ved at tilføre dem magnesium i vandingsopløsningen.

Til nedennævnte forsøg er anvendt jord fra statens forsøgsstation, St. Jyndeved fra arealet M-5, hvor jorden hidtil har ligget udyrket. I Lyngby blev den opbevaret under tag i et åbent skur fra modtagelsen sidst i januar 1956.

Jordbundsanalyser fra Statens Planteavlslaboratorium:

	Rt	Pt	T _K	T _{Mn}	T _{Cu}	K _{Cu}	Mg i mg/ 100 g jord
²⁷ / ₁₀ -55.....	4.5	1.0	0.7	1.8	2.5	—	0.9
²⁷ / ₄ -57.....	4.8	0.7	1.8	3.6	—	0.8	2.2

BYG OG HAVRE MED FORSKELLIGE GØDNINGER 1956

I et orienterende forsøg i drivhus med Bonusbyg, sået 3. febr. 1956 (2 fællesparceller), fik alle potterne mangansulfat og kobbersulfat svarende til 100 kg/ha. Endvidere blev der gødet svarende til 1000 kg/ha af 18 pct. superfosfat, 50 pct. kaligødning, kalksalpeter, kalimagnesia og magnesiumsulfat enkeltvis og i kombinationer. Der kom ingen tydelige Mg÷ symptomer, men det sås imidlertid på vægten af den 6 uger gamle top, at når

planterne havde fået fosforsyre, var det vigtigere at give magnesium end kalium eller kvælstof, idet NPMg og PKMg lå over NPK i vægt.

Et tilsvarende forsøg med stålhavre sået samtidig viste ikke nogen tydelig fordel ved anvendelse af magnesium.

Abed Majabyg sået 8. maj efter Bonusbyg viste også god virkning af tilskud af magnesium.

Der var megen spergel, og denne syntes at sætte megen pris på magnesium; der var indtil dobbelt så meget i vægt, hvor der var sat magnesium til de forskellige gødningskombinationer som uden magnesium (fig. 10).

Et nyt tilsvarende forsøg anlagt 11. maj med Majabyg gav ikke noget merudbytte for tilskud af magnesium.

HAVRE OG BYG, 50 PCT. KALIGØDNING, SVOVLSUR KALI OG MAGNESIUMSULFAT

Da der har været fremsat formodning om, at det er sulfaten, der under visse forhold er årsag til den gunstige virkning af magnesiumsulfat, blev der udført et lille orienterende forsøg med jord fra Jyndevad forsøgsstation. Der sammenlignedes tilskud af 1000 kg magnesiumsulfat med 500 kg 50 pct. kaligødning og 500 kg svovlsur kali pr. ha og anvendtes Stålhavre og Ymerbyg, 2 fællesparceller.

Hvor der blev givet 50 pct. kaligødning, var havreplanterne meget mørkere end ved anvendelse af svovlsur kali, hvilket synes at tyde på, at det ikke er sulfaten, der virker gunstigt. Byggen klarede sig nogenlunde med 1000 kg magnesiumsulfat/ha i stedet for 500 kg af en kaligødning. Hvor der foruden kalium var givet magnesium, var vækst og farve noget bedre. I begyndelsen fremmede svovlsur kali væksten af byggen mere end 50 pct. kaligødning, men forskellen holdt sig ikke.

Et tilsvarende hold havre havde fået CaCO_3 svarende til 8000 kg/ha, også her var 50 pct. kaligødning kraftigst.

Der var altså intet i dette forsøg, der tydede på en særlig gunstig virkning af sulfat. Resultatet var måske blevet anderledes med spinat, der i forsøget i køkkenhaven, skifte VI, har vist en påfaldende stor vækstforøgelse ved tilskud af svovl, side 411.

SAMMENDRAG

Forsøgene i marken ved Statens plantepatologiske Forsøg, Lyngby på dybmuldet jord, rig på kali og fosforsyre blev anlagt for at se Mg÷ symptomerne på forskellige plantearter og deres reaktion ved tilskud af magnesiumsulfat eller anden magnesiumforbindelse til jorden eller ved sprøjtning dermed. *Tropaeolum* har vist sig at være en særdeles god indikatorplante for magnesiummangel.

Tomat har været den hyppigst anvendte afgrøde og dens reaktion kraftig. Det er den eneste afgrøde, hvormed der til stadighed er foretaget udbyttebestemmelse (tabel 1, 4, 7, 9 og 10), tilskud af magnesiumsulfat har i de fleste tilfælde ikke alene øget udbyttet, men også gennemsnitsstørrelsen af tomatfrugterne. Efter symptomerne at dømme har de andre plantearter, der har fået Mg÷ symptomer, reageret på lignende måde. Tilskud til jorden af 500 kg MgSO₄ pr. ha har haft god virkning, men bedre har såvel 1000 kg som sprøjtning med MgSO₄ været. Der er i de fleste tilfælde sprøjtet 5 gange, hvilket ved 5 pct. opløsning har svaret til 500 kg/ha. 5 pct. har virket bedre end 3 pct.

Skalotter har ved fremavl igennem 3 år på parceller med samme behandling ingen tegn vist på magnesiummangel. Tilskud af magnesiumsulfat har øget deres holdbarhed lidt.

Udbredelse af symptomerne på magnesiummangel er undersøgt bl. a. på frilandstomater, hvor der i løbet af en måned kom ca. 7 nye gule blade pr. plante.

Tilskud af mangansulfat har ingen gavnlig virkning haft, trods det, at mangantallene er små (tabel 9 til 11).

Tilskud af svovl har fremmet væksten og ikke mindst den grønne farve hos tomat, selleri, voksbønne og spinat. Sidstnævnte har givet betydeligt større udbytte med end uden svovl. Efter at der var givet svovl en gang foråret før plantningen, øgedes udbyttet af tomat ikke ved tilskud af svovl, men efter to svovl-behandlinger steg udbyttet betydeligt (tabel 7), men så kom der langt ringere virkning af tilførsel af magnesium. Svovltilskuddet har bevirket en sænkning af fosforsyretallene på i gennemsnit fra 33,4 til 30,1 og på kalitalle fra 14,1 til 13,3 (tabel 8). Den reaktionssænkning, som svovl bevirkede i udstrøningsårene 1955 og 1956, var ved at forsvinde i 1957.

1000 kg kalimagnesia pr. ha har udbyttedmæssig (tabel 1) haft

lige så god virkning som 1000 kg $MgSO_4$, men der har jævnligt været nogle $Mg\div$ symptomer i kalimagnesiaparcerne.

Der er ikke set eftervirkning af et års behandling af jorden med 500 kg $MgSO_4/ha$, men der sås lidt virkning efter 2 og mere efter 3 års behandlinger, sprøjtning havde mindre eftervirkning (tabel 9).

Det biologisk bestemte magnesiumtal har på forsøgsarealet ved Lyngby altid ligget højere end det kemisk bestemte, ofte betydeligt højere. Udover de første år er der udelukkende anvendt de kemisk bestemte magnesiumtal, og de er steget betydeligt gennem årene og gennemgående 2 for hvert 1000 kg udstrøet $MgSO_4$, f. eks. 5×1000 kg $MgSO_4$ 9,5 og 10,2 (tabel 2) 8,8 og 9,1 (tabel 5) 7,8 og 10,2 (tabel 8). De tilsvarende tal for 500 (tabel 5 og 8) ligger omtrent på det halve. Tilsvarende mængder $MgSO_4$ tilført ved sprøjtning har givet en noget mindre stigning. Tilførsel af magnesium i kalimagnesia har givet en relativt stærkere stigning af magnesiumtallet (tabel 2).

Tilskud af $MgSO_4$ har ikke sænket kalitalene, ligeså lidt som tilskud af 50 pct. kaligødning har sænket magnesiumtallene.

Kaliumtallene er faldet med ca. 2 for hvert år, der ikke er tilført kaligødning, og steget med ca. 2 i 1957 i skifterne III, V og VI, hvor der blev givet 500 kg 50 pct. kaligødning pr. ha. I skifte VIII, hvor der hvert år er givet 500 kg 50 pct. kaligødning, var T_K i foråret 1953 19,1 og i efteråret 1957 20,2.

I store urtepotter er i rent sand fra et glasværk frembragt typisk magnesiummangelsymptomer på adskillige plantearter ved vanding med alsidig næringsopløsning med udeladelse af magnesium. Yderligere tilsætning af mangansulfat (200 kg/ha) og kaliumsulfat (800 kg/ha) øgede $Mg\div$ symptomer eller fremkaldte skadevirkning, der meget mindede om magnesiummangel.

Tilskud af svovl skadede bønner og alle 4 kornarter stærkt, hvor der manglede magnesium, men i forbindelse med dette blev planterne, især havre, endog bedre end uden svovl. Da reaktionen var betydeligt højere i potterne med svovl, hvor der var anvendt magnesium i næringsopløsningen end uden dette (tabel 12), kan denne høje reaktion have bevirket en bedring i planternes vækst, men den er næppe eneårsagen hertil.

Til sammenligning med $MgSO_4$ prøvedes en række andre

magnesiumforbindelser: $MgSiO_3$, $MgCO_3$, $MgHPO_4$, $Mg(NO_3)_2$, MgO og $MgCl_2$. De virkede alle godt mod magnesiummangel endog ved blanding i sand bedre end $MgSO_4$ ved tilsvarende indhold af Mg.

I potteskulturer med sortsandet, sur, udyrket jord fra statens forsøgsstation, St. Jyndeved, er der set god virkning af magnesiumsulfat på byg og havre og ikke mindst på spergel. 50 pct. kaligødning virkede bedre end svovlsur kali til havre og ligeså godt til byg, så der sås her ingen gunstig virkning af sulfat.

Et norsk magnesiumholdigt affaldsprodukt, der iflg. fabrikkens angivelse indeholder $\frac{1}{3}$ magnesit og $\frac{2}{3}$ serpentin, er anvendt i sand og jord i pletter. I jord var resultaterne tvivlsomme, i sand derimod var virkningen meget stor på byg, havre, bønne og *Tropaeolum*, navnlig hvor der var sat svovl til sandet (fig. 9).

SUMMARY

Investigations on Magnesium Deficiency

The experiments in this bulletin are for a great part a continuation of those, of which an account is given in Bulletin no. 493: Magnesiummangel ved *Anna Weber*, Tidsskrift for Planteavl 58: 421—462, 1955.

The new research work has been extended by one experiment in the same soil and investigations in bitumen painted clay pots with sand or soil.

The soil in the experimental field at the Danish Station for Plant Diseases and Pests in Lyngby, where the experiments are carried out has a high potassium value (T_K), phosphate value (F_t) and pH (Rt) (Table 2, 5, 8, 11).

It was the intention to see how different plants show magnesium deficiency and how they react, when they were sprayed with 3—5% $MgSO_4$ or $MgSO_4$ was added to the soil in an amount of 500—1000 kilos per ha. In most cases spraying was carried out with 5% $MgSO_4$ which corresponds to 500 kilos $MgSO_4$ per ha. ($MgSO_4 = MgSO_4, 7 H_2O$).

Tropaeolum majus has proved to be an excellent test plant for magnesium deficiency (fig. 1), but only the varieties with green leaves. Golden Gleam has been used in the experiments with very good result.

In the special soil here, where the magnesium deficiency is potassium induced, distinct deficiency symptoms are also seen on tomato, potato, celeriac, cucumber (fig. 2), been, mangold, swede, turnip and yellow mustard. Oats never showed the symptoms in this soil but they were very distinct in pots with sand.

The extension of the symptoms has been investigated and it was found that out-door tomatoes got 7 new yellow leaves in a month.

Shallots have been cultivated for 3 years in the same way with or without $MgSO_4$. Two different amounts of nitrogen ($NaNO_3$) has been given: 300 and 900 kilos per ha. The onions for planting out were continually used from the same plots; no magnesium deficiency was seen and the yield has been a little decreased where $MgSO_4$ was used, but the storing quality has been increased by nearly the same amount, table 3 (løg = onion, rest sund = remainder healthy, svind indtil = loss until). The yield is mentioned proportionally, with untreated as 100.

Nearly every year tomatoes have been cultivated in all the experiments and the yield has been weighed and divided into 3 grades with no. I as first quality. 500 kilos $MgSO_4$ per ha has given a good result, but 1000 kilos and spraying has been somewhat better, usually $MgSO_4$ has increased the weight of the first quality, table 1, 4, 7, 9 and 10. (In table 9 the weight is given in kilos, in all the others proportionally with untreated as 100).

In 1955 and 1956 in one experimental field sulphur was added to the soil to decrease the pH (Rt) and to see what influence sulphur had on the magnesium deficiency. When sulphur had been given twice, the yield increased considerably, where no magnesium was given: from 31 to 46 kilos, but then treatment with $MgSO_4$ only raised the yield a little, table 7 (svovl = sulphur). Spinach showed no magnesium deficiency-symptoms, but in all plots where sulphur was given, the yield was higher than without (table 6).

The effect of sulphur on pH (Rt) is not lasting, after one year without sulphur pH has been higher again, but not as high as before sulphur was applied (table 8).

In another field the one half was treated with $MgSO_4$ in 1951, 1953, 1954, 1955, 1956 and 1957, in the other only in 1951, 1954 and 1956. After one year's treatment there was no aftereffect, a little after 2 and more after 3 years, most where $MgSO_4$ was given to the soil; spraying did not have as much effect (table 10). Potash-magnesium (kalimagnesia) has raised the yield in the same way as $MgSO_4$ (table 1), but different kinds of plants have sometimes shown some magnesium deficiency-symptoms. The plots which got potassium were very much like control in relation to magnesium deficiency-symptoms, but the yield was higher (table 1).

The magnesium content of the soil has been raised nearly 2 mg per 100 g soil for every time 1000 kilos $MgSO_4$ per ha has been given. There has not been found any influence of potassium on the magnesium content in the soil or vice versa, table 2, 5, 8 and 11.

Fig. 3 shows that the magnesium content in the soil, where no magnesium has been applied, is about the same in depths from 0 to 60 cm, but is decreasing with the depth, where magnesium (1000 kg/ha per year) is added.

The potassium content in untreated soil is decreasing a little with the depth and more than magnesium in the treated (500 kg 50 % potash per year).

In big clay pots in pure sand from a glass-works, the plants were watered with an all-round nutrient solution with and without magnesium (page 424). The intension was to see how different plants react, when they are cultivated with and without magnesium, what influence other chemicals then had on the plants and if some other magnesium compounds were better than $MgSO_4$.

$MnSO_4$ (200 kilos per ha) and K_2SO_4 (800 kilos per ha) have increased the magnesium deficiency-symptoms or given symptoms very similar.

Magnesium gave a specially good effect where sulphur was added to the sand (fig. 5, 6, 7 and 8).

$MgSiO_3$, $MgCO_3$, $MgHPO_4$, $Mg(NO_3)_2$, MgO and $MgCl_2$ have been compared with $MgSO_4$ with the same amount of Mg in sand an all were better than $MgSO_4$.

A Norwegian product, which is a waste product in industry and should contains $\frac{1}{3}$ $MgCO_3$ and $\frac{2}{3}$ of a silicium compound (serpentin) has been compared with $MgSO_4$ and has shown a very good effect, especially where sulphur was added to the sand (fig. 9). This product has also been used in the experimental field, where $MgSO_4$ gave good results, but this gave not sure results.

In pots with a black, sandy, acid soil from Jutland, magnesium has had a good effect on oats and barley and not least on spurrey (fig. 10).

It has been seen very distinctly in many cases that magnesium deficiency-symptoms are only severe in the summertime with much light, in the autumn the symptoms more or less disappear.