

*Statens plantepatologiske Forsøg (H. Ingv. Petersen)**Botanisk afdeling (Arne Jensen)*

Sandkulturforsøg med magnesium-, mangan- og bormangel i nogle land- og havebrugsplanter

*Sand culture experiments with deficiencies of magnesium, manganese
and boron in some agricultural and horticultural crops*

H. Mygind

Indledning

Ved Statens plantepatologiske Forsøg er der i en årrække udført sandkulturforsøg med det formål at foretage undersøgelser, observationer og registreringer af nogle vigtige kulturplanters reaktioner på manglen af visse livsvigtige næringsstoffer, ganske særligt magnesium og visse mikronæringsstoffer.

Anna Weber (1955, 1959 og 1966) har med sine arbejder, især med magnesiummangel både på friland og i sandkultur, opnået betydningsfulde resultater over denne vigtige mangelsygdom under danske forhold. Magnesiummangel optrådte især i halvtredserne hyppigt i en lang række afgrøder i både land- og havebrug. Men Anna Weber har også udført en række sandkulturforsøg med mangan-, molybdæn-, zink- og bormangel hos nogle vigtige land- og havebrugsplanter. Resultaterne er nedfældet i beretninger, afhandlinger og artikler i fagblade.

Samtlige sandkulturforsøg, såvel A. Weber's som de i beretningen nævnte, er udført efter en metode anvendt ved University of Bristol Agricultural and Horticultural Research Station, Long Ashton, England, omtalt af A. Weber (1959). Endvidere kan der henvises til E. J. Hewitt (1952) og T. Wallace (1951).

Nærværende beretning omhandler sandkulturforsøg foretaget fra 1965 til og med 1969 og kan til en vis grad betragtes som en

fortsættelse af de ovennævnte forsøg. De er i store træk udført efter samme principper og under anvendelse af samme art næringsvæske (se side 319), men visse forsøgstekniske ændringer som f.eks. 12-liter plasticpande i stedet for 10-liter urtepotter; vanding med slange ved hjælp af motordrevet pumpeanordning de 2 sidste år i stedet for med kande o.s.v.

Forsøgene omfattede maksimalt (1968) 322 kar med 4 kar pr. forsøgsled og kan opdeles i 2 grupper:

Forsøgsrække I, løbende i 3 år, som omfattede forsinket eller »aftrappet« tilførsel af Mg, Mn og B til korn og bederoer.

Forsøgsrække II, hvor de samme 3 næringsstoffer i ét led blev givet med 1/10 styrke i forhold til fuldgødet, og fratoges helt i et andet led, begge sammenlignet med fuldgødet. Forsøget omfattede 12 land- og havebrugsplanter.

I tilknytning til begge forsøgsrækker blev der foretaget observationer ugentligt eller hver 14. dag: registrering af symptomernes fremadskriden, målinger af vækst m.m. samt fotografering.

Forsøgsrække I. Forsinket tilførsel af magnesium, mangan og bor til korn og bederoer i sandkultur
Mengel og Forster (1968) har i vandkultur udført forsøg med varieret og afbrudt tilførsel

af kalium til byg. Foruden udbyttedgang blev der en lavere 1000-kornsvægt og altså betydeligt flere småkorn.

Nærværende undersøgelser havde det formål at foretage en udeladelse af magnesium, mangan og bor i successive perioder af kornplanter og bederoers udvikling.

Forsøget, der løb i 3 år, blev udført i 12-liter spande med hollandsk flodsand (glassand) og havde det formål at undersøge betydningen af at forsinke tilførselen af magnesium, mangan og bor i perioder fra 2 til 12 ugers varighed regnet fra fremspiring, og derved undersøge, hvor langt henne i vækstperioden korn- og bederoeplanterne endnu kunne nå at optage de nævnte næringsstoffer, før der skete en væsentlig skade og udbyttedgang.

I et lignende forsøgsled i 1966 forsøgttes også at få udslag for kobbermangel, men det måtte opgives, dels på grund af manglende egnet substrat (for meget Cu i sandet) og dels på grund af forureningsnedfald, som man har begrundet formodning om spiller en væsentlig rolle m.h.t. flere stoffer.

Forsøget blev udført efter *planen*:

- a) fuldgødet
- b) $\div$ Mg, $\div$ Mn og $\div$ B i 2 uger for korn, i 3 uger for bederor
- c) » » » » » 4 » » » » 6 » » »
- d) » » » » » 6 » » » » 9 » » »
- e) » » » » » 8 » » » » 12 » » »

Efter det nævnte antal uger blev forsøgsleddene altså successivt fuldgødede.

Arter og sorter/stammer: korn Vårhvede Heine 1119; havre Svalöf Stål; byg Impala. Bederoer Maribo P og Øtofte 2 n, begge fabriksroer.

Såning og fremspiring: Tidligst muligt, d.v.s. fra begyndelsen af sidste uge i april; 28 kerner eller frø pr. spand; udynding til 25 kornplanter og 4 bederoeplanter.

Vanding: Med næring vandedes første gang efter fuld fremspiring og derefter én gang hver uge med 20 ml stamopløsning til 10 liter afioniseret vand på småplantestadiet; derefter ugentlig med 40 ml/10 liter vand.

Der vandedes desuden efter behov til fuld vandkapacitet med afioniseret vand på den måde, at der taltes til et bestemt tal og i en bestemt rytme, som erfaringsmæssigt passede til den vandmængde, der påkrævedes hver gang. Denne vanding udførtes desuden altid af én og samme person (forf.), derved kunne vandmængden rutinemæssigt tilpasses så korrekt, at der ikke løb noget af betydning ud gennem bunddrænet. Karrene (plastikspandene) havde et hul i bunden på ca. 25 mm, og drænet bestod af glasuld lagt inden i en omvendt plastikunderskål (petriskål) med tre udfræsed huller i siden, og som anbragtes oven på hullet i spanden. Karrene stod hævet op på 15 cm høje teglstensringe anbragt på cementfliser, og hele forsøgsarealet var belagt med perlesten samt overdækket med net mod fugle.

Registrering

Som det nævnes i indledningen, blev der i dette forsøg foretaget en række registreringer én gang om ugen, af hvilke symptomgraden og forskelle i vækst var de væsentligste (se tabel 1).

Symptombildning. Denne fulgte det samme billede alle 3 år med de største og sikreste udslag i magnesiumafsnittet på grund af en stigende grad af manglende klorofyldannelse.

Magnesium, som jo er et makronæringsstof, var i alle sandkulturforsøgene mest »taknemmelig« at arbejde med, og der opnåedes alle grader fra svag tigerstriking i korn til helt gule blade med nekroser og dværgvækst i begge plantearter.

I manganafsnittet kom der pæne udslag, mens bormangel ikke gav signifikante reaktioner hos kornplanterne, men derimod i bederoer.

Karakteristisk var det endvidere, at når magnesium- og i nogen grad også manganmangel

Tabel 1. Karaktergivning 0-10 for maksimal symptomdannelse fra observationerne i korn lige efter skridning og i bederoer midt i deres udvikling. Statens plantepatologiske Forsøg, 1967 og 1968

Behandling	Vårhvede			Havre			Byg			Bederoer		
	gns.-karakter 0-10			gns.-karakter 0-10			gns.-karakter 0-10			gns.-karakter 0-10		
	for symptomer			for symptomer			for symptomer			for symptomer		
	1967	1968	gns.	1967	1968	gns.	1967	1968	gns.	1967	1968	gns.
	3/7	9/7		3/7	9/7		3/7	9/7		3/7	9/7	
Magnesium												
Fuldgødet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
÷ Mg i 2 uger	0	1	0,5	0	0	0	0	1	0,5	0	0	0
÷ Mg i 4 uger	0	2	1,0	1	4	2,5	1	3	2,0	9	8	8,5
÷ Mg i 6 uger	4	4	4,0	5	8	6,5	5	6	5,5	9	8	6,5
÷ Mg i 8 uger	7	8	7,5	8	10	9,0	9	9	9,0	5	8	6,5
Mangan												
Fuldgødet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5
÷ Mn i 2 uger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	3,0
÷ Mn i 4 uger	1	0	0,5	0	0	0	0	0	0	5	8	6,5
÷ Mn i 6 uger	2	9	5,5	2	8	5,0	1	9	5,0	5	8	6,5
÷ Mn i 8 uger	2	9	5,5	3	9	6,0	1	9	5,0	5	8	6,5

Bemærkning: Karakteren for symptomer og vækst blev først givet i 1967 og 1968 efter egne nye skalaer. Karaktererne for »2 og 4 uger« er givet for den øverste del af planterne, i hvilken manglen på Mg og Mn var næsten eller helt elimineret og den kurative virkning opnået i disse 2 forsøgsled. Tallene for bor i korn er ikke taget med, da udslagene ikke var signifikante.

English Glossary:	karaktergivning	= mildew-index	vårhvede	= spring wheat
	korn	= cereals	havre	= oat
	bederoer	= sugar beets	byg	= barley
	behandling	= treatment	uger	= weeks
	gns.	= average	fuldgødet	= full nutrition

Tabel 2. Analyseresultater fra plantemateriale udtaget ved maksimale symptomer; sandkultur. Statens plantepatologiske Forsøg, 1967 og 1968

Behandling	Vårhvede		Havre		Byg	
	pct. af tørstof		pct. af tørstof		pct. af tørstof	
	1967	1968	1967	1968	1967	1968
Magnesium						
Fuldgødet	0,12	0,27	0,16	0,31	0,12	0,25
÷ Mg i 2 uger	0,11	0,24	0,13	0,31	0,12	0,22
÷ Mg i 4 »	0,08	0,17	0,11	0,28	0,11	0,18
÷ Mg i 6 »	0,03	0,05	0,03	0,04	0,03	0,05
÷ Mg i 8 »	0,03	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04
Mangan						
	mg Mn/kg		mg Mn/kg		mg Mn/kg	
Fuldgødet	25	13	44	21	27	16
÷ Mn i 2 uger	20	11	41	15	22	12
÷ Mn i 4 »	13	8	27	17	18	10
÷ Mn i 6 »	11	6	20	10	11	7
÷ Mn i 8 »	10	6	9	9	7	7

Tabel 3. Sandkulturforsøg: udeladelse af magnesium og mangan i korn; kerneudbytte
Statens plantepatologiske Forsøg 1966, 1967 og 1968

Behandling	Vårhvede			Havre			Byg		
	udbytte i g/pc.	1000- korns- vægt/g	spi- rings- pct.	udbytte i g/pc.	1000- korns- vægt/g	spi- rings- pct.	udbytte i g/pc.	1000- korns- vægt/g	spi- rings- pct.
<i>Magnesium</i>									
Fuldgødet	79,4	44	98	90,3	33	90	74,1	45	98
÷ Mg i 2 uger	86,1	45	98	84,3	34	89	75,8	43	96
÷ Mg i 4 »	80,6	43	98	74,1	32	84	69,9	42	99
÷ Mg i 6 »	69,3	38	98	49,7	29	81	43,7	36	99
÷ Mg i 8 »	52,3	38	98	34,3	27	69	21,8	32	98
<i>Mangan</i>									
Fuldgødet	81,5	48	99	94,3	33	89	76,5	45	99
÷ Mn i 2 uger	80,5	44	98	81,4	34	87	75,4	45	99
÷ Mn i 4 »	76,2	44	98	71,6	34	87	71,6	44	99
÷ Mn i 6 »	51,9	37	99	69,8	32	84	60,8	41	99
÷ Mn i 8 »	48,9	37	99	62,7	32	87	59,8	40	99

elimineredes, viste mangelen sig ikke længere i de nye blade, som fremkom efter, at magnesium- og mangantilskud blev påbegyndt (fuldgødskning), mens der ingen ændring skete i de blade, som allerede havde mangelsymptomer.

Hvorvidt disse mangelsymptomer kunne nå at blive elimineret ved at give Mg eller Mn i fuldgødet afhang som tidligere nævnt af plantens udviklingsstadium (se »karaktergivning« i tabel 1).

Høst og vejning: korn og frø ved fuld modning; bederoer efter vækstafslutning.

Korn

Som det fremgår af det grafiske materiale påvirkedes kerneudbyttet for vårhvede, havre og byg i nogen grad ved udeladelse af Mg eller Mn i 2-4 uger efter fremspiring i byg og havre og mest i vårhvede, derefter falder udbyttet kraftigt efter 6 uger uden Mg og Mn for at ende med misvækst efter 8 uger, især for byg og havre, og hvor intet kan reddes ved fuldgødskning på dette sene tidspunkt.

For bors vedkommende kom der, som tid-

ligere nævnt, kun svage udslag, der ikke var tilstrækkelig signifikante selv efter 8 ugers udeladelse af bor. Dette forhold kan tydes ved, dels at kornplanter behøver bor er relativt beskedent, dels ved den omstændighed, at der, som tidligere nævnt, formentlig må regnes med en del nedfald med luftforurening, der medbringer en række stoffer i små mængder (Jensen 1962, Låg 1963 og Dam Kofoed og Fogh 1968).

Af tabel 3 fremgår udbytтетallene som gennemsnitstal for 3 år; desuden er angivet 1000-kornsvægt og spiringsprocent.

Observationer og symptomer. Af de mange notater vedrørende symptomdannelse, vækstmåling o.s.v. under planternes udvikling, ses forløbet af mangelsymptomer i tabel 1, som viser karaktererne i uddrag fra de observationer, hvor symptomdannelsen var maximal. Det vil for korns vedkommende sige lige efter skridning og for bederoer på samme tidspunkt med hensyn til magnesium og mangan, men midt i august for bor. Karaktererne for Mn blev relativt lave i korn i 1967 (årsagen er ubekendt).

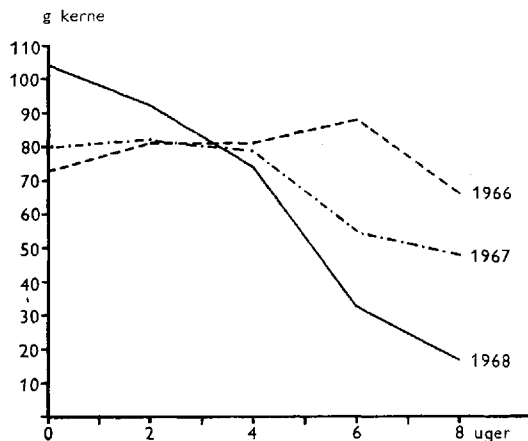


Fig. 1. Magnesium, vårhvede: Gram kerneudbytte efter henholdsvis 0, 2, 4, 6 og 8 uger uden Mg i næringsvæsken.

Fig. 1. Magnesium, spring wheat: Yield of grain in grams from the plots: 0, 2, 4, 6 and 8 weeks without Mg in the nutrient solution.

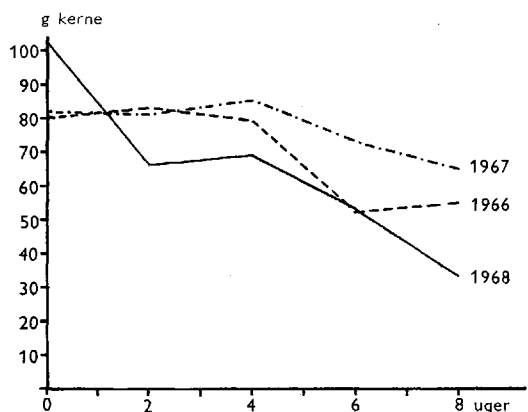


Fig. 2. Mangan, vårhvede: Gram kerneudbytte efter henholdsvis 0, 2, 4, 6 og 8 uger uden Mn i næringsvæsken.

Fig. 2. Manganese, spring wheat: Yield of grain in grams from the plots: 0, 2, 4, 6 and 8 weeks without Mn in the nutrient solution.

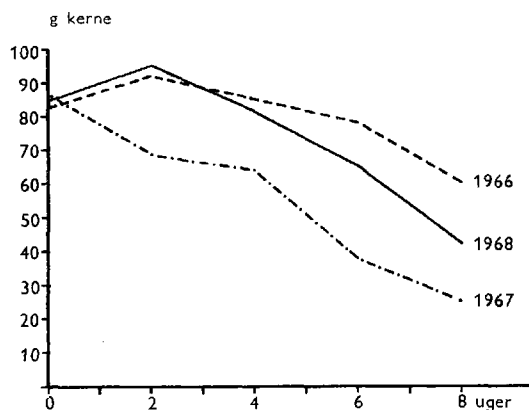


Fig. 3. Magnesium, havre: Gram kerneudbytte efter henholdsvis 0, 2, 4, 6 og 8 uger uden Mg i næringsvæsken.

Fig. 3. Magnesium, oat: Yield of grain in grams from the plots: 0, 2, 4, 6 and 8 weeks without Mg in the nutrient solution.

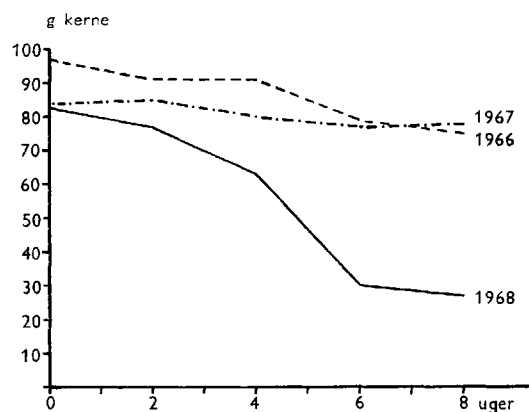


Fig. 4. Mangan, havre: Gram kerneudbytte efter henholdsvis 0, 2, 4, 6 og 8 uger uden Mn i næringsvæsken.

Fig. 4. Manganese, oat: Yield of grain in grams from the plots: 0, 2, 4, 6 and 8 weeks without Mn in the nutrient solution.

Tal fra analyse af kornplanteprøver udtaget ved maksimale symptomer i magnesium- og manganafsnittene i 1967 og 1968 udført af Statens Planteavlslaboratorium, Vejle, fremgår af tabel 3 (jvf. Henriksen 1965).

Af analysetallene for indholdet af magnesium og mangan fremgår det som ventet, at der er faldende værdier og proportionalt med forlængelsen af perioderne fra 2 til 8 uger for 0 Mg og 0 Mn, men samtidig noteres det

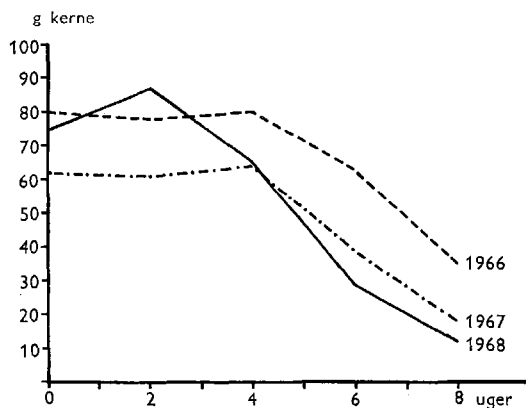


Fig. 5. Magnesium, byg: Gram kerneudbytte efter henholdsvis 0, 2, 4, 6 og 8 uger uden Mg i næringsvæsken.

Fig. 5. Magnesium, barley: Yields of grain in grams from the plots: 0, 2, 4, 6 and 8 weeks without Mg in the nutrient solution.

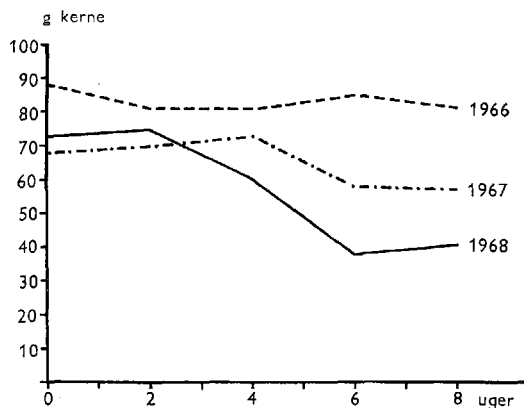


Fig. 6. Mangan, byg: Gram kerneudbytte efter henholdsvis 0, 2, 4, 6 og 8 uger uden Mn i næringsvæsken.

Fig. 6. Manganese, barley: Yields of grain in grams from the plots: 0, 2, 4, 6 and 8 weeks without Mn in the nutrient solution.

Tabel 4. Optælling af hvidaks (goldaks) i Svalöf Stål havre; sandkultur. Statens plantepatologiske Forsøg, 1965

Behandling	Antal optalte småaks i alt	Heraf antal hvidaks	Procent hvidaks
Fuldgødet.....	3557	227	6,4
1/10 magnesium ..	4650	407	8,8
0 » ..	3438	697	20,3
1/10 mangan	3132	1077	34,5
0 »	2109	844	40,0
1/10 bor	4692	346	7,4
0 »	4535	304	6,7
1/10 kobber	4471	516	11,5
0 »	4478	342	7,6

interessante, at Mg- og Mn-værdierne for »6 til 8 uger« enten blev ækvivalente eller på samme niveau (med én undtagelse); endvidere ligger værdierne for »2 uger« og »fuldgødet« også i de fleste tilfælde omtrent på samme niveau, hvad man jo også kunne vente.

I 1966 observeredes påfaldende mange hvidaks i havrens magnesium- og manganmangel-

Tabel 4a. Optælling af hvidaks i Svalöf Stål havre; sandkultur 1966, 1967 og 1968

Forsøgsled	Antal optalte småaks i alt	Heraf antal hvidaks	Procent hvidaks
<i>Magnesium 1966</i>			
Fuldgødet.....	5587	525	9,4
÷ Mg i 2 uger	4986	494	9,9
÷ Mg i 4 »	4974	878	17,7
÷ Mg i 6 »	4532	839	19,0
÷ Mg i 8 »	3248	1180	36,0
<i>Magnesium 1967</i>			
Fuldgødet.....	6006	705	11,7
÷ Mg i 2 uger	5769	608	10,5
÷ Mg i 4 »	6356	1063	16,7
÷ Mg i 6 »	5415	1288	23,8
÷ Mg i 8 »	2947	1288	43,7
<i>Magnesium 1968</i>			
Fuldgødet.....	10722	1720	16,0
÷ Mg i 2 uger	4211	816	19,4
÷ Mg i 4 »	7834	1689	21,6
÷ Mg i 6 »	2715	722	26,6
÷ Mg i 8 »	7184	2396	33,4
<i>Mangan 1966</i>			
Fuldgødet.....	5587	525	9,4
÷ Mn i 2 uger	4181	376	9,0
÷ Mn i 4 »	4995	335	6,7
÷ Mn i 6 »	4812	511	10,6
÷ Mn i 8 »	4489	524	11,7

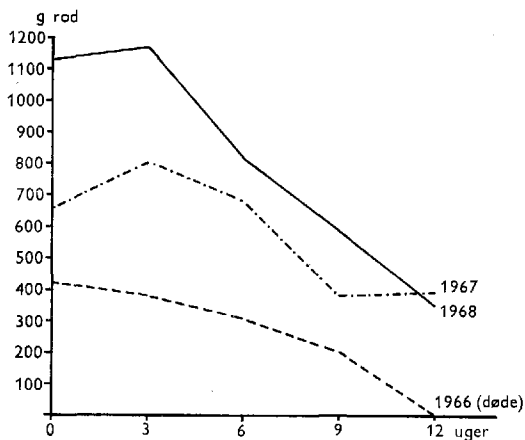


Fig. 7. Bederøer, magnesium: Gram rod efter henholdsvis 0, 3, 6, 9 og 12 uger uden Mg i næringsvæsken.

Fig. 7. Sugarbeets, magnesium: Grams of root from the plots: 0, 3, 6, 9 and 12 weeks without Mg in the nutrient solution.

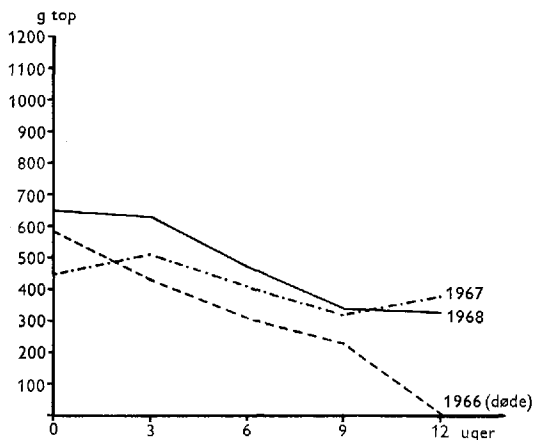


Fig. 7a. Bederøer, magnesium: Gram top efter henholdsvis 0, 3, 6, 9 og 12 uger uden Mg i næringsvæsken.

Fig. 7a. Sugarbeets, magnesium: Grams of top from the plots: 0, 3, 6, 9 og 12 weeks without Mg in the nutrient solution.

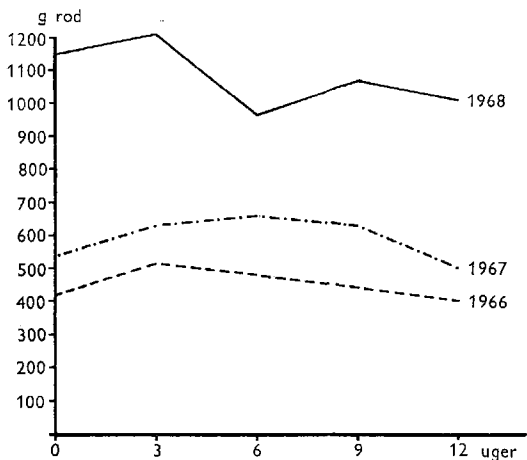


Fig. 8. Bederøer, mangan: Gram rod efter henholdsvis 0, 3, 6, 9 og 12 uger uden Mn i næringsvæsken.

Fig. 8. Sugarbeets, manganese: Grams of root from the plots: 0, 3, 6, 9 and 12 weeks without Mn in the nutrient solution.

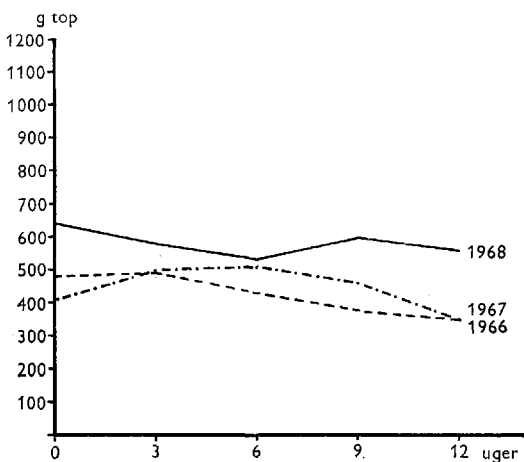


Fig. 8a. Bederøer, mangan: Gram top efter henholdsvis 0, 3, 6, 9 og 12 uger uden Mn i næringsvæsken.

Fig. 8a. Sugarbeets, manganese: Grams of top from the plots: 0, 3, 6, 9 and 12 weeks without Mn in the nutrient solution.

afsnit, idet mangel af begge (Wallace 1951) kan forårsage golde aks (hvidaks). I 1967 og 1968 gjorde dette fænomen sig ikke gældende i

manganafsnittet med signifikante udslag, men derimod i magnesiumafsnittet. Tabel 4 viser tallene fra optællingen i 1966-67 og 1968.

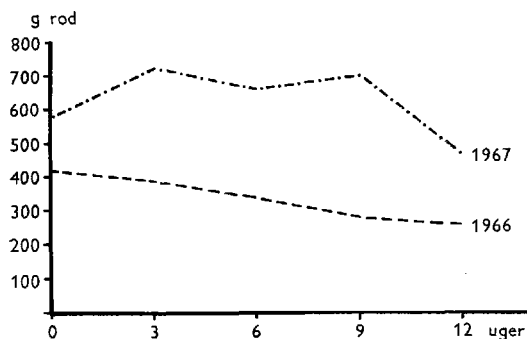


Fig. 9. Bederoer, bor: Gram rod efter henholdsvis 0, 3, 6, 9 og 12 uger uden B i næringsvæsken.

Fig. 9. Sugarbeets, boron: Grams of root from the plots: 0, 3, 6, 9 and 12 weeks without B in the nutrient solution.

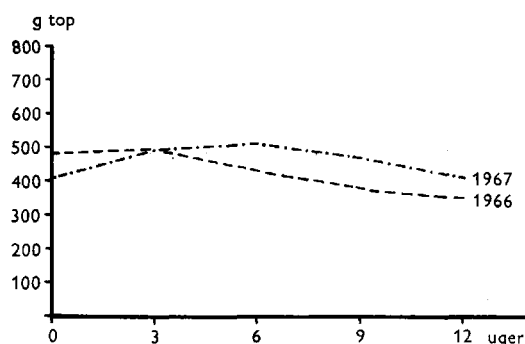


Fig. 9a. Bederoer, bor: Gram top efter henholdsvis 0, 3, 6, 9 og 12 uger uden B i næringsvæsken.

Fig. 9a. Sugarbeets, boron: Grams of top from the plots: 0, 3, 6, 9 and 12 weeks without B in the nutrient solution.

Modning. I magnesiumafsnittet modnedes kornet først i fuldgødet (a), mens det var grønmodnet i b) og c), »grønlig-gult« eller knapt begyndt at modne i d) og helt grønt i e). I mangan- og borafsnittet så man ingen forskelle af betydning.

Bederoer. Magnesiummangelafsnittet: Om end magnesiummangelen kunne elimineres i b) og c) var bladene af lidt lysere farve end i fuldgødet og planterne lidt mindre. I d) var planterne kun halvt så store, lave og med randnekrose i bladene og i e) var planterne

i 1966 bortvisnede i 0 Mg, resten havde kun et par bittesmå blade, derfor blev sidstnævnte forsøgsled vandet én gang med 1/10 Mg i 1967 og 1968, da planterne ellers ville dø af Mg-klorose. I afsnittet med 1/10 Mg klarede planterne sig igennem.

I manganmangelafsnittet var planterne fladere og mere kompakte endog i b), derefter tiltog disse symptomer, og planterne blev mindre i c), d) og e), desuden sås naturligvis de lyse zoner og/eller marmorering mellem bladribberne samt »indsunkne pletter«, begge meget karakteristiske symptomer; manganmangelen var elimineret i september måned i b), c) og d), men kunne stadig ses i de ældre blade.

I bormangelafsnittet (kun i 1966) var der maksimale symptomer sidst i august: b) som fuldgødet, c) lidt lavere, kompakte planter kun halvt så store som i fuldgødet; forkortede bladstilke, men ingen ændring af bladfarve eller hjertebladene; d) og e) udpræget lave små planter, korte bladstilke. Bladene krølede noget, og der kom en karakteristisk krakelering i de noget ældre blade; hjertebladene var ikke ødelagt.

Bederoerne udviste stærke symptomer, især i 0 bor: ødelagte hjertesknud med masser af »adventivskud«, d.v.s., at roen forsøger at danne ny top ved at skyde mange siderosetter ud fra bladhjørnerne, hvorved toppen får en masse små lancetformede blade og et buklet udseende (karakteristiske symptomer).

Der var mere eller mindre hjertesknudnekrose, nogle planter havde som allerede nævnt døde hjertesknud. (Af pladshensyn skal der i øvrigt ikke med tal gøres nærmere rede for opførelsen af bederoeafsnittet).

Vægt af rod og top. Ved høst den 13. oktober blev rod og top vejlet; udbyttetal fremgår af tabel 5.

Bederoerne blev taget op, vejlet, skåret igennem og bedømt. Alle roer i 0 og 1/10 bor havde nogen »marmorering« og ofte let svampet væv i nedre midte af roen.

*Tabel 5. Bederøe, sukkerøe, udbytte af rod og top; sandkulturforsøg.
Statens plantepatologiske Forsøg, 1966, 1967 og 1968*

Behandling	Gns.udbytte i gram		Forholdstal	
	pr. parcel for		for	
	1966, 1967 og 1968			
	rod	top	rod	top
Fuldgødet	720	521	100	100
<i>Magnesium</i>				
÷ Mg i 3 uger	780	520	108	100
÷ Mg i 6 »	570	398	79	76
÷ Mg i 9 »	375	276	52	53
÷ Mg i 12 »	376	345	52	66
<i>Mangan</i>				
÷ Mn i 3 uger	783	499	109	96
÷ Mn i 6 »	698	471	97	90
÷ Mn i 9 »	712	493	99	95
÷ Mn i 12 »	640	450	89	86
<i>Bor</i>				
	gennemsnit af 1966 og 1967			
÷ B i 3 uger	554	488	77	94
÷ B i 6 »	506	473	70	91
÷ B i 9 »	492	428	68	82
÷ B i 12 »	366	379	51	73

Forsøgsrække II. Undersøgelse over magnesium, mangan og bor's betydning for nogle land- og havebrugsplanter ved symptomstudier

Forsøgsplan: 1/10 af Mg, Mn og B

0 Mg, Mn og B

Fuldgødet

Arter, sorter og stammer: Havre Svalöf Stål; rødkløver; halvsildig Øtofte P. 57; marvært Darkskinned Perfection FDB 1665 (konserverst); bederøe Maribo P. og Øtofte 2 n; kålrøe Bangholm Wilby Øtofte S. 62; gulerod Nantes (O. E. stamfrø) og Amager Feonia Toftø P. 55 C S 64; jordbær Zephyr (Spangsbjerg); kepaløg Zittauer (kontrollerede stikløg); spinat Selandia (O. E. stamfrø); hestebønne Kleine Thüringer, Herz Freya, Dr. Francks Ackerperle og Breustedts Schladener; hovedsalat Hjerter Es Ny Munkegård P 58; selleri Alabaster; asparges Grosse blanche améliorée.

Høst og vejning af afgrøder. På grund af større eller mindre individvariationer bør man

for rodfrugters vedkommende nok ikke tillægge udbyttetallene alt for stor vægt. Udbytte af frø eller rod og top blev gerne målt i de tilfælde, hvor det formodedes at have en vejledende værdi.

Bormangel hos gulerødder (med kålrøe og bederøe som måleplanter). I denne serie vil bormangel hos gulerødder få en særlig og mere udførlig omtale, medens beretningsafsnittet om symptomdannelse m.m. hos de derefter omtalte plantearter er gjort så kortfattet som muligt, da de mange observationer, målinger og studier især var af interesse for bl.a. forfatteren og oplysningsafdelingen; symptomerne er for øvrigt foreviget ved farveoptagelser, af hvilke nogle få er vist på farveplancherne, der også viser nogle optagelser fra »forsøgsrække I«.

I 1967 anlagdes et orienterende forsøg til studier af bormangel hos gulerod med kålrøe og bederøe som måleplanter.

Den sædvanlige forsøgsplan: 0 bor, 1/10

bor og fuldgødet. Sorter: Gulerod Nantes Ny Munkegård P 56 (tidlig) og Amager Notabene O. E. (sildig); kålroe Bangholm og sukker- eller fabriksroe Maribo P.

De første tydelige tegn på bormangel i gulerod kom i begyndelsen af juli hos Amager Notabene i 0 bor: lavere planter, lyse- eller gullige blade (den bleggule, ret karakteristiske »bor«-mangelklorose), men et særkende for bormangel hos gulerodsplanterne var en hæmning af småbladenes udvikling, i det følgende kaldet »småbladsreduktioner« – et fænomen eller symptom som senere skulle vise sig at være særdeles karakteristisk og som ikke menes at være observeret tidligere som et særligt kendetegn for bormangel hos gulerodsplanter. Ejendommeligt nok viste disse første, sikre tegn på bormangel sig i den sildige Amager, hvilket kan skyldes denne sorts længere udviklingstid.

I kålroerne var der i 0 bor lidt »lysere« bladfarve og kun lidt svækkede planter; i bederoerne var planterne tydeligt lavere og med mindre og kortstilkede blade, sammenlignet med fuldgødet.

I begyndelsen af august var der også ret stærke bormangelsymptomer i Nantes-planterne i 0 bor og desuden en rødfarvning i de ældre blade. I 1/10 bor var der begyndende symptomer på bormangel. I Amager-planterne var bormangelsymptomerne igen kraftigere

end i Nantes: i 0 bor mange gulnede blade, rødfarvning og meget tydelige »småbladreduktioner«; sidstnævnte kunne ytre sig så voldsomt, at der næsten kun var midterribben tilbage (dette kunne minde om en forstærket grad af såkaldt »whiptale«-dannelse hos kål med molybdænmangel). Desuden var der hjertetråd hos nogle planter.

I 1/10 bor var symptomerne noget svagere i Amager Notabene end i Nantes, hvilket sikkert skyldes, at symptomerne ytrer sig noget senere i en sildigere sort, når begge sorter får relativt for lidt bor.

I kålroer var der tendens til rødfarvede blade i 0 bor; hos bederoerne var der »pæne« bormangelsymptomer og begyndende hjertenekrose; også i 1/10 bor var der tydelige symptomer.

Den 1. september blev alle planter taget op og vasket. Rod og top vejedes, og begge plantedele bedømtes for bormangelsymptomer.

Toppen. Nantes, 0 bor og 1/10 bor: I begge forsøgsled var symptomerne nu næsten ens, dog noget mindre planter i 0 bor. Amager, 0 bor: tydelige symptomer og stærkere end hos Nantes: »småbladreduktioner«, gule bladspidser, gulnende blade og udpræget visning af de ældre blade samt nogle planter med hjertenekrosen. I 1/10 bor var der kun enkelte blade med symptomer, og væksten var næsten som i fuldgødet.

Tabel 6. Gulerod, sandkultur. Gns. vægt af rod og top samt registrering af symptomer på samme (gns.) Statens plantepatologiske Forsøg, 1967

Behandling	Antal undersøgte planter	Vægt i g af rod og top	Heraf antal planter med vortede rødder	Heraf antal planter med symptomer på bormangel		
				lave planter og gule blade	småblad-reduktioner	hjerte-nekroser
<i>Nantes</i>						
Fuldgødet	25,3	1617	1,8	0	0	0
0 bor	27,3	1354	7,6	6,6	3,8	0
1/10 bor	27,0	1525	6,9	7,1	1,5	0
<i>Amager Notabene</i>						
Fuldgødet	21,0	1646	0,25	0	0	0
0 bor	19,1	1099	7,4	4,8	7,0	0,6
1/10 bor	17,5	1516	3,3	4,1	0	0,1

I kålroer og bederoer var symptomerne som tidligere beskrevet.

Roden. Meget karakteristisk hos gulerødder var fænomenet, som vi foreløbig kalder »vortede rødder«, idet der – især i 0 bor, men også i 1/10 bor – sås vortede, forkorkede udvækster på rødderne, navnlig i zonen nærmest toppen. Disse karakteristiske symptomer synes også at være hidtil ukendte kendetegn på bormangel hos gulerødder og adskiller sig væsentligt fra almindelig skurv (*Streptomyces scabies*). Desuden var der en række karakteristiske indsnævninger på rødderne (deformering).

Af tabel 6 fremgår vægtforskellene af rod og top samt registreringen af bormangelsymptomerne på rod og top. Da forsøget kun omfattede forholdsvis få fællesparceller (på grund af 3/4 af forsøgsarealets reservering til »forsøgsrække I«), bør man nok lægge større vægt på udbyttetallene i gentagelsen af dette forsøg med bormangel hos gulerødder i 1968.

For overskuelighedens skyld skal resultater fra det større gulerodsforsøg i 1968 omtales separat i det følgende, idet resten af sandkulturerne i forsøgsrække II omtales til slut under ét.

I 1968 blev forsøget gentaget med Amager Notabene (O.E. stamfrø) sået den 27. april.

Forsøgsleddene var – i lighed med Mg- og Mn-afsnittene 0 bor og 1/10 bor.

Observationer og registrering af symptomer
Den 28. juni 1968 var der endnu intet særligt at se ud over lidt lysere blade. Den 18/7 var der tydelige symptomer på bormangel i 0 bor: hvidgule bladspidser og gulnende blade, lavere planter. I 1/10 bor var der tilløb til ovennævnte klorose.

Den 2. august var der »fine« bormangelsymptomer: »småbladsreduktioner«, lavere planter o.s.v.; i 1/10 bor var der også symptomer, men meget svagere.

Den 2. september: stærke symptomer som lige beskrevet og nogen rødfarvning af de ældre blade.

Den 7. november 1968 blev planterne taget op, vasket, vejet og roden bedømt efter genemskæring. Af tabel 7 fremgår resultaterne under bor-afsnittet, samt tallene for Mg- og Mn-afsnittene.

Mangelsygdomme hos øvrige kulturer i forsøg II, 1965-1969

Forsøgsled: 0 Mg, 1/10 Mg; 0 Mn, 1/10 Mn; 0 bor, 1/10 bor, samt 1/10 kalium (kun i 1968) samt fuldgødet.

1965. Kulturen med havre og byg, der var af orienterende art omtales ikke, da der kan refereres til forsøgsrække I i 1966-1968.

Udbyttetal for forsøget med marværter i 1965 og hestebønner i 1969 fremgår af tabel 8 og 9, og udbyttetal for kepaløg i 1968 og

Tabel 7. Gulerod: Amager Notabene i sandkultur. Gns. vægt af rod og top (omregnet til 25 planter pr. forsøgsled) samt registrering af symptomer. Statens plantepatologiske Forsøg, 1968

Behandling	Antal rødder normale unorm.		Pct. unormale rødder	Vægt i g af rod top		Forholdstal rod top	
Fuldgødet.....	11,7	13,4	53,4	2283	222	100	100
<i>Bor</i>							
0 bor.....	0,7	24,3	97,2	1607	185	70	83
1/10 bor.....	4,5	21,3	82,6	2321	223	102	100
<i>Magnesium</i>							
0 magnesium ..	1,0	24,0	96,0	439	67	19	30
1/10 » ..	14,0	12,0	46,2	1538	137	111	90
<i>Mangan</i>							
0 mangan ..	15,0	10,0	40,0	2073	185	91	83
1/10 » ..	11,3	11,3	50,0	1849	171	81	77

Tabel 8. *Marvært i sandkultur, udbyttetal; Statens plantepatologiske Forsøg, 1965*

Behandling	Marvært, Dark skinned Perfection				
	gram ærter	spiringsprocent	forholdstal	gram top med bælg	forholdstal
Fuldgødet.....	60	94	100	67	100
<i>Magnesium</i>					
0 magnesium..	7	87	12	32	48
1/10 » ..	38	89	63	59	88
<i>Mangan</i>					
0 mangan	60	91	100	63	94
1/10 »	62	98	103	71	106
<i>Bor</i>					
0 bor	19	86	32	89	133
1/10 »	52	95	87	79	118

selleri i 1969 fremgår af tabel 10. (Årsagen til det tilbagevendende lidt mindre udbytte i fuldgødet i forhold til f.eks. 1/10 Mn og 1/10 bor er ubekendt, men har været observeret flere gange i disse sandkulturforsøg; også i forsøgsrække I).

Observationer foretaget hver 14. dag hvert af årene fremgår af oversigtstabel 11.

Til støtte for dette materiale er der som tidligere nævnt foretaget en række farveoptagelser, af hvilke nogle få udvalgte er vist på siderne 314 og 315.

Diskussion

Magnesiummangel. Det fremgår af oversigtstabel 11, at de forskellige kulturplanter i forsøgsrække II næsten alle svækkes meget af magnesiummangel, hvilket er naturligt, dels fordi Mg er et makronæringsstof, dels fordi magnesium har en helt central position i klorofylmolekylet, og planterne derfor kommer til at lide af klorose, når stoffet enten undrages planterne helt eller kun gives med 1/10 af normal dosis.

Manganmangel optræder i kulturerne med forskellig styrke, men symptomer kan observeres tydeligt hos alle anvendte plantearter undtagen salat, uden at mangelen synes at mindske vækstkraften særligt, men alligevel påvirkes udbyttet i reglen mere eller mindre.

Bormangel rammer – i øvrigt efter gammelkendt erfaring – rodfrugter hårdest, da deres behov for bor – formentlig også på grund af deres lange udviklingstid – synes at være relativt stort, mens andre planters bor-behov er langt mindre. Korn, hovedsalat og jordbær synes således at kunne nøjes med de små mængder, som findes i sandet i forvejen, samt hvad der måtte komme med det naturlige nedfald fra luften og sammen med nedbøren.

Kobbermangel. Forsøg har som nævnt i indledningen været prøvet i 1965, men udover lidt »lysere« eller blegere blade kunne der ikke opnås sikre symptomer på grund af sandets naturlige kobberindhold m.m.

I 1966 forsøgte et andet, helt uprøvet voksemedium for at opnå kobbermangel: »superlet«, som er en art skumnylon bestående af finthakkede rester fra fremstilling af skumnylonvarer; men dette materiale var meget vanskeligt at arbejde med og tørrede hurtigt, foruden at det syntes at indeholde visse stoffer af phytotoxisk virkning, hvorfor det måtte opgives.

Kaliummangel var som ventet let at opnå hos alle de i 1968 prøvede plantearter og medtoges for at kunne studere »gule bladspidser« hos spiseløg, for derved at kunne iagttage forskellen på magnesiummangel og kaliummangel hos kepaløg.

Denne forskel er meget tydelig, idet bladene

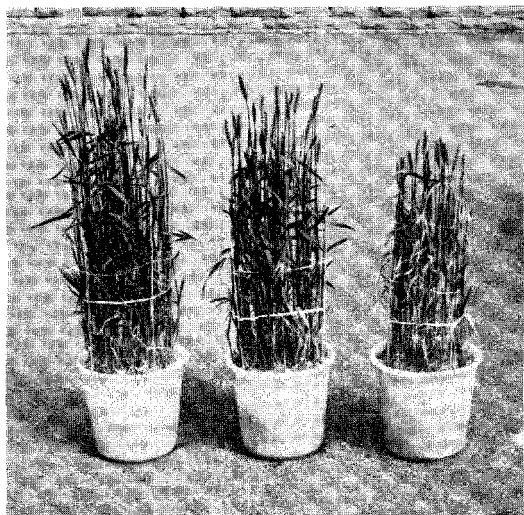


Fig. 1. Vårhvede: fuldgødet, ÷ Mg i 4 og 8 uger; foto 19/7-68.

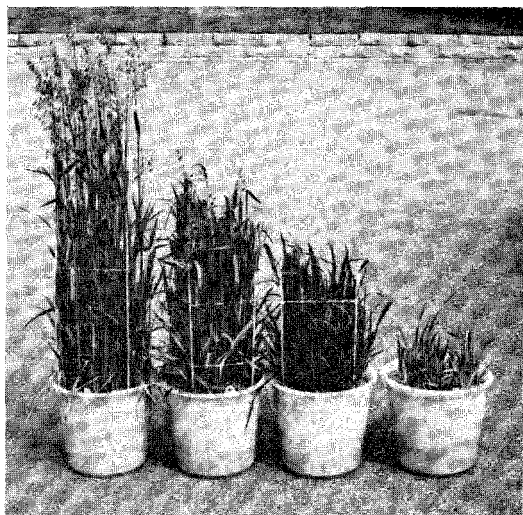


Fig. 2. Havre: fuldgødet, ÷ Mg i 4, 6 og 8 uger; foto 19/7-68.

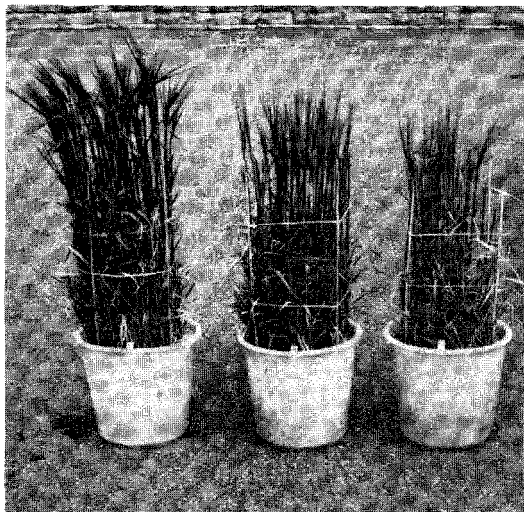


Fig. 3. Byg: fuldgødet, ÷ Mg i 6 og 8 uger! foto 19/7-68.

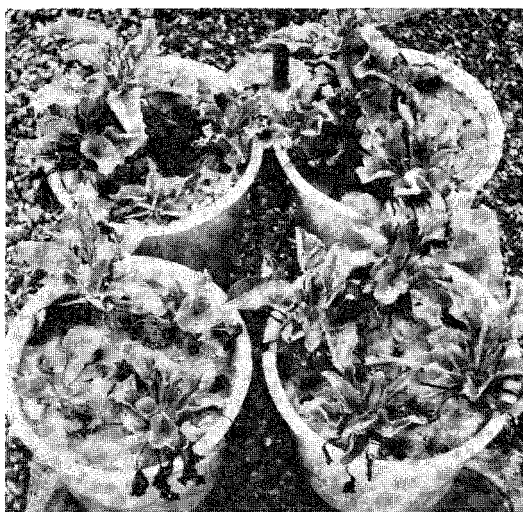


Fig. 4. Bederøer: 0 Mg i 12 uger; foto 15/8-68.



Fig. 5. Hestebønne: manganmangel; foto 14/8-69.



Fig. 6. Rødkløver: bormangel; foto 4/8-65.



Fig. 7. Agurk; manganmangel i unge planter; foto 14/8-68.



Fig. 8. Selleri: manganmangel; foto 14/8-69.

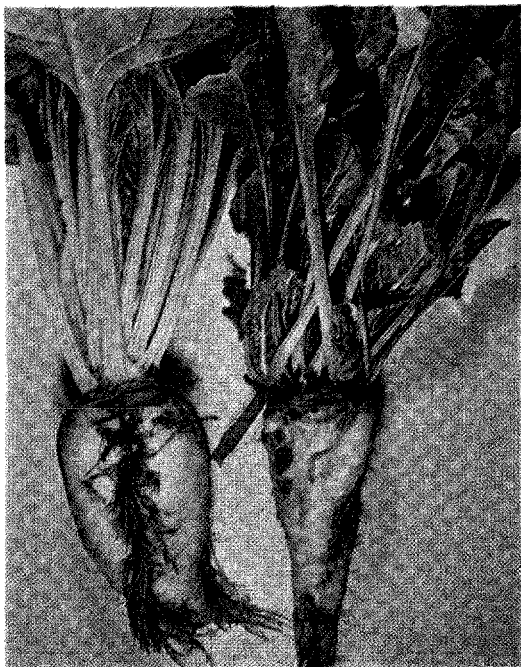


Fig. 9. Bederøe; t.v. fuldgødet, t.h. bormangel; foto 3/10-67.

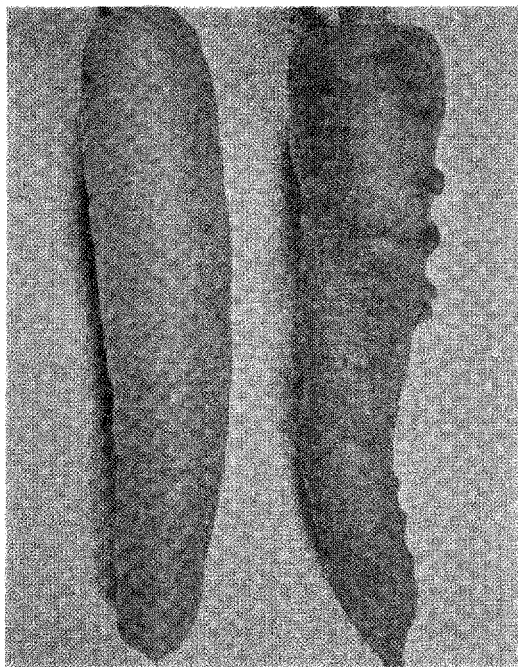


Fig. 10. Gulerød; bormangel, t.v. sund rod, t.h. vortet rod; foto 4/9-67.

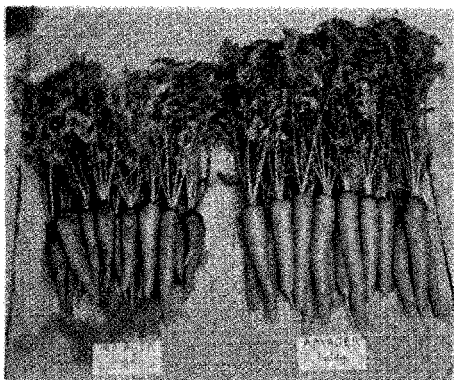


Fig. 11. Gulerød; t.v. rødder med bormangel, t.h. sunde; foto 4/9-67.

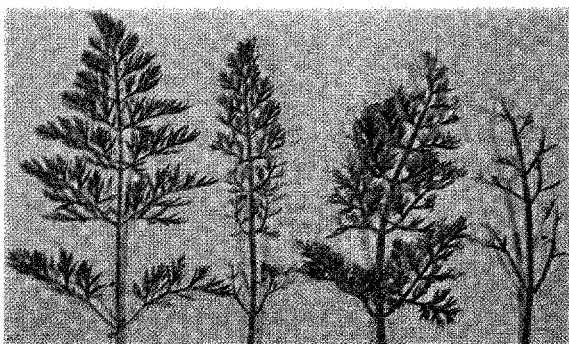


Fig. 12. Gulerød: bormangel, fra v. til h. sundt blad, rødfarvning og reducerede småblade; foto 9/9-65.

i Mg-afsnittet fik rent gule bladspidser, som ikke visnede, hvorimod bladspidserne i forsøgsleddet »1/10 K« blev hvid-gule og visnede hurtigt, hvorved de fremkom en karakteristisk, vissen »vimpel« på bladet.

Ved symptombedømmelsen er der på side 319 og 320 anført eksempler på karakterskalaer, som er anvendt ved bedømmelsen af mangel-, mangan- og bormangel.

Tabel 9. Hestebønne i sandkultur, udbyttetal; Statens plantepatologiske Forsøg, 1969

Behandling	Kleine Thüringer			Herz Freya			Dr. Francks Ackerperle			Breustedts Schladener			Gns.	
	gram	holds- tal	spi- rings- pct.	gram	holds- tal	spi- rings- pct.	gram	holds- tal	spi- rings- pct.	gram	holds- tal	spi- rings- pct.	af 4 sor- ter	For- holds- tal
Fuldgødet...	261	100	93	261	100	97	261	100	94	261	100	99	261	100
0 magnesium	100	38	91	90	35	96	70	27	90	120	46	96	95	36
1/10 »	230	88	94	250	96	100	240	92	95	260	100	100	245	94
0 mangan ...	260	100	91	270	104	94	275	105	94	260	100	100	266	102
1/10 » ...	305	117	93	250	96	93	265	102	88	265	102	98	271	104
0 bor.....	240	92	89	240	92	91	250	96	83	220	84	84	238	91
1/10 »	270	104	95	245	94	91	275	105	82	280	107	100	268	103

Bemærkning: Frøprøver à 50 frø fra alle forsøgsleddene blev 1) spireprøvet og spiringsenergien målt og 2) alle frø blev gennemskåret og undersøgt for symptomer inde i kimbladene (d.v.s. en større eller mindre nekrose i reglen midt på kimbladene).

Resultat: Kun i mangan- og borafrøene (0 og 1/10 Mn samt 0 B) var der som ventet enkelte frø med disse fysiogene symptomer på mangan- eller bormangel og kun i et par af sorterne. Spiringsenergien udviste ikke signifikante forskelle.

Tabel 10. Rødkløver, kepaløg og selleri i sandkultur, udbyttetal; Statens plantepatologiske Forsøg, 1965, 1968 og 1969

Behandling	Rødkløver 1965			Kepaløg 1968				Selleri 1969				
	vægt i g af tørret top	for- holds- tal	antal løg i alt	antal dårligt udvikl. eller rådne løg	vægt i kg	for- holds- tal	antal planter i alt	vægt i gram rod top	forholdstal rod top	rod	top	rod top
Fuldgødet.....	595	100	48	2	5,75	100	16	1945	1220	100	100	
0 magnesium	38	6	35	23	0,55	10	16	290	275	15	23	
1/10 »	365	61	48	1	5,86	102	16	1515	1215	78	100	
0 mangan...	585	98	48	1	5,31	92	16	2025	1305	104	107	
1/10 » ...	665	112	51	4	5,19	90	16	2265	1585	117	130	
0 bor.....	154	26	47	1	4,75	83	16	690	340	36	28	
1/10 »	400	67	49	3	5,31	92	16	1590	1140	82	93	
1/10 kalium....	—	—	45	13	1,40	24	—	—	—	—	—	

Bemærkning: På grund af de forholdsvis lave vægtudbytter pr. spand (der kan betragtes som en fællesparcel) af både kepaløg og selleri er der anført det samlede vægtudbytte fra alle 4 spande eller forsøgsled. (Årsagen til det mindre udbytte i fuldgødet eller de relativt lidt højere værdier for 0 og 1/10 Mn er ubekendt).

Oversigt

Sandkultur, forsøgsrække II. Statens plantepatologiske Forsøg, 1965, 1968 og 1969

Tabel 11. Modtagelighed for magnesium-, mangan- og bormangel hos nogle kulturplanter på basis af registreringer og observationer

Planteart	Magnesiummangel	Manganmangel	Bormangel
<i>Agurk</i>	meget modtagelig (visning allerede på 2-bladstadiet i 0 Mg) stærk klorose, ødelæggende virkning.	meget modtagelig lige fra kimbladstadiet, bladene typisk gule; ødelæggende virkning.	ikke modtagelig, kun i 0 bor var planterne noget mindre, ingen specielle symptomer.
<i>Asperges</i>	meget modtagelig, stærk klorose i 0 Mg og visning; planterne klarede sig pænt i 1/10 Mg.	næppe særlig modtagelig, ingen sikre symptomer.	noget modtagelig (lidt »hvidklorose« i 0 bor); væksten svækkedes noget.
<i>Gulerod</i>	meget modtagelig, stærk Mg-klorose, ofte helt gule blade, nogen udbyttesænkning.	ikke særlig modtagelig, men symptomer kunne tydeligt observeres.	meget modtagelig, gul-hvidspidsede småblade og »småbladreduktioner«, nogen rød farvning af ældre blade, ødelæggelse af hjertesked, lav vækst. »Vortede« rødder og indsnævring.
<i>Hestebønner</i>	det varede længe, inden væsentlige symptomer viste sig - endog i 0 Mg; først midt i juli var der tydelige symptomer på den nederste halvdel af planterne, som desuden var noget lavere end i alle de andre forsøgsled. Herefter tiltog symptomerne og midt i august var visning af blade i gang. I 1/10 Mg kom der nogen Mg-mangel, men ikke alvorligt og i begyndelsen af sept. var planterne som i fuldgødet. Hestebønner synes derfor ikke at disponere særligt for magnesiummangel.	der kom kun svage og meget sene symptomer; i begyndelsen af sept. var planterne i 0 Mn lidt lavere end i de fuldgødede og symptomerne usikre. I 1/10 Mn var der kun meget svage, usikre symptomer, og planterne var af vækst næsten som i fuldgødede. Hestebønner synes derfor ikke at være særlig følsomme for manganmangel.	i lighed med kornarterne reagerede hestebønnerne næsten ikke på bormangel. Midt i august observeredes kun få svage og usikre symptomer (»lyser« blade, tilløb til pletvis klorose i nogle af de øverste blade) i 0 bor, og planterne var kun lidt lavere. 1/10 var som fuldgødet.
<i>Hovedsalat</i>	ikke særlig modtagelig, klarede sig forbavsende godt endog i 0 Mg.	ikke modtagelig, men får senere noget lysere blade, dog ikke helt sikre symptomer i 0 Mn.	ikke særlig modtagelig, men i 0 bor kunne observeres en hæmning af hoveddannelsen og lidt hjerteforrådelse hos nogle planter.

Planteart	Magnesiummangel	Manganmangel	Bormangel
<i>Jordbær</i>	meget modtagelig, typisk Mg-klorose mellem bladribberne; stærk rødbrunfarvning fra bladrandene, visnende blade, få ranker; udbyttesænkning.	meget modtagelig med tydelige, karakteristiske symptomer i alle bladene, men ikke svækkende for væksten.	ikke særlig modtagelig. Symptomer kan minde om Mg-mangel og udbyttesænkning, rødfarvning af de ældre blade.
<i>Kepaløg</i>	meget modtagelig, gule bladspidser, tidlig nedvisning ved stærk Mg-mangel og udbyttesænkning.	ikke modtagelig, symptomer: stribede blade, men væksten påvirkes ikke påviseligt.	ikke modtagelig (ingen sikre symptomer i 0 bor).
<i>Kålroe</i>	meget modtagelig, rødrandede blade og gulmarmorerede blade, stærk udbyttesænkning.	noget modtagelig, symptomer meget tydelige, noget udbyttesænkende.	modtagelig, rødvioletfarvning af de ældre blade, marmorering og hulhed i roerne.
<i>Marvært</i>	meget modtagelig, Mg-klorose og visning af blade, kraftig udbyttesænkning, dårlig bæludvikling, skrubbet hud.	noget modtagelig, tydelige symptomer, men normal bæludvikling.	noget modtagelig, klorotiske blade, visning fra skudspidsen (karakteristisk) udbyttesænkning, bælgene skrubbede p. gr. af smårevner.
<i>Rødkløver</i>	meget modtagelig, Mg-klorose fra bladrandene, visning af blade, dværg- og misvækst.	ikke særlig modtagelig, normal vækst trods symptomer, men kun på de ældste blade.	meget modtagelig, ret svag vækst i 0 B ingen blomster B-klorose + rødfarvning (meget karakteristisk); udbyttesænkning.
<i>Selleri</i>	meget modtagelig, stærk klorose (100 pct. i 0 Mg og dværgvækst) også i 1/10 Mg lidt rødfarvning.	ikke særlig modtagelige, symptomer ses mest i ældre blade, næsten ingen væksthæmning.	meget modtagelig, misvækst og hjerteforrådelse i 0 bor, blege blade og rødfarvning.
<i>Spinat</i>	meget modtagelig, »Mg-klorose« og ødelæggende for den afskårne vare.	meget modtagelig, især ved vækstens afslutning. Karakteristiske symptomer + gule blade. Symptomer ødelæggende for varen.	ikke modtagelig (ingen sikre symptomer i 0 bor).

Bemærkning vedrørende jordbær (se tabel 11). Både stærk kalium- og magnesiummangel bevirkede, at der ikke dannedes udløbere med nye småplanter. I forsøgsleddene 1/10 K og 0 Mg var der faktisk ingen udløbere, hvorimod

der i fuldgødnet var tæt med udløbere fra alle planter. Denne forskel har betydning også ved diagnosticering af magnesium- og kaliummangel.

Næringsopløsning

Næringsstof	gram pr. liter
1. Ferricitrat	25
2. Mn SO ₄ , 4 H ₂ O	2
3. CuSO ₄ , 5 H ₂ O	0,3
4. ZnSO ₄ , 7 H ₂ O	0,3
5. H ₃ BO ₃	2
6. (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ , 4 H ₂ O ..	0,035
7. KNO ₃	200
8. Ca(NO ₃) ₂ , vandfrit	660
(eller 950 g vandholdigt)	
9. NaH ₂ PO ₄ , 2 H ₂ O	200
10. MgSO ₄ , 7 H ₂ O	370

Karakterskalaer

Ved bedømmelsen af magnesium-, mangan- og bormangel hos de pågældende kulturplanter anvendtes karakterskalaer, således at forstå at samme skala *kan* anvendes til flere plantearter, hvor symptomerne ytrer sig nogenlunde på samme måde, dog kræver bedømmelsen af kornarterne (eller andre arter under Gramineae) sin egen skala.

Korn

<i>Magnesiummangel</i>	Karakter
Ingen symptomer	0
Tigerstrikning, ingen gule blade	1
Tigerstrikning og nogle få gule blade	2
Tigerstrikning, gule blade og lavere vækst	4
Gule blade, Mg-klorose, visne bladspidser og lavere vækst	6
Gule blade, Mg-klorose, lavere vækst og visne blade, svag vækst	8
Gule blade og næsten helt visnede blade, bortdøen af planterne	10

Manganmangel

Ingen symptomer	0
Synlige, men svage manganmangel-striber .	1
Synlige og tydelige manganmangel-striber .	2
Mege tydelige manganmangel-striber og lidt lyspletsyge	4
Ret mange nekrotiserede og gule blade ..	6
Mange nekrotiserede blade eller lyspletsyge	8
Gule blade og planterne næsten ødelagte af lyspletsyge	10

Bederoer, spinat m.fl.

<i>Magnesiummangel</i>	Karakter
Bladene mørkegrønne uden symptomer og normal vækst	0
Karakteristiske, svage lysninger i bladene mellem ribberne	0
Tydelige lysninger i bladene mellem ribberne	2
Delvis gule-gulliggrønne lysninger	4
Gulliggrønne-gule blade, enkelte eller nogle nekroser	6
Gulliggrønne-gule blade (alle), mange nekroser	8
Næsten helt ødelagte, gule og nekrotiserede blade	10

Manganmangel

Bladene mørkegrønne og symptomfri, normal vækst	0
Lidt svagere planter, »lysere« blade, svage Mn-symptomer	1
Svage »Mn-lysninger« i bladene, »marmorering«, mindre planter	2
Tydelig »marmorering« eller mosaiklignende lysninger	4
»Gul-marmorering«, nederste blade gullige, mindre vækst	6
Stærk »gul-marmorering«, bladnekroser, gule blade	8
Helt gule blade, stærkt væksthæmmede planter	10

Bormangel

Bladene mørkegrønne og normal vækst ..	0
Lidt lysere bladfarve	1
Lysere bladfarve og lidt mindre planter, tendens til kortere bladstilke	2
Lysere bladfarve, kortere bladstilke, mindre planter, begyndende krakeleringer i bladpladen	4
Gullige (delvis) blade, korte stilke, krakelering udbredt, mindre planter	6
Ødelagte hjertesud, små planter	8
Hjerteforrådelse, næsten døde planter ..	10

Gulerødder

Bormangel	Karakter
Ingen symptomer	0
Svagt lysere eller svagt gulnende blade ..	1
Lysere bladfarve, de ældste blade gulnende	2
Gulnende blade, lavere planter eller udbredt vækst, tilløb til »reducerede småblade«	4
Tydelige og hyppige »reducerede småblade«, nogle blade med kun »hovedribben« og enkelte hjertenekroser, ældre blade gule og eventuelt rødfarvede	6
Gule blade, rødfarvning, »ribber« og mange hjertenekroser	8
Næsten alle planter med hjertenekroser, ødelagte planter	10

Sammendrag

I årene 1965 til og med 1969 er der ved Statens plantepatologiske Forsøg udført en række sandkulturforsøg med det formål at foretage studier over nogle vigtige land- og havebrugsplanter reaktioner på magnesium-, mangan- og bormangel (i et enkelt sammenlignende forsøg suppleret med kaliummangel).

Forsøgene er gennemført i 12-liter plastic-spande, som vandedes med næringsopløsning én gang om ugen og i øvrigt med afioniseret vand til fuld vandkapacitet og efter behov.

Arbejdet er opdelt i forsøgsrække I og forsøgsrække II.

Forsøgsrække I omfattede fratagelse af Mg, Mn og B i perioder på 2-8 uger for korn og 3-12 uger for bederoer.

På basis af ugentlige registreringer af vækstkraft og symptomudvikling samt udbyttmåling m.m. kunne det – som det fremgår af tabelmaterialet og diagrammerne i forsøg I – fastslås, på hvilket tidspunkt af planternes udvikling behovet for ovennævnte stoffer var afgørende og samtidig konstateres, hvornår tidspunktet for tilskud af samme – i form af »fuldgødet« var forpasset, og den forvoldte skade »mangelsyge« var for stærkt induceret. Resultaterne fremgår af tabel 1 og 2, og af diagrammerne.

Som det fremgår af diagrammerne sker der for de tre kornarters vedkommende et fald i udbyttet allerede efter 2-4 uger uden Mg og Mn og med øget udbyttenedgang efter 4-8 uger; bormangel gav ikke signifikante udslag. Den viste »skadevirkning« kan dog delvis oprettes ved gødskning med letoptageligt Mg eller Mn inden 2- højst 4 uger efter fremspiring; i praksis dog formentlig lettest ved påsprøjtning.

I bederoer påvirkes planterne ved udelukkelse af magnesium. Virkningen var betydelig svagere i mangan-afsnittet, og udbyttet påvirkes i langt mindre grad, hvilket skyldes, at bederoer med deres lange vækstperiode formår at udnytte selv meget sent tilført mangan.

I forsøgsrække II dyrkedes 12 andre kulturplanter med henblik på symptomstudier over de samme mangelsygdomme. I nogle tilfælde blev vægtudbytter af frø eller rod og top også opgjort, hvor dette var formålstjenligt.

Resultaterne af disse undersøgelser fremgår af en samlet oversigt, tabel 11.

Interessen koncentrerede sig i øvrigt om bormangel-symptomer i gulerod, hvor forsøgene fremviste særprægede symptomdannelse både på rod og top, »småbladreduktioner« og »vortede rødder«.

Summary

Sand culture experiments with deficiencies of magnesium, manganese and boron in some agricultural and horticultural crops

At the State Plant Pathology Institute, Lyngby, Sand Culture Experiments have been carried out in order to study deficiencies of magnesium, manganese and boron in a number of important agricultural and horticultural crops.

The work is divided in 2 trial series, the former comprising the exclusion of magnesium, manganese, and Boron in cereals for periods of 2, 4, 6 and 8 weeks and in sugar beets for 3, 6, 9 and 12 weeks compared with full nutrition.

On the basis of recordings of growth rate, symptoms and yields, it could be demonstrated at which stage of development the need of the

elements mentioned above was decisive, as well as the time when addition of the elements was left out, and the caused damage was too strongly induced, and thus being too late to be improved by adding the elements given in »full nutrition« (see diagrams and table 1 and 2).

In the second trial series, 12 cultivars of the species horse bean, cucumber, asparagus, carrot, lettuce, strawberry, swede, pea, redclover, celery and spinach were grown with the aim of studying symptoms of the hunger signs in those crops, and in some cases the yield of seed, or root and top was measured and compared with full nutrition.

Boron deficiency of carrots was of particular interest, the symptom formation being specific: the leaves showed a kind of »whiptail« due to a high reduction of the leaflets, and the roots could be more or less warty, (see fig. 10 to 12).

Litteratur

- Boken, Else:* Studies on the methods for determining varietal utilization of nutrients. Doktorafhandling, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København 1966.
- Dam Kofoed, A. & Fogh, Hans Th.:* Planternes ernæring med svovl. 833. beretn. Tidsskr. f. Pl. 72: 4: 503-512, 1968.
- Henriksen, Aage:* Om bestemmelse af calcium, magnesium, kalium og natrium i plantemateriale. Tidsskr.f.Pl. 64: 530-552, 1960.
- Henriksen, Aage:* Om afgrødernes mineralstofindhold. Tidsskr. f. Pl. 68: 784-803, 1965.
- Hewitt, E. J.:* Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition. Techn. Com. 22, Commonwealth Bur. of Hortic. and Plantation crops. East Malling, England, 241 pp, 1952.
- Jacob, A.:* Magnesia, der fünfte Pflanzenhauptnährstoff, Stuttgart, 110 pp, 1955.
- Jensen, J.:* Undersøgelser over nedbørens indhold af plantenæringsstoffer. Tidsskr.f.Pl. 65: 894-906, 1962.
- Löhnis, Marie P.:* Plant development in the absence of boron. Mededel.v.de Landbouwhoogeschool, Wageningen 41/3, 36 pp, 1937.
- Löhnis, Marie P.:* Histology of boron deficiency in plants. Mededel.v.de Landbouwhoogeschool, Wageningen 14/3, 36 pp, 1940.
- Låg, J.:* Tilførsel av plantenæringsstoffer med nedbøren i Norge. Forskning og forsøg i landbruket: 14: 553-564, 1963.
- Mengel, K. & H. Forster:* Der Einfluss einer zeitlich variierten, unterbrochen K-Ernährung auf Ertrags- und Qualitätsmerkmale von Gerste. Zeitschr. f. Acker- und Pflanzenbau: 127: 317-326, 1968.
- Pfaff, C.:* Über die Auswaschung von Calcium, Magnesium, Chlorid und Sulfat aus dem Boden (Lysimeterversuche). Zeitschr. f. Acker- und Pflanzenbau 117: 117-128, 1963.
- Smit, Jan & Mulder, E. G.:* Magnesium deficiency as the cause of injury in cereals. Mededel.v. de Landbouwhoogeschool, Wageningen, 46: 3, 43 pp, 1942.
- Stiles, Walter:* Trace elements in plants. Cambridge University Press, 249 pp, 1961.
- Wallace, T.:* The diagnosis of mineral deficiencies in plants by usual symptoms. University of Bristol Agric. and Hortic. Res. Sta., Long Ashton, 107 pp. (312 farveplancher), 1951.
- Weber, Anna:* Magnesiummangel I. Forsøg og undersøgelser med tomat, selleri og kartoffel m.m. 493. beretn. Tidsskr.f.Pl. 58: 421-462, 1955.
- Weber, Anna:* Magnesium II. Forsøg og undersøgelser på friland og i store urtepotter 1953-57. 583. beretn. Tidsskr.f.Pl. 63: 394-447, 1959.
- Weber, Anna:* Magnesiummangel III. Forsøg og undersøgelser 1958-62. 741. beretn. Tidsskr.f. Pl. 69: 494-510, 1966.
- Weber, Anna:* Undersøgelser over nogle ernæringsproblemer. Tidsskr f. Pl. 70: 69-116, 1966.

Manuskript modtaget i redaktionen den 6. august 1970.