

Forsøg med kalk og mikronæringsstoffer på nyopdyrket hedejord.

Ved Hans Christensen og K. Dorph-Petersen.

528. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

På et i 1937 opløjet hedeareal — „Flejsborgarealet“ — ved Hornum er der i 1939 anlagt et kalkforsøg med fire kalkmængder, og fra 1941 er der heri indlagt forsøg med anvendelse af henholdsvis mangansulfat, kobbersulfat og boraks. Disse forsøg er gennemført indtil 1949, og resultaterne derfra er behandlet i nærværende beretning, udarbejdet af forstander *Hans Christensen*, Hornum, og afdelingsbestyrer *K. Dorph-Petersen*, Askov.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Beretningen omfatter følgende afsnit:

	Side
Indledning	486
1. Arealets opdyrkning, forsøgenes plan og gennemførelse	488
2. Forsøg med mangan	490
3. Forsøg med kobber	494
4. Forsøg med bor	497
5. Oversigt over forsøgsresultaterne	500
6. Summary	502

Gennem iagttagelser over forekomsten af mangelsygdomme i kalkforsøg (1—4) * og ud fra et indgående kendskab til disse mangelsygdommes hyppighed ved forskellige jordreaktioner er det allerede for adskillige år siden blevet fastslået, at planternes optagelse af mangan, kobber og bor er stærkt afhængig af jordens reaktion, således at mangel på disse mikronæringsstoffer oftest eller kun optræder ved relativt højt reaktionstal (5—8).

I kalkforsøg med stigende kalkmængder finder man ofte, at udbyttet stiger med tiltagende reaktionstal indtil en vis opti-

* Tallene i parantes henviser til litteraturfortegnelsen side 503.

mal værdi, for derefter at falde ved øget kalktilførsel. Dette forhold kan for en stor del skyldes, at reaktionsændringen forandrer plantenæringsstofferne tilgængelighed i jorden. I hvert fald er det sandsynligt, at udbyttenedgangen for overkalkning oftest er forårsaget af nedsat tilgængelighed af mangan og bor, idet mangelsymptomer for disse stoffer er typiske overkalkningsfænomener. I kalkforsøg med bederoer forekommer der kun væsentlig udbyttenedgang for stærk kalkning sammen med bormangelsymptomer — tørforrådnelse (2).

Kalkforsøgene viser dog også, at det optimale reaktionstal er vidt forskelligt på forskellige jordtyper og dertil afhængig af plantearten. Som hovedregel er det optimale reaktionstal højest på lerjord og lavere på sandjord (3). På de lette sandjorder og især på opdyrkede hedejorder er det optimale reaktionstal meget lavt — Rt 5,5—6,0 — (1 og 4), og dette skyldes sandsynligvis disse jorders lave indhold af tilgængeligt mangan og kobber. Derfor har spørgsmålet om vekselvirkning mellem kalk og mikronæringsstoffer samt om imødegåelse af overkalkningsskader ved hjælp af tilskud af mikronæringsstoffer særlig interesse på sådanne jorder.

Selv om man — som omtalt — har ret godt kendskab til forholdet mellem jordreaktionen og mikronæringsstofferne tilgængelighed, er der kun udført få direkte forsøg med forskellige kombinationer af kalk og mikronæringsstoffer her i landet.

Steenbjerg (7) har i karforsøg vist, at kobbermangel på sandjord med Rt omkring 6,0—6,5 kunne imødegås ved reaktionssænkning ved hjælp af svovl samt ved tilførsel af kobbersulfat.

I »Hedebrugets« kalkforsøg (1) på fire hedejorder har der været indlagt parceller med tilførsel af mangansulfat og blåsten (50 kg pr. ha). Resultaterne derfra er ikke offentliggjorte, men ifølge privatmeddelelse fra konsulent B e n d t D a v i d s e n har en sådan tilførsel nok under de prøvede forhold kunnet imødegå udbyttenedgangen ved overkalkning, men ikke bringe udbyttet væsentlig højere op end det, der opnåedes ved passende kalkning.

Fra udlandet findes der en mere righoldig litteratur om mikronæringsstofferne virkning, også om vekselvirkningen med kalk, men det ville føre for vidt at referere hertil — så meget

mere, som mange af disse undersøgelser er udført på helt andre jordtyper, end de der findes her i landet, og med andre afgrøder end vore.

1. Arealets opdyrkning, forsøgets plan og gennemførelse.

Forsøgsarealet, der omfatter 10 ha, ligger nær Flejsborg ca. 9 km nordvest for forsøgsstationen ved Hornum. Jorden er let sandmuld (diluvialsand) med 30—40 cm muldholdig overgrund og derunder sand med lidt lerindhold. Terrænet er ret fladt med en lavning i den sydøstlige del.

Indtil 1937 lå arealet udyrket hen, men blev pløjet (15—20 cm) og knivharvet i maj 1937. Denne behandling blev gentaget i 1938 og først i 1939 blev arealet tilsået med havre. Før opdyrkingen bestod bevoksningen hovedsagelig af lyng, star, græsser, pors og tyttebær. De to års brak i 1937—38 bevirkede en tilfredsstillende omsætning af lyngskjolden.

Forsøgsarealet deltes i 6 marker (B I—VI) à 1,6 ha samt 3 mindre marker til demonstrationsbrug. Hver af de 6 store marker inddeltes på tværs i 12 store parceller (64 × 18 m), hvori der indlagdes kalkforsøg med følgende 4 forsøgsled, hver med 3 fællesparceller.

	Rt 1942
1. 2 tons jordbrugskalk 1939	4.8
2. 4 » » »	5.0
3. 8 » » »	5.5
4. 16 » » »	6.3

Kalken — pulveriseret jordbrugskalk — blev udbragt i februar 1939 og nedbragt med knivharve. Før kalkningen — oktober 1939 — var der udtaget jordprøver i hver kalkparcel og heri var reaktionstallene fra 4,3 til 4,9, i gennemsnit 4,7. I foråret 1942 blev der udtaget jordprøver i 4 af de 6 marker. Da der ikke er stor variation i reaktionstallene fra mark til mark, er der ovenfor kun anført det gennemsnitlige reaktionstal for de fire forskellige kalkmængder. Det ses heraf, at den største kalkmængde — 16 tons pr. ha — kun har hævet reaktionstallet

til 6,3, hvilket kun er lidt mere, end der ifølge tidligere forsøg (3) må skønnes at være optimalt for denne jordtype.

Tværs over kalkforsøget blev hver forsøgsmark delt i 8 parcelrækker à 36 parceller, således at der i hver parcelrække var 3 parceller (8 × 6 m) i hver af de 12 kalkparceller. De her omtalte forsøg beslaglagde dog kun 3 af disse parcelrækker i hver af de 6 marker. Disse 3 parcelrækker blev anvendt til forsøg med tilskud af henholdsvis mangan, kobber og bor.

Manganforsøget havde følgende 3 forsøgsled:

- a. 0 kg mangansulfat pr. ha.
- b. 25 » » » »
- c. 50 » » » »

Forsøget omfattede således disse 3 manganmængder kombineret med de 4 nævnte kalkmængder, og parcellfordelingen var:

Kalk 1939.....	2 tons	4 tons	8 tons	16 tons	2 tons	o.s.v. ialt 36 parc.
Mangantilskud.....	a b c	a b c	a b c	a b c	a b c	

De anførte manganmængder er kun givet til korn, men ikke til sædskiftets rodfrugter og kløvergræs. Hele forsøget er grundgødet med 25 kg blåsten pr. ha til korn og 15 kg boraks til rodfrugt.

På tilsvarende måde er der i kobberforsøget anvendt følgende led:

- a. 0 kg blåsten (kobbersulfat) pr. ha.
- b. 25 » »
- c. 50 » »

Disse mængder blåsten er kun givet til korn, og hele forsøget er grundgødet med 25 kg mangansulfat pr. ha til korn samt 15 kg boraks til rodfrugt.

Det tredje forsøg omfattede på tilsvarende måde følgende mængder boraks, der kun blev givet til rodfrugt:

- a. 0 kg boraks pr. ha.
- b. 15 » » » »
- c. 30 » » » »

Her grundgødedes der med 25 kg mangansulfat og 25 kg blåsten pr. ha til korn. Forsøgsled b er således ensgødet i alle

tre forsøg og repræsenterer jord, der får tilført de tre vigtigste mikronæringsstoffer i en normal anvendelig dosis.

Mikronæringsstofferne er udbragt om foråret før såtid og nedfældet ved den almindelige jordbehandling.

Forsøgene blev grundgødede med kvælstof, fosfat og kalium i kunstgødning, idet der er anvendt omkring 200 kg salpeter pr. ha til korn og 300—500 kg salpeter eller svovlsur ammoniak til rodfrugt. Af superfosfat er der givet omkring 200 kg pr. ha årlig, men da denne mængde måtte nedsættes i de sidste krigsår, blev der i 1949 givet 1000 kg pr. ha i alle marker. Kaligødning er givet med 200 kg pr. ha til korn og 300 til kløvergræs og rodfrugt. Der er ikke anvendt staldgødning og ajle.

De 6 forsøgsmarker dyrkedes i et sædskifte omfattende: 1. rug. 2. kløvergræs. 3. havre. 4. kålroer. 5. havre. 6. kartofler. Af forskellige grunde har der dog i årenes løb været foretaget flere afvigelser i denne sædfølge.

I mangan- og kobberforsøget er der kun foretaget forsøgs-mæssig høstning af korn og kløvergræs, medens borforsøget kun er høstet som forsøg af rodfrugt. På grund af krigs- og efterkrigsårenes mange vanskeligheder har man ikke altid kunnet klare dette store forsøgsarbejde, men har måttet udskyde forsøgs-mæssig gødsning og høst i flere afgrøder. Ved den følgende gennemgang af forsøgsresultaterne er der for hver planteart kun gjort rede for de høstede forsøg, medens de øvrige afgrøders art og udbytte ikke er omtalt.

På denne lette jordbund har afgrødernes vækst ofte været hemmet af tørke, og udbyttet er flere år blevet ret lavt, men for fuldstændighedens skyld er alle høstede forsøg taget med i følgende beregninger.

2. Forsøg med mangan.

Der foreligger forsøgsresultater fra 14 forsøg i havre, 4 i rug, 4 i blandsæd (eller byg) og 5 i kløvergræs.

H a v r e. Udbyttet af kærne i de enkelte forsøg fremgår af tabel 1, der også omfatter gennemsnitsudbyttet af halm samt kærneprocenten i gennemsnit af de 14 forsøg.

Virkningen af såvel kalkning som af mangantilførsel har været ringe, hvilket også fremgår af omstående sammendrag:

	Udbytte i hkg kærne pr. ha					
	Kalk 1939 ..	2000	4000	8000	16000	gens.virkning af mangan
0 kg mangansulfat	Rt 1942	4.8	5.0	5.5	6.3	
0 kg mangansulfat		27.7	27.0	26.4	23.3	26.1
25 » »		27.8	27.3	26.4	25.0	26.6
50 » »		27.6	27.2	26.3	25.0	26.5
Gens.virkn. af kalk.....		27.7	27.2	26.4	24.4	

En statistisk undersøgelse — variansanalyse — af talmaterialet viser, at der ikke er nogen sikker virkning af mangansulfat, når man tager udbyttetallets store variation fra år til år i betragtning. Ovenstående gennemsnitstal viser da også, at ved de tre mindste kalkmængder er der intet udslag for mangan. Kun ved største kalkmængde giver mangantilførsel et lille merudbytte i gennemsnit af 14 forsøg, men også her er resultaterne af enkeltforsøgene meget varierende — tabel 1.

Tabel 1. Forsøg med mangan til havre.

kg. kalk 1939	2000			4000			8000			16000		
	0	25	50	0	25	50	0	25	50	0	25	50
kg mangansulf.												
Kærne, hkg pr. ha.												
1941.....	21.1	21.9	20.5	19.0	19.9	19.1	18.1	19.4	19.1	17.6	17.1	16.7
1942.....	20.6	20.4	19.2	18.9	18.0	18.7	19.1	20.2	20.5	20.9	19.7	20.2
1944.....	26.9	25.9	26.4	25.1	24.6	25.4	25.4	25.6	27.1	22.7	25.9	26.2
1944.....	25.9	26.2	26.0	25.1	25.6	26.4	25.8	25.8	26.2	24.3	24.0	24.9
1945.....	29.1	29.7	27.4	26.7	26.9	27.3	28.2	28.6	30.0	28.8	28.0	29.9
1945.....	33.6	32.1	32.9	32.2	32.9	32.3	30.2	32.4	32.3	31.5	33.7	32.7
1946.....	31.0	31.8	32.0	31.9	31.8	31.7	31.6	30.9	29.4	26.4	26.4	28.6
1946.....	34.3	35.1	33.7	36.3	35.3	34.8	33.2	34.1	34.0	33.8	34.0	33.6
1947.....	23.4	23.1	23.3	22.6	21.3	21.2	20.6	21.7	20.9	14.7	17.1	17.3
1947.....	22.6	23.3	24.1	23.7	24.4	22.0	22.3	18.9	19.0	17.3	16.7	17.2
1948.....	27.3	24.7	25.2	26.9	27.8	29.6	26.6	28.3	27.8	17.8	26.4	25.2
1948.....	29.4	29.2	28.4	28.9	30.8	31.4	29.3	27.0	26.1	23.9	29.8	27.6
1949.....	31.7	33.1	32.2	31.3	32.8	33.2	31.1	27.6	27.7	25.3	26.3	27.3
1949.....	31.0	32.2	34.6	29.7	29.8	27.8	28.2	28.6	28.1	21.1	24.4	21.8
Gens.....	27.7	27.8	27.6	27.0	27.3	27.2	26.4	26.4	26.3	23.3	25.0	25.0
Halm, hkg pr. ha.												
Gens.....	35.9	36.4	36.1	35.4	35.1	33.9	34.4	32.8	32.9	32.0	31.9	32.7
Kærne i pct. af hele afgrøden.												
Gens.....	43.6	43.3	43.3	43.3	43.8	44.5	43.4	44.6	44.4	42.1	43.9	43.3

Kalkningen har derimod givet en meget sikker virkning på udbyttet af havre, idet dette falder med stigende kalkmængder. Dette er i god overensstemmelse med tidligere kalkforsøg på hede-

jord (1), der viste, at det optimale reaktionstal til havre var omkring Rt 5,0.

I 1942 blev der bestemt mangantal (T_{Mn} og q) i 2 af manganforsøgene med følgende resultat for de ikke-mangangødede led:

	Rt	T_{Mn}	q
2 tons kalk 1939.....	4.8	5.6	1.0
4 » » »	5.0	5.1	1.0
8 » » »	5.5	4.8	1.7
16 » » »	6.3	3.7	2.9

Da manganmangel — lyspletsyge — i reglen kun optræder på jorder med T_{Mn} under 2 (5), er foranstående tal en forklaring på, hvorfor mangantilførsel ikke giver merudbytte eller kun har givet det ved største kalkmængde og da hyppigst i forsøgets sidste år.

Tabel 2. Forsøg med mangan til rug.

kg kalk 1939	2000			4000			8000			16000		
	0	25	50	0	25	50	0	25	50	0	25	50
kg mangansulf.												
Kærne, hkg pr. ha.												
1946.....	25.7	25.9	25.8	25.2	26.6	26.7	29.0	28.1	29.0	26.0	27.7	24.2
1947.....	25.2	26.7	25.3	30.2	30.3	30.9	30.4	30.4	27.1	30.7	30.3	30.7
1948.....	26.9	21.9	21.8	25.0	26.2	27.4	33.7	34.6	37.0	37.8	37.6	36.7
1949.....	19.8	20.7	21.3	22.4	19.6	20.1	22.3	24.7	25.7	26.0	26.2	26.3
Gens.....	24.4	23.8	23.4	25.7	25.7	26.3	28.9	29.5	29.7	30.1	30.5	29.5
Halm, hkg pr. ha.												
Gens.....	41.9	39.1	39.9	42.2	42.0	45.5	47.7	47.4	50.3	49.3	49.2	47.0
Kærne i pct. af hele afgrøden.												
Gens.....	36.8	37.8	37.0	37.8	38.0	36.6	37.7	38.4	37.1	37.9	38.3	38.6

Rug. I tabel 2 er opført udbyttet af kærne i de enkelte år samt halmudbytte og kærneprocent i gennemsnit af de fire forsøg. Udbyttet af kærne fremgår også af følgende gennemsnitstal:

	Udbytte i hkg kærne pr. ha					gens.virkning af mangan
	Kalk 1939... Rt 1942.....	2000	4000	8000	16000	
0 kg mangansulfat.....		24.4	25.7	28.9	30.1	27.3
25 » »		23.8	25.7	29.5	30.5	27.4
50 » »		23.4	26.3	29.7	29.5	27.2
Gens.virkn. af kalk.....		23.9	25.9	29.4	30.0	

I gennemsnit af de 4 kalkmængder er der ingen virkning af mangantilførselen, men alligevel har mangansulfat tilsyneladende givet en lille negativ virkning ved mindste kalkmængde (2000 kg kalk) og en noget varierende, positiv virkning ved stærkere kalkning. Ingen af disse virkninger er dog statistisk sikre.

Tabel 3. Forsøg med mangan til blandsæd eller byg.

kg kalk 1939	2000			4000			8000			16000		
	0	25	50	0	25	50	0	25	50	0	25	50
kg manganslf.												
Kærne, hkg pr. ha.												
1941.....	9.2	8.6	8.8	10.8	10.3	9.0	9.9	8.0	9.0	8.4	7.7	7.1
1942*.....	10.0	10.3	8.5	10.0	10.9	10.4	13.1	12.3	12.9	14.9	14.8	14.9
1943.....	19.6	20.5	19.8	20.4	21.0	20.6	21.1	21.3	21.6	23.7	23.6	25.6
1943.....	13.7	14.2	15.1	14.5	15.3	15.9	15.9	16.7	16.5	15.5	15.7	14.2
Gens.....	13.1	13.4	13.0	13.9	14.5	14.0	15.0	14.6	15.0	15.6	15.3	15.5
Halm, hkg pr. ha.												
Gens.....	21.4	20.5	21.1	22.1	21.7	23.4	24.3	23.7	24.4	24.6	24.2	24.8
Kærne i pct. af hele afgrøden.												
Gens.....	38.0	39.5	38.1	38.6	40.1	37.4	38.2	38.1	38.1	38.8	39.0	38.5

* Byg.

Kalkningen medfører stigende udbytte helt til største kalkmængde, svarende til, at der i tidligere forsøg har været optimalt udbytte af rug ved Rt 5,5—6,5 på hedejorder og lette sandjorder (3).

Blandsæd. I tabel 3 er samlet resultaterne af tre forsøg i blandsæd (vårrug, havre og byg) og et forsøg i byg. Ud-

Tabel 4. Forsøg med mangan til kløvergræs.

kg kalk 1939	2000			4000			8000			16000		
	0	25	50	0	25	50	0	25	50	0	25	50
kg manganslf.												
Hø, hkg pr. ha.												
1942.....	12.5	12.9	12.5	16.9	15.8	20.4	21.4	24.1	26.8	32.5	33.2	30.9
1943*).....	31.9	32.6	28.1	37.9	33.3	43.4	44.6	43.1	44.0	51.6	54.5	47.2
1945.....	26.0	24.7	21.0	38.7	41.1	45.2	44.6	43.7	43.5	42.8	44.6	42.8
1946.....	39.3	24.4	19.6	39.1	38.8	39.1	45.2	43.6	43.9	51.2	55.6	55.6
1949.....	46.6	30.8	27.8	50.6	61.2	61.4	65.1	64.4	67.6	67.4	71.3	67.8
Gens.....	31.3	25.1	21.8	36.6	38.1	41.9	44.2	43.8	45.2	49.1	51.8	48.9
Grønt, hkg pr. ha.												
Gens.....	99	79	67	135	141	150	169	168	169	180	191	183

* 2. brugsår.

byttet er lavt i de tre af forsøgene p. g. af tørke m. v. Mangantilførsel har ikke givet noget sikkert merudbytte, medens udbyttet stiger ved kalkning, helt til største kalkmængde — Rt 6,3.

Kløvergræs. Udbyttet af hø i de fem enkeltforsøg og det gennemsnitlige udbytte af grønt er opført i tabel 4.

Følgende sammendrag viser en meget varierende virkning af mangantilskud (givet til sædskiftets kornmarker), idet dette har nedsat udbyttet af hø ved mindste kalkmængde, forøget udbyttet på 4000 kg kalk, men været nærmest uden virkning ved højere reaktionstal.

	Udbytte i hkg hø pr. ha					gens.virkning af mangan
	Kalk 1939 ..	2000	4000	8000	16000	
Rt 1942	4.8		5.0	5.5	6.3	
0 kg mangansulfat	31.3		36.6	44.2	49.1	40.3
25 » »	25.1		38.1	43.8	51.8	39.7
50 » »	21.8		41.9	45.2	48.9	39.5
Gens.virkn. af kalk	26.1		38.9	44.4	49.9	

Kalkningen har øget udbyttet helt til største kalkmængde, og botaniske analyser af afgrøderne viser, at kalktilførselen også har medført højere kløverindhold i de høstede afgrøder.

3. Forsøg med kobber.

Der er foretaget forsøgsmæssig høstning af samme afgrøder som i manganforsøgene.

Havre. Udbyttet af kærne i de 14 enkelte forsøg er sammen med det gennemsnitlige halmudbytte opført i tabel 5. Endvidere er de gennemsnitlige udbyttetal for kærne vist i nedenstående oversigt.

	Udbytte i hkg kærne pr. ha					gens.virkning af blåsten
	Kalk 1939 ..	2000	4000	8000	16000	
Rt 1942	4.8		5.0	5.5	6.3	
0 kg blåsten	28.6		28.4	26.7	20.3	26.1
25 » »	28.8		28.8	27.6	25.0	27.5
50 » »	28.9		28.4	27.2	26.0	27.6
Gens.virkn. af kalk	28.8		28.6	27.3	23.9	

Tabel 5. Forsøg med kobber til havre.

kg kalk 1939	2000			4000			8000			16000		
kg blåsten	0	25	50	0	25	50	0	25	50	0	25	50
Kærne, hkg pr. ha.												
1941.....	22.2	23.0	21.8	21.3	21.0	20.6	21.5	22.3	22.9	19.3	18.3	19.6
1942.....	19.3	19.0	19.4	20.0	20.0	19.8	19.9	19.6	19.9	20.0	19.2	19.7
1944.....	27.6	25.7	26.1	25.4	26.3	25.7	23.9	25.3	26.1	16.6	25.1	25.8
1944.....	22.4	22.7	22.3	23.4	22.9	23.0	22.2	22.6	22.4	18.4	19.7	22.3
1945.....	25.3	26.3	27.6	27.7	28.0	27.7	27.3	27.4	26.8	23.1	25.1	26.4
1945.....	32.3	33.7	34.4	33.3	34.1	33.9	31.9	34.7	33.8	26.1	33.2	33.2
1946.....	34.9	33.1	33.2	32.8	33.7	32.2	28.0	33.8	35.4	15.8	30.3	31.4
1946.....	37.3	38.3	38.1	38.2	40.3	38.3	35.4	38.3	38.8	28.0	37.0	38.1
1947.....	22.9	27.6	25.9	23.3	22.2	22.2	19.6	21.3	22.2	13.6	16.3	19.6
1947.....	24.1	23.3	25.7	23.2	25.4	23.8	23.3	21.2	20.2	17.1	17.2	16.8
1948.....	28.2	27.8	28.3	28.6	27.7	28.7	28.0	28.3	27.1	21.7	23.2	25.0
1948.....	35.4	35.0	32.1	34.7	35.3	35.3	32.1	32.6	30.8	34.6	31.2	30.7
1949.....	34.7	33.3	32.0	33.6	32.4	32.7	32.1	30.3	28.8	28.0	29.1	29.0
1949.....	32.3	34.0	36.8	32.7	32.8	33.3	29.8	28.6	26.1	18.7	25.0	25.9
Gens.....	28.6	28.8	28.9	28.4	28.3	28.4	26.7	27.6	27.2	20.8	25.0	26.0
Halm hkg pr. ha.												
Gens.....	35.9	36.1	36.6	35.4	35.9	35.3	34.5	32.8	32.6	30.6	31.3	31.6
Kærne i pct. af hele afgrøden.												
Gens.....	44.3	44.4	44.1	44.5	44.5	44.6	43.6	45.7	45.5	40.5	44.4	45.1

Ved tilførsel af 2000 og 4000 kg kalk er der ingen virkning af blåsten, medens der på den stærkest kalkede jord med Rt 6,3 er stort merudbytte for at give 25 og 50 kg blåsten pr. ha.

Ligesom i manganforsøgene har kalkningen nedsat udbyttet, og dette er især fremtrædende, hvor der ikke gives blåsten. Både virkningen af kalk og blåsten samt vekselvirkningen derimellem er statistisk sikre.

I den nederste linie i tabel 5 ses det, at 8000 og 16000 kg kalk uden blåsten har nedsat kærneprocenten, men at blåstentilførsel bringer den op på normal størrelse igen.

R u g. Tabel 6 omfatter resultaterne af fire forsøg i rug, og det gennemsnitlige udbytte af kærne ses af følgende oversigt:

	Udbytte i hkg kærne pr. ha					
	Kalk 1939...	2000	4000	8000	16000	gens.virkning
	Rt 1942.....	4.8	5.0	5.5	6.3	af blåsten
0 kg blåsten.....		26.7	26.6	29.8	29.2	28.1
25 » »		23.9	26.1	29.9	31.9	28.0
50 » »		22.3	27.3	31.4	31.0	28.1
Gens.virkn. af kalk.....		24.5	26.6	30.4	30.7	

Tabel 6. Forsøg med kobber til rug.

kg kalk 1939	2000			4000			8000			16000		
kg blåsten	0	25	50	0	25	50	0	25	50	0	25	50
Kærne, hkg pr. ha.												
1946	28.6	26.3	25.7	26.3	27.6	27.4	29.3	29.2	30.1	27.4	26.9	26.4
1947	30.0	27.0	23.7	32.1	31.9	30.9	32.3	31.2	33.2	33.4	35.0	32.6
1948	25.3	22.2	20.6	24.9	24.1	28.6	35.0	35.7	39.0	33.0	38.8	38.9
1949	22.9	20.1	21.0	23.0	20.7	22.4	22.4	23.3	23.3	23.0	27.0	25.9
Gens.	26.7	23.9	22.8	26.6	26.1	27.3	29.6	29.9	31.4	29.2	31.9	31.0
Halm, hkg pr. ha.												
Gens.	45.7	41.1	39.7	44.0	44.9	46.0	50.0	48.4	51.6	50.1	51.8	51.3
Kærne i pct. af hele afgrøden.												
Gens.	36.9	36.8	36.5	37.7	36.3	37.2	37.3	38.2	37.8	36.8	38.1	37.7

På jord kalket med 2000 kg kalk pr. ha — Rt 4,8 — har tilførsel af blåsten givet en tydelig skadevirkning, medens der er noget merudbytte for kobber i de stærkest kalkede forsøgsled.

Kalkningen medfører udbyttestigning op til højeste kalkmængde, og dette er især fremtrædende, hvor der er givet blåsten.

Det bemærkes, at der her er opnået højest udbytte ved at kalke stærkt og give mikronæringsstoffer, idet led b—c har fået både mangan, kobber og bor.

Tabel 7. Forsøg med kobber til blandsæd eller byg.

kg kalk 1939	2000			4000			8000			16000		
kg blåsten	0	25	50	0	25	50	0	25	50	0	25	50
Kærne, hkg pr. ha.												
1941	7.6	7.7	7.7	8.2	9.2	8.4	8.6	9.0	8.5	8.1	8.1	8.8
1942*	10.7	9.6	9.3	10.3	11.4	12.3	12.3	14.0	15.7	11.0	16.6	18.5
1943	18.5	19.7	19.6	20.4	21.3	21.0	21.1	21.6	22.9	21.0	23.5	23.5
1943	14.1	13.6	13.7	13.7	14.5	14.6	15.7	15.4	16.4	14.3	16.3	17.3
Gens.	12.7	12.7	12.6	13.2	14.1	14.1	14.4	15.0	15.9	13.6	16.1	17.0
Halm, hkg pr. ha.												
Gens.	20.7	21.0	20.9	21.0	22.3	21.8	23.2	22.5	23.6	23.4	24.0	24.2
Kærne i pct. af hele afgrøden.												
Gens.	38.0	37.7	37.6	38.6	38.7	39.3	38.3	40.0	40.3	36.8	40.1	41.3

* Byg.

Blandsæd eller byg. Af tabel 7 fremgår det, at udbyttet — ligesom i manganforsøgene — har været lavt i flere

år, og at kalkning har givet udbyttestigning op til højeste kalkmængde. Tilførsel af blåsten har givet tydelig positiv virkning i kærneudbyttet, undtagen ved mindste kalkmængde.

Kl ø v e r g r æ s. (Tabel 8). Udbyttet af hø har her været:

	Udbytte i hkg hø pr. ha					
	Kalk 1939 ..	2000	4000	8000	16000	gens.virkning af blåsten
Rt 1942	4.8	5.0	5.5	6.3		
0 kg blåsten.....	28.8	35.0	45.9	44.7		38.6
25 » »	24.1	39.4	48.0	46.9		39.6
50 » »	23.4	45.1	48.3	48.7		41.4
Gens.virkn. af kalk.....	25.4	39.8	47.4	46.8		

Udbyttet stiger med tiltagende kalkning indtil Rt ca. 6. Anvendelsen af 25 og 50 kg blåsten pr. ha har givet udbyttestigning undtagen ved mindste kalkmængde, hvor disse tilskud har nedsat udbyttet.

Tabel 8. Forsøg med kobber til kløvergræs.

kg kalk 1939	2000			4000			8000			16000		
	0	25	50	0	25	50	0	25	50	0	25	50
Hø, hkg pr. ha.												
1942.....	10.7	11.1	14.0	18.2	17.9	27.2	28.8	31.9	38.2	31.4	36.6	37.8
1943*	29.5	31.9	38.9	40.0	34.4	48.4	44.9	51.2	49.5	45.2	46.8	49.6
1945.....	23.7	21.2	23.9	33.7	41.6	44.9	43.9	44.4	43.9	40.8	39.8	40.8
1946.....	36.2	27.3	15.8	37.6	37.8	44.7	48.4	49.8	49.1	44.0	47.6	50.2
1949.....	44.1	28.8	24.2	45.4	56.1	60.4	63.4	62.7	62.7	61.9	63.8	65.1
Gens.....	28.8	24.1	23.4	35.0	39.4	45.1	45.9	48.0	48.3	44.7	46.9	48.7
Grønt, hkg pr. ha.												
Gens.....	96	79	73	127	141	163	170	177	177	164	174	181

* 2. brugsår.

4. Forsøg med bor.

Den forsøgmæssige høstning omfatter 7 kartoffel- og 5 kålroeafgrøder samt et forsøg i gulerødder. Der er tilført forsøgs-gødning — henholdsvis 0, 15 og 30 kg boraks pr. ha — til disse rodfrugtafgrøder, men ikke til de mellemliggende korn- og kløverafgrøder.

Kålrøer. Udbyttet af tørstof i de enkelte år samt det gennemsnitlige udbytte af rod og top fremgår af tabel 9, der

endvidere omfatter det gennemsnitlige tørstofindhold i rod. Udbyttet er ret lavt, antagelig på grund af nogen svag gødskning — ingen staldgødning og kun 300—500 kg kalksalpeter samt 200—300 kg kaligødning pr. ha.

Virkingen af såvel kalk som boraks har været ringe, således som det ses af følgende sammendrag:

	Udbytte i hkg tørstof pr. ha					gens. virkning af boraks
	Kalk 1939 ..	2000	4000	8000	16000	
Rt 1942	4.8	5.0	5.5	6.3		
0 kg boraks	39.3	41.1	43.4	43.9	41.9	
15 » »	38.0	40.1	42.5	43.2	40.9	
30 » »	37.4	42.2	44.5	43.6	41.9	
Gens.virkn. af kalk.....	38.2	41.1	43.4	43.6		

I gennemsnit stiger udbyttet med stigende kalkmængde, men dette er ikke tilfældet i de enkelte år, idet der i 1948—49 er høstet størst udbytte ved 4000 kg kalk pr. ha. I lighed med forsøgene på sandjord ved Lundgaard, Borris og Tylstrup forskydes det optimale reaktionstal nedad i årene efter kalkningen.

Tabel 9. Forsøg med boraks til kålroer.

kg kalk 1939	2000			4000			8000			16000		
	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30
Tørstof i roer, hkg pr. ha.												
1942.....	17.1	13.1	13.9	20.3	20.9	20.7	22.6	20.3	19.8	24.6	22.3	24.1
1946.....	55.0	53.8	54.6	57.6	55.4	65.2	68.3	69.9	72.7	70.1	70.4	73.6
1947.....	39.1	42.4	38.9	40.2	38.6	39.8	42.9	40.9	44.1	45.8	45.1	46.3
1948.....	35.8	34.7	34.8	41.2	36.7	38.4	38.2	35.2	39.3	33.5	32.4	33.5
1949.....	49.6	45.8	44.6	46.3	48.7	47.0	45.1	46.1	46.8	45.7	45.7	40.7
Gens.....	39.3	38.0	37.4	41.1	40.1	42.2	43.4	42.5	44.5	43.9	43.2	43.6
Roer, hkg pr. ha.												
Gens.....	329	316	313	347	340	350	361	358	368	362	354	358
Top, hkg pr. ha.												
Gens.....	30	30	30	31	34	35	38	35	40	39	37	40
pct. tørstof i roer.												
Gens.....	11.9	12.0	11.9	11.8	11.8	12.0	12.0	11.9	12.1	12.1	12.2	12.2

Virkingen af borakstilførselen er i gennemsnit lille og uensartet fra år til år, så en variansanalyse på talmaterialet viser, at der reelt ikke er nogen virkning, hverken i gennemsnit eller på de enkelte kalktrin.

Kun i 1949 er der optalt marmorerede roer i forsøget, og der blev da fundet 1—4 pct., flest i de svagest kalkede led, medens tilførsel af boraks ikke påvirkede antallet — altså helt modsat de almindelige erfaringer.

Udbyttet af top og tørstofprocenten i roer synes også kun påvirket af kalkningen.

K a r t o f l e r. Udbyttet af knolde i de 7 år samt det gennemsnitlige tørstofudbytte i de 4 første forsøgsår (ingen tørstofanalyser i 1946-47-48) er opført i tabel 10. Udbyttet har været ret godt, men uden store udslag for kalk eller boraks, således som det fremgår af følgende sammendrag:

	Udbytte i hkg knolde pr. ha					gens. virkning af boraks
	Kalk 1939 ..	2000	4000	8000	16000	
Rt 1942	4.8	5.0	5.5	6.3		
0 boraks.....	190	190	194	198	193	
15 »	187	186	192	195	190	
30 »	184	191	193	194	190	
Gens.virkn. af kalk.....	187	189	193	195		

Udbyttet stiger med tiltagende kalkning, fra Rt 4,8 til 6,3, men der er ret stor variation i kalkvirkningen fra år til år. Boraks giver — især på den mindste kalkmængde — en negativ virkning, men så varierende fra år til år, at den ikke er sikker.

Tabel 10. Forsøg med boraks til kartofler.

kg kalk 1939	2000			4000			8000			16000		
	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30
kg boraks												
Knolde, hkg pr. ha.												
1941.....	250	250	234	248	263	255	258	261	258	272	270	266
1942.....	166	167	160	147	151	150	150	156	160	168	165	177
1943.....	128	133	118	123	114	119	120	122	122	135	132	141
1943.....	106	98	98	123	103	105	118	113	117	132	107	99
1946.....	263	235	246	239	242	264	254	246	235	218	231	231
1947.....	172	166	170	179	164	172	164	159	167	166	157	146
1948.....	247	258	261	271	267	271	293	286	292	295	302	295
Gens.....	190	187	184	190	186	191	194	192	193	198	195	194
Tørstof i knolde, hkg pr. ha.												
1941—43....	36.6	36.9	34.4	35.8	35.4	35.7	36.3	36.9	36.8	40.1	38.5	39.0
pct. tørstof i knolde.												
1941—43....	22.5	22.8	22.5	22.3	22.4	22.7	22.4	22.6	22.4	22.7	22.8	22.8

Gulerødder (kun 1941). Udbyttet af tørstof i rod, fremgår af følgende oversigt:

	Kalk 1939 ..	2000	Udbytte i hkg tørstof pr. ha				gens.virkning af boraks
			4000	8000	16000		
Rt 1942		4.8	5.0	5.5	6.3		
0 boraks.....		17.4	22.8	23.9	25.3	22.4	
15 »		15.8	19.5	21.2	27.4	21.0	
30 »		13.9	16.8	23.8	32.8	21.8	
Gens.virkn. af kalk.....		15.7	19.7	23.0	28.5		

Kalkningen har givet stort merudbytte, og boraks har øget udbyttet ved største kalkmængde, men haft negativ virkning ved lavere reaktionstal — Rt 4,8—5,0. Det må dog bemærkes, at der her kun er tale om et enkelt års resultater.

5. Oversigt over forsøgsresultaterne.

På et i 1937 opdyrket hedecareal (diluvialsandjord med lerblandet sand i undergrunden) er der i 1939 anlagt et kalkforsøg med 4 kalkmængder — henholdsvis 2, 4, 8 og 16 tons pulveriseret jordbrugskalk pr. ha —, der i 1942 havde givet jorden følgende reaktionstal: 4,8, 5,0, 5,5 og 6,3.

Fra 1941 er dette kalkforsøg kombineret med forsøg med mikronæringsstoffer, idet der i et forsøg er prøvet tilskud af mangansulfat (henholdsvis 0, 25 og 50 kg pr. ha) til korn, i et andet samme mængder blåsten (kobbersulfat) og i et tredje forsøg boraks med henholdsvis 0, 15 og 30 kg pr. ha til rodfrugt. I hvert af forsøgene er der grundgødet med de to andre stoffer, således at led b i alle tre forsøg er gødet med 25 kg mangansulfat og 25 kg blåsten pr. ha til korn samt med 15 kg boraks til rodfrugt.

Forsøgene er udført i 6 marker, der dyrkedes i et 6-årigt sædskifte, men kun en del af afgrøderne i 1941—49 er høstet forsøgsmæssigt.

Virkingen af kalk med tilskud af alle tre mikronæringsstoffer (led b) ses af følgende sammendrag:

		Udbytte i hkg pr. ha				
		Kalk i 1939	2000	4000	8000	16000 kg pr. ha
		Rt 1942	4.8	5.0	5.5	6.3
Havre,	kærne	manganforsøg	27.8	27.3	26.4	25.0
»	»	kobberforsøg	28.8	28.8	27.6	25.0
Rug	»	manganforsøg	23.8	25.7	29.5	30.5
»	»	kobberforsøg	23.9	26.1	29.9	31.9
Blandsæd	»	manganforsøg	13.4	14.5	14.6	15.5
»	»	kobberforsøg	12.7	14.1	15.0	16.1
Kløvergræs, hø	»	manganforsøg	25.1	38.1	43.8	51.8
»	»	kobberforsøg	24.1	39.4	48.0	46.9
Kålroer, tørstof	»	borforsøg	38.0	40.1	42.5	43.2
Kartoff.knolde	»	187	186	192	195

Med undtagelse af havre, der giver højest udbytte ved lavest reaktionstal, har alle afgrøder størst udbytte ved den største kalktilførsel (kløvergræs i kobberforsøget udviser dog en lille nedgang fra næststørste til største kalkmængde). En jord som denne bør derfor antagelig kalkes til Rt 6,0—6,4 og udbytte-nedgangen i havre imødegås med mikronæringsstoffer — kobber og mangan.

Om virkningen af de tre prøvede mikronæringsstoffer og deres vekselvirkning til kalk kan i korthed siges følgende:

Mangan giver kun meget ringe virkning. I havre øger tilskud af mangansulfat udbyttet lidt ved største kalkmængde. Til kløvergræs giver dette tilskud negativ virkning ved laveste kalkmængde. I 1942 var mangantallet i jorden, T_{Mn} , mellem 5,6 og 3,7, aftagende med tiltagende kalkmængde. Da der i reglen kun optræder manganmangel på jorder med T_{Mn} under 2, er det forståeligt, at mangansulfat ikke har givet noget merudbytte.

Kobber giver noget større virkning, idet tilførsel af blåsten forøger udbyttet af havre, rug, blandsæd og kløvergræs på jord kalket med 8000 og 16000 kg kalk pr. ha — Rt 5,5 og 6,3. Derimod nedsætter blåsten udbyttet af rug og kløvergræs på den svagest kalkede jord — Rt 4,8.

Bor har ikke givet nogen sikker virkning i kålroer og kartofler. Kun i et enkelt forsøg i gulerødder 1941 er der en tydelig virkning af boraks — negativ ved lavt reaktionstal og positiv ved højere Rt.

SUMMARY

Experiments with lime and micro-nutrients on a newly reclaimed heath soil at Hornum (Jutland).

A liming experiment was started in 1939 on an area of heath soil (diluvial sand on a subsoil of loamy sand), reclaimed two years previously. Ground agricultural lime was applied in amounts of 2 - 4 - 8 - 16 tons per hectare, that in 1942 had imparted pH-values of 4.8 - 5.0 - 5.5 - 6.3, respectively, to the soil.

Tests with micro-nutrients were included in the experiment from 1941. In one experimental section additional dressings of manganous sulphate, 0 - 25 - 50 kg/hectare, were given to cereals, in another the same amounts of copper sulphate, and in a third borax, 0 - 15 - 30 kg/hectare, to root crops. The micro-nutrients not being tested were applied as basal dressings of 25 kg manganous sulphate, 25 kg copper sulphate, and 15 kg borax, all per hectare and in addition to basal dressings with nitrogenous, phosphatic and potassic fertilizers.

The experiments were conducted in six fields under a rotation of rye, clover, oats, swedes, oats, and potatoes. Only part of the crops during 1941—49 were harvested experimentally.

When applied together with the three micro-nutrients, liming to maximum dose (pH 6.3) increased the yield of all crops except oats. It may be assumed that a soil like the present should be limed to pH 6.0—6.4 and the decrease in yield of oats counteracted by application of the micro-nutrients copper and manganese.

The effect of the three micro-nutrients tested and their interaction with lime may briefly be described as follows:

Manganese shows very little effect. Application of manganous sulphate results in a small increase in yield of oats at maximum lime dressing, but decreases the yield of clover + grass at minimum lime dressing. The manganese content of the soil in 1942 varied from 3.7 to 5.6 p.p.m., decreasing with increasing dose of lime. Since manganese deficiency as a rule only appears in soils containing less than 2 p.p.m. of manganese, it is not surprising that manganous sulphate has failed to produce an excess yield.

Copper shows a somewhat greater effect. Application of copper sulphate increases the yield of oats, rye, mixed oats and barley, and clover + grass, on soil limed with 8 and 16 tons/hectare to pH 5.5 and 6.3, respectively, but decreases the yield of rye and clover + grass on the soil receiving the smallest lime dressing (2 tons/hectare, pH 4.8).

Boron had no definite effect in swedes and potatoes. Only a single experiment in carrots 1941 showed a clear-cut effect of borax — negative at low but positive at high pH.

LITTERATURFORTEGNELSE

1. *Davidsen, Bendt*: Foreløbig Beretning om Forsøg med Sammenligning af Raakalk, pulveriseret Kalk og Mergel ved Opdyrkning af Hede. 1932.
2. *Thøgersen, Fridlev & Jensen, H. Land*: Beretning om Forsøg med Jordbundsreaktioner. 1937.
3. *Dorph-Petersen, K.*: Forsøg med stigende Mængder Kalk og Mergel. 400. bert., Tidsskr. f. Planteavl 51, 1947, 1—113.
4. *Kofoed, A. Dam & Olesen, Johs.*: Forsøg med Kalkmidler. Beretning om Fællesforsøg i Landbo- og Husmandsforeningerne 1949, 50, 51, 52 og 53.
5. *Steenbjerg, F.*: Undersøgelser over Manganindholdet i dansk Jord. I. Det ombyttelige Mangan. 268. bert., Tidsskr. f. Planteavl 39, 1933, 401—436.
6. — Undersøgelser over Manganindholdet i dansk Jord. III. Om Forholdet mellem Planternes Vækst og Jordens ombyttelige Manganmængde. 285. bert., Tidsskr. f. Planteavl 40, 1935, 797—824.
7. — Kobber i Jord og Kulturplanter. Med særligt Henblik på Gulspidsyge. Tidsskr. f. Planteavl 45, 1940, 259—363.
8. *Gram, Ernst*: Bormangel og nogle andre Mangelsygdomme. 294. bert., Tidsskr. f. Planteavl 41, 1936, 401—449.