

Mangan, Kobber og Bor i Staldgødning, Ajle og Handelsgødning.

Af F. Steenbjerg.

331. Beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Nærværende Afhandling redegør for Undersøgelser over Indholdet af Mangan, Kobber og Bor i Staldgødning, Ajle og Handelsgødning. Analysearbejdet udførtes i Aarene 1938 og 1939 med Bistand af Assistent, Landbrugskandidat Fru *Else Boken*.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Indledning.

De fleste Undersøgelser over Mikronæringsstofferne Betydning for Planterne Stofproduktion har hidtil i Hovedsagen beskæftiget sig med Jordens og Planterne Indhold af disse Grundstoffer. Det er imidlertid indlysende, at en indgaaende Behandling af Problemet ogsaa kræver Kendskab til de forskellige Gødningers Indhold af Mikronæringsstoffer. Saadanne Undersøgelser, der hidtil kun har omfattet Mangan, Kobber og Bor, er i de senere Aar foretaget ved Statens Planlevs-Laboratoriums jordbundskemiske Afdeling. Undersøgelserne vil, hvis det skønnes nødvendigt, efterhaanden blive udvidet til ogsaa at omfatte andre Mikronæringsstoffer.

1. Gødningernes Indhold af Mangan, Kobber og Bor.

De ved Mangan- og Kobberanalyserne anvendte Metoder er udførligt beskrevet i tidligere Arbejder (1)¹⁾, (2). Den ved Boranalysen anvendte Metodik vil blive beskrevet i Tilknyt-

¹⁾ Tallene i Parentes henviser til Litteraturfortegnelsen Side 387.

ning til et senere Arbejde. Det skal dog nævnes, at Boranalysen udførtes i Henhold til de af *Schulek* og *Vastagh* (3) anførte Retningslinjer under Hensyntagen til, at det her drejede sig om en Bestemmelse af organiske Stoffers Borindhold.

Analyserne for Mangan, Kobber og Bor i Staldgødning og Ajle omfatter Gødningernes totale Indhold af de nævnte Grundstoffer. For Handelsgødningernes Vedkommende er Analyserne dels udført i en Ekstrakt fremstillet ved Behandling af Gødningen i 1 Time med kogende 20 pCt. Saltsyre eller med koncentreret Salpetersyre, dels — og det gælder udelukkende de fra Udlandet foreliggende, særlig de her refererede tyske og amerikanske Analyser — er de udført spektralanalytisk paa den Maade, at Gødningerne er bragt til at fordampe i en elektrisk Lysbue.

Alle Staldgødningsprøverne og de fleste Ajleprøver blev, tillige med de i Tabellerne 1, 2 og 3 anførte Analyser, overladt den jordbundskemiske Afdeling af *Frode Hansen*, Askov Forsøgsstations kemiske Laboratorium. En mindre Del af Ajleprøverne blev udtaget af de Prøver, der indsendes til Statens Planteavlslaboratorium til Analyse. Alle Staldgødnings- og Ajleprøverne blev udtaget i almindelig Mødding og Ajlebehol-

Tabel 1. Staldgødningens procentiske Sammensætning.

Prøvens Oprindelse	Tørstof	Ren- aske	Sand	Ammono- niak- kvælst. (NH ₃)	Total- kvælstof (N)	Fosfor (P)	Kalium (K)
Askov	21.3	—	—	0.14	0.52	0.16	—
Askov	25.4	—	—	0.15	0.56	0.15	—
Frederikshøj	25.7	2.0	10.5	0.20	0.75	0.22	0.32
Højer	24.8	1.9	10.4	0.08	0.44	0.14	0.42
Lundgaard	25.8	2.7	12.5	0.15	0.65	0.21	0.39
Lundgaard	23.9	—	—	0.13	0.57	0.15	0.35
No	32.2	2.2	17.2	0.13	0.55	0.17	0.42
Studsgaard	27.8	2.4	11.2	0.15	0.55	0.15	0.43
Blangsted	22.4	2.8	5.9	0.09	0.41	0.13	0.50
Jullerup	27.7	3.7	10.6	0.12	0.51	0.12	0.42
Fogedgaarden	18.4	2.2	5.0	0.14	0.48	0.12	0.40
Nykøbing S.	24.8	3.2	8.6	0.18	0.60	0.22	0.54
Tystofte ¹⁾	29.1	3.1	7.3	0.20	0.71	0.19	0.46
Tystofte ²⁾	22.8	2.2	5.5	0.19	0.69	0.19	0.47
Gens....	25.2	2.6	9.5	0.15	0.58	0.17	0.43

¹⁾ Omsat Gødning. ²⁾ Frisk Gødning.

Tabel 2. Staldgødningens procentiske Sammensætning.

Prøvens Oprindelse	Tørstof	Ammoniakkvælstof (NH ₃)	Totalkvælstof (N)	Fosfor (P)	Kalium (K)
Aars	31.6	0.17	0.53	0.12	0.27
Askov	22.6	0.08	0.47	0.13	0.34
Asmildkloster	27.2	0.16	0.51	0.13	0.38
Borris	30.9	0.13	0.51	0.17	0.34
Frederikshavn	28.2	0.11	0.49	0.19	0.30
Frederikshøj	22.3	0.15	0.49	0.20	0.39
Hornum	26.6	0.16	0.59	0.17	0.40
Rønhave	19.7	0.09	0.39	0.12	0.32
Studsgaard	36.4	0.13	0.46	0.15	0.36
Tjele	23.0	0.14	0.47	0.18	0.66
Kærehave	28.4	0.11	0.42	0.16	0.27
Tune	25.5	0.23	0.63	0.20	0.36
Gens....	26.9	0.14	0.50	0.16	0.37

der. Prøverne af Handelsgødning udtoget af originale, uaabnede Sække.

I Tabellerne 1 og 2 anføres Analyser for de i henholdsvis Marts 1938 og April 1939 modtagne Staldgødningsprøvers Indhold af Tørstof, Renaske, Sand, Ammoniakkvælstof, Totalkvælstof, Fosfor og Kalium. Analysetallene viser, at Materialet omfatter normale Staldgødningsprøver. De i Tabel 1 anførte Prøver analyseredes for Mangan og Kobber (Tabel 4), medens de i Tabel 2 omhandlede Prøver analyseredes for Bor (Tabel 5). For de i Vinteren 1938—39 modtagne Ajleprøver anføres i Tabel 3 Analyser for Totalkvælstof og Kalium. Dette Analysemateriale viser, at det drejer sig om normale Ajleprøver. Ajleprøverne analyseredes for Mangan, Kobber og Bor (Tabel 6).

I Tabellerne 4, 5 og 6 anføres Indholdet af Mangan, Kobber og Bor i de i Tabellerne 1, 2 og 3 anførte Staldgødnings- og Ajleprøver. Indholdet er dels anført i Procent dels i g

Tabel 3.
Ajleens procentiske Sammensætning.

Prøvens Oprindelse	Totalkvælstof (N)	Kalium (K)
Aalborg....	—	—
Askov	0.73	0.75
Borris	0.60	0.70
Lundgaard ..	0.72	0.64
Studsgaard ..	0.28	0.49
Svoldrup....	0.74	1.05
Terndrup ..	0.44	0.43
Tylstrup ...	0.81	1.00
Blangsted ..	0.42	0.69
Lindemborg ..	0.55	—
Lyngby	0.55	0.77
Tuse	0.67	—
Gens....	0.59	0.72

Tabel 4. Staldgødningens Indhold af Mangan og Kobber.

Prøvens Oprindelse	Procent i Gødningen		Procent i Tørstoffet		g Mn i 20 Tons Gødning	g Cu i 20 Tons Gødning
	Mn	Cu	Mn	Cu		
Askov	0.0034	0.00040	0.016	0.0019	682	81
Askov	0.0053	0.00051	0.021	0.0020	1067	102
Frederikshøj	0.0062	(0.00129)	0.024	(0.0050)	1234	(257)
Højer	0.0045	0.00042	0.018	0.0017	893	84
Lundgaard	0.0046	0.00046	0.018	0.0018	929	93
Lundgaard	0.0050	0.00053	0.021	0.0022	1004	105
No	0.0055	0.00039	0.017	0.0012	1095	77
Studsgaard	0.0050	0.00050	0.018	0.0018	1001	100
Blangsted	0.0063	0.00038	0.028	0.0017	1254	76
Jullerup	(0.0150)	0.00047	(0.054)	0.0017	(2992)	94
Fogedgaarden	0.0033	0.00029	0.018	0.0016	662	59
Nykøbing S.	0.0050	0.00062	0.020	0.0025	992	124
Tystofte ¹⁾	0.0047	0.00052	0.016	0.0018	931	105
Tystofte ²⁾	0.0030	0.00041	0.013	0.0018	593	82
Gens....	(0.0048)	(0.00045)	(0.019)	(0.0018)	(1095)	(103)
	0.0055	0.00051	0.022	0.0021	949	91

¹⁾ Omsat Gødning. ²⁾ Frisk Gødning.

pr. 20 Tons Gødning. Det gennemsnitlige Indhold i 20 Tons Staldgødning (Tabellerne 4 og 5) er for Mangan, Kobber og Bor henholdsvis ca. 1000 g, ca. 100 g og ca. 70 g. Ved Gennemgang af Analysetallene ses det, at der er nogen Variation i Tallene fra Sted til Sted, særlig for Mangan og Kobber. Disse

Tabel 5. Staldgødningens Indhold af Bor.

Prøvens Oprindelse	Procent B i Gødningen	Procent B i Tørstoffet	g B i 20 Tons Gødning
Aars	0.0003	0.0010	63
Askov	0.0004	0.0017	76
Asmildkloster	0.0004	0.0014	73
Borris	0.0005	0.0016	98
Frederikshavn	0.0004	0.0015	82
Frederikshøj	0.0003	0.0014	60
Hornum	0.0003	0.0011	60
Rønhave	0.0004	0.0020	77
Studsgaard	0.0005	0.0013	91
Tjele	0.0003	0.0013	58
Kærehave	0.0004	0.0015	83
Tune	0.0003	0.0011	58
Gens....	0.0004	0.0014	73

Tabel 6. Ajlens Indhold af Mangan, Kobber og Bor.

Provens Oprindelse	Procent i Ajlen			g i 20 Tons Ajle		
	Mn	Cu	B	Mn	Cu	B
Aalborg.....	—	0.00002	—	—	4	—
Askov.....	0.00010	0.00001	0.00055	20	2	110
Borris.....	0.00013	0.00001	0.00055	25	2	110
Lundgaard.....	0.00008	0.00005	0.00085	15	9	69
Studsgaard.....	0.00019	0.00004	0.00017	37	8	33
Svoldrup.....	0.00010	0.00001	0.00047	21	2	94
Terndrup.....	0.00007	0.00001	0.00043	13	1	86
Tylstrup.....	0.00014	0.00001	0.00045	28	2	90
Blangsted.....	0.00003	0.00010	0.00039	5	21	77
Lindenberg.....	0.00007	—	—	14	—	—
Lyngby.....	0.00006	0.00003	—	12	5	—
Lyngby ¹⁾	Spor	Spor	—	Spor	Spor	—
Lyngby ²⁾	Spor	Spor	0.00030	Spor	Spor	61
Tuse.....	0.00003	0.00001	0.00065	5	1	130
Gens....	0.00003	0.00003	0.00043	16	5	86

¹⁾ Ren Kourin udtaget om Morgenens. ²⁾ Ren Kourin udtaget om Eftermiddagen.

Variationer er endvidere — procentisk set — lidt større end for Gødningernes Indhold af Makronæringsstoffer og kan sikkert forklares ved, at Foderets Indhold af Mikronæringsstoffer, der maa genspejles i Gødningens Indhold, gennemgaaende paavirkes mere af stedlige Kalknings-, Drænings- og Jordbundsforhold m. m. end de samme Fodermidlers Indhold af Makronæringsstoffer. Endelig maa ogsaa Foderets Sammensætning, d. v. s. Forholdet mellem bladrigt Foder paa den ene Side og Kærne- og Roefoder paa den anden Side, være af Betydning, fordi det bladrigge Foders Indhold af disse Mikronæringsstoffer er størst. Yderligere viser en Sammenligning af Tabellerne 1 og 2 med Tabellerne 4 og 5, at der ingen tydelig Sammenhæng er mellem Staldgødningens Indhold af Sand, Renaske eller Makronæringsstoffer (N, P og K) og dens Indhold af Mangan, Kobber og Bor.

Ajlens Mangan- og Kobberindhold er minimalt (se Tabel 6), medens Borindholdet er af samme Størrelsesorden som i Staldgødning. Af Tabel 6 fremgaar det endvidere, at de for Ajlens Mangan- og Kobberindhold fundne Variationer fra Sted til Sted procentisk set er betydelig større end de for Kvælstof og Kali fundne Variationer (Tabel 3). Det ses ogsaa, at der ikke er

nogen iøjnefaldende Sammenhæng mellem Ajleprøvernes Indhold af Kvælstof eller Kalium og Indholdet af Mikronæringsstoffer, og en foretagen Undersøgelse over en eventuel Sammenhæng mellem Ajlens Vægtfylde og dens Indhold af Mikronæringsstoffer gav heller ikke noget tydeligt Svar. Ved Undersøgelse af to Prøver fuldkommen ren Kourin (se Tabel 6) fandtes det imidlertid, at denne kun indeholdt Spor af Mangan og Kobber, men en Bormængde af samme Størrelsesorden som i Ajle. Denne Undersøgelse sandsynliggør, at de i Tabel 6 fundne forholdsvis stærkt varierende Tal for Ajlens Mangan- og Kobberindhold i Hovedsagen skyldes en varierende Indblanding af opslemmede Staldgødningspartikler, ligesom disses varierende Indhold af Mikronæringsstoffer ogsaa maa have været medvirkende¹⁾.

Spørgsmaalet om de almindelige Handelsgødningers Indhold af de her omhandlede Mikronæringsstoffer kan belyses ved Hjælp af udenlandske Analyser, der giver gode Holdpunkter til Bedømmelse af Størrelsesordenen af dette Indhold. Det maa nemlig erindres, at saavel Fremgangsmaaderne ved Fabrikationen af Kunstgødninger som de anvendte Raastoffer i store Træk er nogenlunde ens. Der vil saaledes næppe i Øjeblikket være Grund til at indlede et omfattende Undersøgellesarbejde paa dette Omraade, saa meget mindre som Analyser af nogle enkelte Handelsgødninger gav Tal af samme Størrelsesorden som de i udenlandske Arbejder opgivne. Hertil kom, at Analyserne for Handelsgødningernes Indhold af Mangan, Kobber og Bor som Helhed fremviste Tal af en saa lav Størrelsesorden, at det — i Betragtning af de Gødningsmængder der normalt bruges pr. Arealenhed — paa Forhaand var indlysende, at selv betydelige procentiske Variationer i Handelsgødningernes Indhold af disse Grundstoffer som Regel vilde være uden større Betydning for Jordbruget.

I Tabel 7 findes en paa Grundlag af Litteraturen, specielt amerikanske og tyske Analyser (4), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12) og (16), udarbejdet Oversigt over Kvælstof-, Fosfor- og Kaliumgødningers samt visse organiske Gødningers gennemsnitlige og største og mindste Indhold af Mangan, Kobber og

¹⁾ Hvis Møddingvandet opsamles i Ajlebeholderen, er der ad denne Vej Mulighed for en betydelig Forøgelse af Ajlens Manganindhold. Omregnet paa 20000 l indeholdt tre Prøver Møddingvand saaledes 61, 80 og 104 g Mn, men kun 5, 3 og 4 g Cu.

Tabel 7. Handelsgødningernes procentiske Indhold af Mangan, Kobber og Bor.

Gødningens Art	Mangan			Kobber			Bor		
	Gens.	Høje-ste	Lave-ste	Gens.	Høje-ste	Lave-ste	Gens.	Høje-ste	Lave-ste
Kalksalpeter.....	0.150 ²⁾	0.300	0.001	0.004 ²⁾	0.008	0.001	0 ¹⁾	—	—
Svovlsur Ammoniak ⁴⁾	0.003	0.008	0	0.017	0.075	0	0	0	0
Chilesalpeter.....	0.002	0.008	0	0.002	0.003	0	0.047 ⁵⁾	0.137	0
Kalkkvælstof.....	0.019	0.075	0	0.008	0.030	0	0.025	0.075	0
18 pCt. Superf. (7.9 pCt. P)	0.147	0.300	0.011	0.026	0.075	0	0.002	0.010	0
Thomasfosfat.....	3.3	5.1	1.9	0 ¹⁾	—	—	0.004 ²⁾	0.004	0.004
Dobb.superf. og Præcipitat	0.300 ³⁾	—	—	0.075 ¹⁾	—	—	0.009	0.030	0.002
Raafosfat.....	0.121	0.162	0.014	0.001	0.003	0	0.006	0.018	0.001
40 pCt. Kalig. (33.2 pCt. K.)	—	—	—	—	—	—	0.001 ¹⁾	—	—
Kainit.....	0.013	0.030	0	0.002	0.003	0.001	0.028	0.075	0
Organiske Gødninger ³⁾	0.026	0.055	0	0.014	0.030	0	0.017	0.055	0

¹⁾ Kun een Analyse. ²⁾ Gens. af 2 Analyser. ³⁾ Blod, Benmel og Guano, ialt 5 Analyser. ⁴⁾ Næppe alle Analyser er udført paa det syntetiske Produkt. ⁵⁾ Gens. af Analyser af Chilesalpeter fremstillet baade efter Shank (Kryst. Salp.) og Guggenheim (Gran. Salp.).

Bor. Af Tabellen ses det, at der saavel for den enkelte Handelsgødning som indenfor samme Gruppe, f. Eks. Kvælstofgødningerne, er nogen Variation i Indholdet af disse Mikro-næringsstoffer. Forholdet ligger imidlertid gennemgaaende saaledes, at Fosforgødningerne og de organiske Gødninger har det højeste Indhold, derefter følger Chilesalpeter og mineralske Kaliumgødninger, medens de syntetisk fremstillede Kvælstofgødninger har det laveste Indhold. Det skal tilføjes, at Han-

Tabel 8.
Nogle Handelsgødningers Indhold af Mangan og Kobber.

Gødningens Art	Procent		g i 100 kg Gødning	
	Mn	Cu	Mn	Cu
Kalksalpeter, »Lonza«.....	0.0004	0.0002	0.4	0.2
Svovlsur Ammoniak (I. G. Farben).....	0.0004	0.0004	0.4	0.4
Chilesalpeter (Guggenheim).....	0.0003	0.0002	0.3	0.2
18 pCt Superfosfat (7.9 pCt. P).....	0.0024	0.0026	2.4	2.6
Thomasfosfat ¹⁾ , »Sternmarke«.....	4.0	0.0007	4000	0.7
Nitrophoska, 15:15:18 (I. G. Farben).....	0.0068	0.0018	6.8	1.8
40 pCt. Kaligødning (33.2 pCt. K.).....	0.0005	0.0003	0.5	0.3

¹⁾ Tallene er Gennemsnit af Analyser af tre Prøver.

delsgødningerne Mangansulfat, Kobbersulfat og Borax, der ikke er opført i Tabel 7, kan indeholde ret betydelige Mængder af andre Mikronæringsstoffer.

I Tabel 8 findes en Sammenstilling af Mangan- og Kobberanalyser, udførte i de af Laboratoriet udtagne Prøver af Handelsgødning. Naar Analysetallene i Tabel 8 er forholdsvis lave sammenlignet med Analysetallene i Tabel 7, maa det dels erindres, at der er nogen Variation i Indholdet for samme Gødning, f. Eks. Superfosfat, hvilket ogsaa fremgaar af Tabel 7, dels at Analysematerialet i Tabel 7 i betydelig Grad er skabt ad spektralanalytisk Vej paa den Maade, at selve Gødningsstoffet er bragt til Fordampning i en elektrisk Lysbue, og saadanne Analyser repræsenterer det absolutte Maksimum for Gødningernes Indhold af disse Grundstoffer.

2. Betydningen for Jordbruget.

Spørgsmaalet bliver, om det i Staldgødning, Ajle og Handelsgødning indeholdte Mangan, Kobber og Bor har nogen nævneværdig Virkning paa Stofproduktionen, naar Gødningerne i Marken tilføres i de sædvanlige Mængder. Det maa her erindres, at praktisk talt alle de i det foregaaende Afsnit anførte Analyser er Totalanalyser. Det er endvidere en Kendsgerning, at den eventuelle Værdi for Stofproduktionen af en Gødnings totale Indhold af Næringsstoffer strengt taget kun kan afgøres ved Markforsøg. Paa det her omhandlede Omraade har saadanne Forsøg imidlertid kun været udført i begrænset Omfang. For derfor at naa til en foreløbig Vurdering af de i Staldgødning, Ajle og Handelsgødning indeholdte Mikronæringsstoffers Værdi for Stofproduktionen, maa det indtil videre være berettiget at slutte ud fra den Viden, der haves om disse Mikronæringsstoffers Skæbne i Jorden og deres Virkninger paa Stofproduktionen, naar de tilføres i de sædvanlige Mængder og i koncentreret, letopløselig Form (Mangansulfat, Kobbersulfat og Borax). Det maa desuden ved en saadan Vurdering tages i Betragtning, at det ved Karforsøg har kunnet vises, at selv meget tungtopløselige Kobber- og Borforbindelser har haft en gavnlig til totalt helbredende Virkning paa Plantevæksten under Forhold, hvor Mangelen af disse Grundstoffer i tilgængelig Form har fremkaldt de karakteristiske Sygdomme.

For baade Staldgødning, Ajle og Handelsgødning er Forholdet det, at deres Mikronæringsstofvirkninger kan være af baade direkte og indirekte Art. Man kan skelne mellem en direkte, øjeblikkelig Virkning foraarsaget af en enkelt Gødningstilførsels Indhold af f. Eks. Mangan, og den direkte Virkning der skyldes det ved fortsat, aarevis Anvendelse af vedkommende Gødning tilførte Mangan. Paa lignende Maade kan der skelnes mellem en Gødningens indirekte, øjeblikkelige Virkning og dens indirekte Virkning ved fortsat, aarevis Anvendelse. Begge disse sidste Virkninger beror især paa Gødningernes Indflydelse paa Jordens Reaktionstal og dens vandholdende Evne, to Faktorer der i høj Grad paavirker de i Jorden forekommende og de tilførte Mikronæringsstoffers Tilgængelighed. Det er indlysende, at særlig de indirekte Virkninger kan være baade positive og negative. Endvidere afhænger Staldgødning, Ajles og Handelsgødningens direkte og indirekte Mikronæringsstofvirkninger af Jordens Evne til at inaktivere (Adsorption, Udvaskning) de med Gødningerne tilførte Mikronæringsstoffer. Endelig er som bekendt Planternes Reaktion overfor en given Ændring i Jordens Mikronæringsstoffer forskellig fra Art til Art m. m., samt afhængig af Mængdeforholdet mellem Makro- og Mikronæringsstoffer i Jorden.

Det i det foregaaende anførte vedrørende Virkningerne paa Stofproduktionen af de i (ved Hjælp af) Staldgødning, Ajle eller Handelsgødning indeholdte (af Jordens Forraad producerede, tilgængelige) Mængder af Mangan, Kobber eller Bor er af principiel Natur og klarlægger Problemerne saa vidt, at grove Fejltagelser vedrørende disse Gødningers direkte og indirekte Mikronæringsstofvirkninger skulde kunne undgaas. En fuldstændig Udredning af de enkelte Gødningers direkte og indirekte Virkninger¹⁾ vilde kræve et meget omfattende Forsøgsarbejde.

De i det følgende anførte Synspunkter vedrørende Staldgødning, Ajles og Handelsgødningens direkte og indirekte Virkninger gælder for Jorder, hvor der er Mangel paa tilgængeligt Mangan, Kobber eller Bor eller for Jorder, der befinder sig i Overgangsomaadet til en saadan Tilstand.

¹⁾ Her og i det følgende benyttes Ordet Virkning i Stedet for det mere besværlige Mikronæringsstofvirkning.

Ved en Vurdering af Handelsgødningernes eventuelle direkte Virkninger vil der, under Hensyn til det i det foregaaende udviklede, sikkert kun være Grund til at ofre Chilesalpeters og Kainits¹⁾ Borindhold samt Thomasfosfats Manganindhold Opmærksomhed. Der vil sikkert kunne ventes en Virkning af det i Chilesalpeter forekommende Bor, maaske særlig ved fortsat Brug af betydelige Mængder. De af Ødelien (8) m. fl. udførte Karforsøg, der viste en gavnlig Virkning af Boret i Chilesalpeter, bør suppleres med Markforsøg udførte under almindelige Markforhold.

Thomasfosfatets Mangan er antagelig til Stede i Forbindelser, der er vanskeligt tilgængelige for Planterne. Anlæg af Markforsøg vil — under Hensyntagen til Thomasfosfats Indhold af basisk virkende Stoffer — kunne afgøre, hvorvidt disse Forbindelser efterhaanden vil kunne udnyttes af Planterne.

At visse af Handelsgødningerne f. Eks. Svovlsur Ammoniak har indirekte Mangan-, Kobber- og Borvirkninger — baade ved et enkelt Aars Anvendelse, men især ved fortsat Brug i en Aarrække — er sikkert.

De med andre Handelsgødninger tilførte, gennemgaaende yderst smaa Mængder Mangan, Kobber eller Bor maa Jordbrugerne ikke regne med. Det samme gælder eventuelt formodede positive, indirekte Virkninger.

For Staldgødningens Vedkommende har Iagttagelser vist, at en Tilførsel kan modvirke Angreb af Lyspletsyge; men andre Iagttagelser viser, at specielt Foraarsudbringning af Staldgødning kan have en skadelig Virkning. Der er sikkert her Tale om baade direkte og indirekte Virkninger, de sidste snart af overvejende positivt snart af overvejende negativ Karakter. Staldgødningens positive, indirekte Virkning maa tilskrives de organiske Stoffers Evne til at reducere Jordens utilgængelige, højere Manganilte, saa de bliver tilgængelige for Planterne; yderligere vil en fortsat Staldgødningstilførsel ved at øge lette Jorders vandholdende Evne samtidig øge Jordernes Evne til at reducere de utilgængelige, højere Manganilte. Antagelig er Staldgødningens Mangankvirkning i Hovedsagen af indirekte Art.

¹⁾ Indholdet af Bor i Chilesalpeter er størst i den grovkrystallinske Form (fremstillet efter Shanks Metode) lavest i den granulerede Form (fremstillet efter Guggenheims Metode). Syntetisk Natronsalpeter indeholder intet Bor. Det i Kainit forekommende Bor synes i Henhold til Krügers (13) og Ødeliens (8) Undersøgelser at være forholdsvis vanskeligt tilgængelig for Planterne.

Staldgødningens Kobbervirkning er i Henhold til Markforsøg uden praktisk Betydning. Allerede de af *Hudig* (15) i Holland udførte eetaarige Markforsøg viste, at Tilførsler af meget betydelige Staldgødningsmængder i nogle Tilfælde var absolut virkningsløse, og i andre Tilfælde uden praktisk Betydning. Det er et Spørgsmaal, om ikke de indirekte Virkninger kan have nogen Betydning, særlig paa Hedejord, hvis der er Mulighed for en stadig Anvendelse af betydelige Staldgødningsmængder.

Ajlens Manganindhold er minimalt og maa være uden praktisk Betydning for Planternes Forsyning med Mangan. Der foreligger den Mulighed, at den alkaliske Ajle vil kunne sænke Jordens tilgængelige Manganindhold. Heller ikke Ajlens minimale Kobberindhold kan være af praktisk Betydning for Planternes Kobberforsyning. Som Helhed maa det antages, at Ajlens direkte og indirekte Mangan- og Kobbervirkninger er uden større praktisk Betydning.

Staldgødningens og Ajlens Borindhold er af samme Størrelsesorden. Norske Markforsøg udførte af *Jørstad* har i Henhold til *Gram* (14) vist, at Staldgødning og Ajle modvirkede Marmorering i Kaalroer; men en saadan Virkning har ikke i alle Tilfælde med Sikkerhed kunnet konstateres her i Landet af *Gram* (14). Naar *Ødelien* (8) ved sine interessante Karforsøg, hvor der til Byg tilførtes Staldgødning eller Ajle, kunde registrere endog meget betydelige Borvirkninger (direkte eller (og) indirekte?), maa dette ses i Belysning af det meget specielle Voksemedium, der benyttedes, en let omsat Sphagnum-Tørv, hvis Reaktionstal hævedes fra 3.6 til 7.3—7.8, ved Tilførsel af 71 g Kalciumkarbonat pr. 5 Liter Tørvejord. *Ødelien* gør selv udtrykkelig opmærksom paa dette Forhold, samt paa at Staldgødnings- og Ajlemængderne var store i Forhold til Jordmængden.

3. Almindelige Betragtninger.

I det foregaaende er Staldgødningens, Ajlens og Handelsgødningernes direkte Mangan-, Kobber- og Borvirkninger diskuteret, delvis paa Grundlag af Gødningernes Indhold af disse Mikronæringsstoffer. Desuden er der gjort opmærksom paa de Tilfælde, hvor Gødningernes indirekte (positive og negative) Mangan-, Kobber- og Borvirkninger maa antages at være af

nogen praktisk Betydning. Undersøgelserne, der i Henhold til Sagens Natur har maattet følge de store Linjer, har været udført under den Forudsætning, at der i Jorden var Mangel paa tilgængeligt Mangan, Kobber eller Bor, eller at Jorden befandt sig i Overgangsomraadet til en saadan Tilstand. Markforsøg til indgaaende Belysning af disse Problemer er udført i forholdsvis ringe Antal. De Markforsøg, der er udført, har ikke været anlagt med Hensyntagen til et Forsøg paa at adskille direkte og indirekte Mikronæringsstofvirkninger i de Tilfælde, hvor det maa antages, at begge Virkninger er af Betydning. Saadanne indgaaende Forsøg vil iøvrigt være ret vanskelige at udføre.

For Jorder med stærkt udtalt Mangel paa et eller flere af de omhandlede Mikronæringsstoffer i tilgængelig Form, vil det økonomisk rigtige være at tilføre Mangansulfat, Kobbersulfat eller Borax i passende Mængder, saavidt muligt i Forbindelse med en Tilførsel af fysiologisk sure Handelsgødninger, d. v. s. Handelsgødninger, hvis indirekte Mangan-, Kobber- og Borvirkninger under saadanne Forhold som oftest er positive. Det maa nemlig erindres, at et af Hovedmaalene ved saadanne Jorders Behandling efter alt at dømme maa blive at søge Jordens Reaktionstal nedsat, hvilket set i store Træk øger Mangans, Bors og delvis Kobbers Tilgængelighed i Jorden. Endelig bør det indenfor Mulighedernes Grænse forsøges at øge Jordernes vandholdende Evne.

For Jorder med ringe eller næsten ingen Mangel paa Mangan, Kobber eller Bor i tilgængelig Form, maa det indtil videre antages, at Staldgødningens, Ajles og visse Handelsgødningers direkte og indirekte Mangan-, Kobber- og Borvirkninger er af praktisk Betydning. I hvor høj Grad, dette vil være Tilfældet, kan kun afgøres ved at anlægge Markforsøg. Her tænkes navnlig paa Staldgødningens og Ajlens direkte Borvirkning, samt eventuelt Staldgødningens indirekte Mangan- og Borvirkning. Endelig vil der være Grund til at have Opmærksomheden henvendt paa Chilesalpeters og maaske Kainits direkte Borvirkning samt Thomasfosfats eventuelle direkte Manganvirkning og Svovlsur Ammoniaks indirekte Mangan-, Kobber- og Borvirkning. Og saa for denne Gruppe Jorder gælder det selvfølgelig om at ændre Jordens Reaktionstal og vandholdende Evne i en for de indirekte Virkninger gunstig Retning. Markforsøg til Belysning af disse Problemer er kun udført i forholdsvis ringe Omfang.

De her anførte Overvejelser gælder under den Forudsætning, at Gødningerne anvendes i nogenlunde normale Mængder; naar dette ikke er Tilfældet, kan der opstaa særlige Problemer.

Ved at sammenholde disse Undersøgelser over Gødningernes Indhold af Mangan, Kobber og Bor med Undersøgelser over Afgrødernes Indhold af de samme Mikronæringsstoffer, vil der, efterhaanden som Analysematerialet udvides, være Mulighed for at belyse Spørgsmaalet om Tilførsel og Bortførsel af disse Grundstoffer i dansk Jord. Dette Spørgsmaal synes at maatte være af særlig Betydning, naar det drejer sig om den letteste jyske Jord.

Summary.

Manganese, Copper and Boron in Farmyard Manure, Liquid Manure and Artificial Fertilizers.

The purpose of these investigations was to determine the total amounts of manganese, copper, and boron in farmyard manure, liquid manure, and artificial fertilizers, and then partially on this basis to discuss the increases in yield which directly or indirectly may be caused by the addition of such manures to soils deficient in Mn, Cu, and B in an available form.

Fourteen samples of farmyard manure were analyzed for Mn and Cu (Table 4), and twelve other samples were analyzed for B (Table 5). On an average the contents of Mn, Cu, and B were about 1000 grms., 100 grms., and 70 grms., respectively, per 20 tons of farmyard manure. Twelve samples of liquid manure were analyzed for the same elements (Table 6); on an average the contents were about 16 grms., 5 grms., and 90 grms., respectively, pr. 20 tons of liquid manure. The samples of farmyard manure and liquid manure were taken all over the country. For farmyard manure it was observed that the variations (in per cent) in contents of Mn, Cu, and B were larger than the variations in contents of nitrogen, phosphorus, and potassium (compare the tables 1 and 2 with 4 and 5). This can be explained by the well-known fact that the contents of Mn, Cu, and B of the fodder, which may be reflected in the contents of the same elements in the farmyard manure, often to a very high degree are regulated by the pH value of the soil, the condition of oxidation and reduction of the soil, the moisture conditions of the soil, fertilizing, etc. The very large variations in the contents of Mn and Cu in liquid manure (compare the tables 3 and 6) may for the most part be explained by different amounts of suspended particles of farmyard manure in the liquid manure, and moreover as regards the manganese by a drain from the dunghill to the receptacle

of liquid manure. At any rate it is shown that pure urine of a cow does not contain Mn and Cu, while it contains an amount of B of the same order of magnitude as the contents of B in liquid manure. In this connexion it is interesting to note (Table 6) that the contents of B in liquid manure do not to an appreciable degree vary as much as do the contents of Mn and Cu.

The contents of Mn, Cu, and B in artificial fertilizers are very small. On the basis of the literature (Table 7) and some investigations carried out at this laboratory (Table 8) it is confirmed that the contents of these elements generally are very small.

As regards the importance for the crop production of the Mn, Cu, and B contained in the aforementioned manures it must be remembered that very few field experiments have been performed in order to examine these effects. It is further emphasized that such effects must be of a direct and an indirect (positive or negative) nature. The direct effects are discussed partially on the basis of the total contents of Mn, Cu, and B in farmyard manure, liquid manure, and artificial fertilizers. Moreover it is discussed when the indirect effects may be of some economic importance. The investigations about direct and indirect effects were further made on the supposition that the soil in question either was very deficient in Mn, Cu, and B, or was in a state of transition to such a condition.

From all that is known as regards the behaviour of Mn, Cu, and B in the soil and their influence on the crops it seems safe to conclude that when a severe deficiency in these elements is met with, it is from an economic point of view necessary to add larger amounts of concentrated fertilizers containing Mn, Cu, and B, e. g. manganous sulphate, copper sulphate, and borax. In such cases it is moreover most important to add physiologically acid fertilizers, such as ammonium sulphate, and besides that try to increase the water holding capacity of the soil. It must always be kept in mind that a rational solution of these deficiency problems in most cases may be effected by a lowering of the pH value of the soil.

For soils with only a small or almost no deficiency in Mn, Cu, and B in an available form, that is soils of transition, it may in several cases be, that the direct and indirect effects of manganese, copper, and boron of farmyard manure, liquid manure, and artificial fertilizers are of economic importance but the question whether this is so, can only be settled by a field experiment. It seems worth while especially to study the effect of the boron of the farmyard manure and the liquid manure, and perhaps the indirect effects of boron and manganese of the farmyard manure, and in addition the direct effect of the boron in Chilean nitrate and perhaps kainit, as well as those indirect effects of manganese, copper, and boron produced by ammonium sulphate.

Litteraturfortegnelse.

1. *Steenbjerg, F.*: Undersøgelser over Manganindholdet i dansk Jord. II. Det ombyttelige Mangan og dets Afhængighed af Gødsning og Jordbehandling. Tidsskr. f. Planteavl. 40. 337. 1934.
2. *Steenbjerg, F.*: Undersøgelser over Kobber i Jord og i enkelte Kulturplanter med særligt Henblik paa Gulspidssyge. Endnu ikke offentliggjort.
3. *Schulek, E. og Vastagh, G.*: Beiträge zur quantitativen Bestimmung der Borsäure. Zeitschr. f. anal. Chemie. 84. 167. 1931.
4. *Bartelt, O.*: Zur Bestimmung von »Spurenelementen« in Düngesalzen. Der Forschungsdienst. Sonderheft 7. 144. 1938.
5. *Young, R. S.*: Certain rarer elements in soils and fertilizers and their role in plant growth. N. Y. (Cornell) Agr. Exp. Stat. Mem. 174. 2—70. 1935.
6. *Gaddum, L. W. og Rogers, R. H.*: A study of some trace elements in fertilizer materials. Flor. Agr. Exp. Stat. Bull. 290. 1936.
7. *Rader, L. F. og Hill, W. L.*: Determination and occurrence of boron in natural phosphates, superphosphates and defluorinated phosphate rocks. Journ. Agr. Res. 57. 901. 1938.
8. *Ødelien, M.*: Innholdet og virkningen av bor i noen kunstgjødselslag, husdyrgjødsel og aske av tre og tare. Norges Landbrukshøgskoles Jordkultur-forsøk. Melding nr. 20. 1939.
9. *Hudig, J. og Lehr, J. J.*: Einige Bemerkungen über Chilesalpeter in Beziehung zur Borfrage. Bodenk. u. Pflanzenern. 9—10. 552. 1938.
10. *Giesecke, F. og Schmalzfuss, K.*: Versuche über die Spurenelementwirkung des Chilesalpeters in Gefässkulturen. Bodenk. u. Pflanzenern. 9—10. 580. 1938.
11. *Schropp, W. og Arenz, B.*: Gefässversuche zur Prüfung der Wirkung der Spurenelemente im Chilesalpeter auf das Wachstum von Zucker- und Futterrüben. Bodenk. u. Pflanzenern. 9—10. 588. 1938.
12. *Baeyens, J. og Deckertioff, A.*: Gefässversuche mit Zuckerrüben zur vergleichenden Prüfung steigender Gaben von Chilesalpeter und synthetischem Natronsalpeter. Bodenk. u. Pflanzenern. 9—10. 611. 1938.
13. *Krügel, C., Dreyspring C. og Lotthammer, R.*: Auswaschversuche mit Boraten. Der Forschungsdienst. Sonderheft 7. 165. 1938.
14. *Gram, E.*: Bormangel og nogle andre Mangelsygdomme. Tidsskr. f. Planteavl. 41. 401. 1936.
15. *Hudig, J., Meyer, C. og Goodyk, J.*: Über die sogenannte »Urbarmachungs-krankheit« als dritte Bodenkrankheit. Zeitschr. f. Pflanzenern. u. Bodenk. 8 A. 14. 1926/1927.
16. *v. Feilitzen, H. og Lugné, E.*: Några analyser av thomasfosfat av olika härkomst. Svensk kemisk Tidsskrift. Nr. 4. 1913.