

MEDELELSER

FRA

DET NORSKE MYRSELSKAP

Nr. 3

Juni 1953

51. årgang

Redigert av Aasulv Løddesøl.

MIKRONÆRINGSSTOFFER M. V. I JORD- OG PLANTEKULTUR.

*Av professor M. Ødelien. *)*

Så seint som for 30 år siden var det enda gjengs lære at plantene trenger 10 grunnstoffer, derav 6 mineralstoffer, for å vokse og utvikle seg normalt, og det var vanlig oppfatning at vi i praksis bare behøver å gjødsle med kvelstoff, fosfor og kalium. Nå er tallet på bevislig nødvendige plantenæringsstoffer kommet opp i 15, av dem 11 mineralstoffer. Vi har også fått rik erfaring for at kulturvekster på friland ofte er utsatt for knapp forsyning med andre stoffer enn kvelstoff, fosfor og kalium, og at det er årsak til mindre avlinger, dårlig avlingskvalitet eller begge deler.

A behandle dette emne i sin helhet i et enkelt foredrag lar seg ikke gjøre. Jeg har da valgt å gi en stykkevis oversikt over noen fakta og noen spørsmål om mikronæringsstoffene bor, kopper, mangan, jern, sink og molybden, og om makronæringsstoffene magnesium og svovel.

Før vi tar for oss de enkelte stoffer, vil jeg gjerne minne om at de 6 mikronæringsstoffer tilsammen oftest utgjør bare 100—200 g i vanlige avlinger fra ett dekar jord, i enkelte tilfelle enda mindre og sjelden vesentlig mer. Det vil m. a. o. si som regel mindre enn 0,5 ‰ av tørrstoffet. Makronæringsstoffene magnesium og svovel opptre hver for seg i flere ganger større mengde.

Bor.

Bormangel spiller sannsynligvis større økonomisk rolle her i landet enn mangel på noen av de andre næringsstoffene vi har for oss her. Bormangel på rotvekster, på mange grønnsakvekster, på

*) Foredrag holdt under Landbruksveka 1953 på et fellesmøte av Det norske myrselskap, Det Kgl. Selskap for Norges Vel, Ny Jord og Nordiske Jordbruksforskeres Forening.

frukttrær osv. er så velkjent at det ikke skulle være grunn til noen lang oppregning. Mindre kjent er det kanskje at også poteter ikke sjelden reagerer for gjødsling med bor, mest på næringsfattig myrjord, men i mindre grad også på næringsrik mineraljord. Fra utlandet er det mange eksempler på positive utslag for borgjødsling til kløver og særlig til lucerne. Kornartene er sjelden utsatt for bormangel, og grasarter i eng og beite visstnok aldri. I alt er det påvist bormangel på 16—17 forskjellige frilandsvekster her i landet.

Mangel på bor er ikke nøye knyttet til bestemte jordegenskaper, enda den gjør seg tydelig mer gjeldende under visse jordbunnsforhold og mindre under andre. Jord med sand- og gruskarakter, myrjord, og all sterkt utvasket jord disponerer mest for bormangel. Jord som er mindre utvasket, eller som har større leirinnhold, er vanlig ikke så utpreget borfattig. Likevel er bormangel ikke sjelden også på rikere jord, t.eks. på næringsrik morenejord og havleire inne i landet. Så vidt jeg kjenner til, lar det seg for øyeblikket ikke gjøre å peke ut noe distrikt eller noen jordbunnsforhold i Norge der en kan se bort fra muligheten for bormangel for alle kulturvekster. Og det er grunn til å anta at behovet for gjødsling med bor vil tilta. Ved moderne drifts- og gjødslingsmåter og slik som klimaet er i største delen av landet, mister ofte jorda mer bor med avlingene og ved utvasking enn den får tilført i gjødsel. Samtidig har borbehovet tendens til å stige i samsvar med at avlingene blir større. Det er ikke sannsynlig at jorda stort sett og i lengden både kan kompensere for underskottet og dekke det stigende behov ved mobilisering av bor fra tungt oppløselige forbindelser.

Kalking, og særlig sterk kalking, forsterker eller framkaller ofte bormangel. Det skyldes for det første at kalken gjør borforbindelsene i jorda tyngre oppløselig og mindre tilgjengelig for plantene. Om årsaken til dette er det minst 5—6 forskjellige teorier uten at noen har fått alminnelig tilslutning. For det annet blir plantenes borbehov ofte større etter kalking. Det kommer av et fysiologisk samspill som krever en viss likevekt med andre stoffer, særlig med kalsium. Kalktilstanden eller jordreaksjonen har altså en dobbeltvirkning, som ytrer seg ved at bormangel gjør seg mest gjeldende ved svakt sur, nøytral og alkalisk reaksjon, mens faren for skadevirkning av store bormengder er størst i utpreget sur jord.

Kopper.

Mangel på kopper går sterkt ut over kornavlingene av bygg, havre og kveite. For avlingene og varigheten av rødkløver og timotei spiller også kopperforsyningen en viktig rolle. Som eksempel gjengir jeg noen avlingstall fra Sorteberg's forsøk på myr på Smøla (Ny Jords forsøksgård):

CaO pr. dekar	Rødkløver, kg høy pr. dekar				Timotei, kg gras pr. dekar		
	1944		1945		1945		
	Uten Cu	Med Cu	Uten Cu	Med Cu	Uten Cu	Med Cu	
400	0	480	40	490	1160	2270	
600	0	464	50	388	910	2090	
1000	0	404	50	230	1130	1970	

I et markforsøk med gulrot fikk *Sorteberg* en helt ubetydelig avling av små røtter uten kopper, mot 4—5 tonn pr. dekar av for det meste store og pene røtter etter gjødsling med koppersulfat.

Ellers kjenner vi til koppermangel på mange andre urteaktige kulturvekster, i andre land også på frukttrær. Poteter og rug er lite utsatt.

Koppermangel opptrer særlig på jord med sand- og gruskarakter, framfor alt når den er sterkt utvasket og har råhumus i udyrket tilstand. Ellers finner en ofte koppermangel på myrjord, særlig på myrer med kvitmoserik torv. Slike jordbunnsforhold er her i landet mest utbredt i det ytre kyststrøk fra Sørlandet og nordover langs hele vestkysten. Vi kan regne norskekysten som en utløper av et stort koppermangelområde langs Nordsjø-kysten i Holland, Tyskland og Danmark, der klima, jordbunnsforhold og vegetasjon har visse likheter med kyststrøkene her i landet. Også i innlandsdistriktene opptrer koppermangel av og til under liknende jordbunnsforhold som langs kysten, men mye sjeldnere og så vidt vi vet aldri på leirjord eller næringsrik morenejord.

Etter undersøkelser i Danmark, Tyskland, Holland og a. st. er det blitt vanlig oppfatning at en sterk binding av kopper til visse ikke nærmere kjente organiske stoffer i jorda er en av hovedårsakene til koppermangel. Svenske forskere hevder derimot at kopper ikke blir sterkere bundet til organisk enn til uorganisk stoff. Her i landet er sannsynligvis dels kopperfattig opprinnelsesmateriale (særlig for myrjord), dels utvasking og dels en kraftig binding av kopper, særlig til visse organiske stoffer, hovedårsakene til at jorda på sine steder disponerer for koppermangel for mange kulturvekster.

Ellers vet vi at kopper stort sett blir mindre tilgjengelig for plantene etter kalking av sur jord, men sammenhengen med jordreaksjonen og kalktilstanden er ikke så entydig og sterk for kopper som for flere andre mikronæringsstoffer.

Mangan.

Manganmangel er særlig velkjent på havre, bygg og kveite, men gjør ellers ofte skade på poteter, beter, grasarter, forskjellige grønnsakvekster og mange andre urteaktige planter, frukttrær og bærbusker.

Manganmangel kommer nesten alltid av at manganforbindelsene i jorda er lite tjenlige for plantene. Den er vanlig nokså nøye bundet

til meget svakt sur, nøytral eller alkalisk jordreaksjon. På leirjord opptrer manganmangel vesentlig ved $\text{pH} > 7$. På sandjord og myrjord kan forsyningen med mangan for somme vekster komme i faresonen allerede ved pH ca. 6. I særlig manganfattig jord kan kanskje plantene få for lite av dette stoff også ved noe sterkere sur reaksjon, men etter alt å dømme sjelden.

I sterk sur mineraljord kan mangankonsentrasjonen (Mn^{++}) være så stor at den er direkte vekstskadelig. Ved sterk kalking går de toverdige manganjoner ved kjemiske og mikrobiologiske prosesser over til forbindelser som betegner høyere oksydasjonstrin. Dette er stoffer som er lite tjenlig som mangankilde for plantene. Jordreaksjonen er i den grad avgjørende for manganhusholdningen at en og samme jord kan utsette plantene for skadevirkning av for mye mangan når reaksjonen er sterk sur, og disponere for kraftig manganmangel etter sterk kalking.

Oksydasjons-reduksjonsforholdene i jorda er en annen viktig faktor. Ved god lufttilgang i tilnærmet nøytral eller svakt alkalisk jord går oksydasjonen og inaktivering av mangan raskere og lengere. Dette er, helt eller delvis, grunnen til at manganmangelen gjør mest skade når jorda ligger løs eller tørker sterkt.

Manganmangel gjør mye mindre skade hos oss enn i mange andre land, fordi storparten av Norges jord er mer eller mindre sur. Men den forekommer av og til på sterkt kalket jord. Mest ondartet opptrer den på enkelte kystmyrer med et relativt tynt torvlag på underlag av skjellsand.

Jern.

Jernmangel er kjent både på trær, busker og urteaktige vekster. I og for seg er det vel sjelden eller aldri for lite jern i jorda, men jernet kan opptre i inaktiv form i jorda eller i plantene. I litteraturen står det at jernmangel er nokså nøye knyttet til kalkrik eller særlig sterkt kalket og fortrinnsvis humusfattig jord. Her i landet er jernmangelen merkelig nok best kjent på myrjord langs kysten, og der er den stort sett mer merkbar etter svakere enn etter sterkere kalking. Mangelen gjør seg ellers mest gjeldende når jorda ligger løs, og når den tørker sterkt. I løpet av de få år vi har kjent til denne stoffmangel her i landet, er det funnet spredte tilfelle av sikker eller sannsynlig jernmangel på havre og på timotei, engsvingel o.a. grasarter på kystmyrer fra Aust-Agder til Nordland. På enkelte steder kan jernmangelen gjøre atskillig skade, men alt i alt spiller den neppe noen stor økonomisk rolle her i landet.

Molybden.

I 1939 ble det endelig bevist at plantene trenger ørsmå mengder av molybden. Behovet er så lite at t. eks. en brøkdel av ett gram i

en vanlig blomkålavling fra ett dekar jord ser ut til å sikre friske planter. I 1941 ble det første tilfelle av molybdenmangel hos frilandsvekster oppdaget på en kløverart i Australia. Siden er det etter hvert funnet sikre symptomer på molybdenmangel eller konstatert store avlingsutslag for gjødsling med molybden til bl. a. blomkål, lucerne og havre på friland og tomat i veksthus. Her i landet er det som kjent påvist molybdenmangel på blomkål de siste år. I karforsøk ved Landbrukshøgskolen har vi fått katastrofal molybdenmangel på salat, forbeter og gulrot, foruten på blomkål. Disse vekster og kløver kan det være særlig grunn til å ha oppmerksomheten henvendt på med tanke på eventuell molybdenmangel.

Molybdenmangelen opptrer vesentlig ved sur jordreaksjon. Blomkål kan være utsatt også ved noe høgere pH. Kalking gjør molybdenforbindelsene i jorda mer tilgjengelig for plantene og kan ofte eliminere bormangelen fullstendig, i hvert fall for en tid. Etter karforsøkene må en ellers vente at knapp molybdenforsyning vil være mest merkbar i tørre år.

Vi vet ennå lite om hvor stor rolle molybdenmangelen spiller her i landet. Men den gjennomgående sure reaksjon i norsk jord gir i hvert fall grunn til å være oppmerksom på spørsmålet.

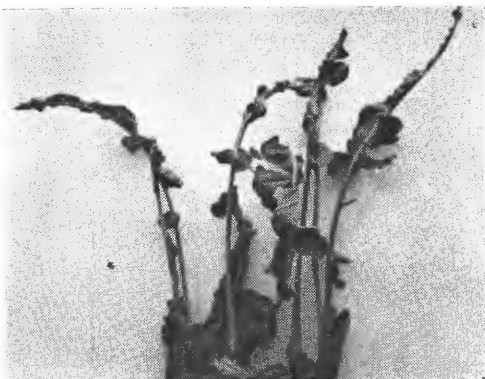
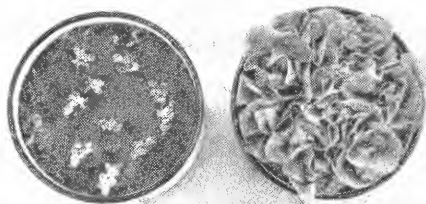


Fig. 1. Molybdenmangel på blomkål.

Foto. J. Roll-Hansen.



pH 5,0 pH 5,7
Fig. 2. Salat dyrket i kvitmosetorv.

Foto. Kr. Foss.

Sink.

Sinkmangel, mest på frukttrær, er kjent i mange europeiske land og spiller særlig stor rolle i Sambandsstatene. Her i landet er det ikke påvist noe sikkert tilfelle ennå. Etter erfaringer både i Europa og i oversjøiske land skulle en særlig vente å finne sinkmangel på kalkrik eller sterkt kalket jord som har sand- eller gruskarakter og har vært svært sterkt gjødslet med fosfat.

Magnesium.

Magnesiummangel på frukttrær, særlig på eple, er sterkt utbredt på Vestlandet, velkjent på Sørlandet og ikke sjelden på Østlandet. Den opptrer både i planteskoler og på eldre trær. De siste år er magnesiummangel påvist også på poteter og havre her i landet. Sannsynligvis er også andre urteaktige kulturvekster utsatt for mangel på magnesium, men vi har ennå svært lite kjennskap til hvilken rolle dette spiller hos oss.

I andre land har en lenge kjent til magnesiummangel på sterkt utvasket og sur sand- og grusjord. Slik jord disponerer ikke sjelden for mangel ganske enkelt fordi den er fattig på magnesium i nyttbar form. I andre tilfelle er magnesiummangelen kaliumindusert, dvs. at den kommer av sterk gjødsling med kalium. Ved svært sterk gjødsling med kalium tar plantene vanlig opp relativt store mengder av dette stoff, men til gjengjeld mindre magnesium. Hvis denne forskyvning går ut over visse grenser, ytrer det seg som magnesiummangel. Balansen kan gjenopprettes ved å gjødsle med magnesium, ved svakere gjødsling med kalium eller begge deler.

Ved siden av denne fysiologiske antagonisme mellom de to næringsstoffer, kan sterk kaliumgjødsling på lengre sikt også virke i samme lei ved å øke utvaskingen av magnesium. Storparten av de klorjoner og sulfatjoner som kommer i jorda med kaliumsaltene, blir i humid klima vasket ut sammen med ekvivalente mengder av metalljoner, først og fremst kalsium og magnesium. Noen tall fra et lysimeterforsøk på Ås illustrerer godt denne virkning på magnesiumhusholdningen i jorda. Etter sterk engangsgjødsling med kaliumgjødsel 33 % (ca. 250 g pr. m²) til en noe sandblandet leirjord stilte magnesiumregnskapet seg slik for 3 år:

		Uten K	Med K
Tilført Mg i gjødsel	g/m ²	0	3,5
Bortført » i avling	»	1,0	1,2
» » i avløpsvann	»	4,2	13,8
Balanse	»	÷5,2	÷11,5

Den sterke gjødsling med kalium har mer enn tredoblet utvaskingen av magnesium og økt nettotapet med vel 120 %, enda magnesiuminnholdet i gjødsla svarer til ca. 2/3 av nettotapet fra gjødslet jord.

Utvaskingen av det tilførte klor og dermed også den økte utvasking av magnesium, kalsium og andre metaller foregikk for største delen om høsten det året det ble gjødslet sterkt med kaliumgjødsel om våren. På fig. 3 angir tallene på den horisontale akse fortløpende 3 mndrs. perioder. Femte periode betegner august—oktober etter gjødsling i mai samme året. Kurvene viser en nøye sammenheng mellom utvasking av klorjoner og metalljoner, slik det nødvendigvis må være.

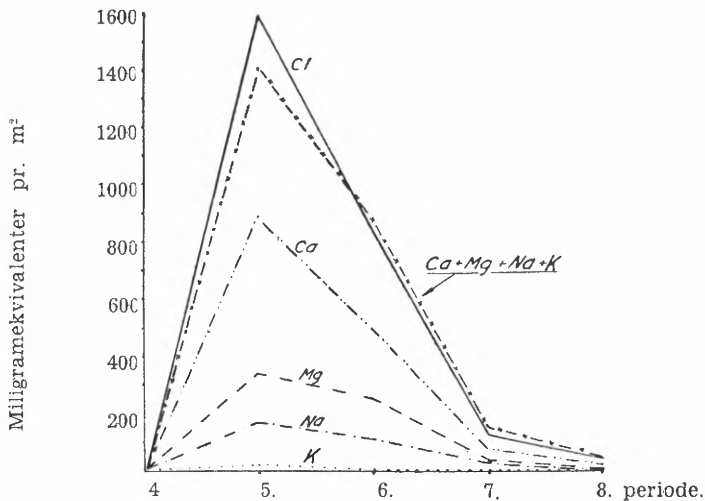


Fig. 3. Merutvasking etter gjødsling med kaliumgjødning 33 %.

Magnesiummangel skyldes altså dels naturlige jordegenskaper, og dels er den en følge av gjødslingen. Mangelen må nødvendigvis først og fremst inntreffe ved sterk kaliumgjødning på magnesiumfattig jord. Men den viser seg også ofte ved særlig sterk gjødsling på rikere jord, og i andre land er den langt fra ukjent også ved svak kaliumgjødning på magnesiumfattig jord.

Det ligger nær å spørre hvorfor frukttrær er mer utsatt for magnesiummangel enn urteaktige vekster. Årsaken er vel først og fremst at frukttrærne ofte, og ikke minst her i landet, blir gjødslet overordentlig sterkt med kalium. Delvis henger det vel også sammen med artsegenskaper. Hva betyr det t. eks. på langt sikt at en større del av kaliuminnholdet i bladene dels vandrer tilbake til greinene og stammen og dels blir vasket ut før bladfallet, mens det aller meste av magnesiuminnholdet blir ført bort med bladene?

Det er ennå atskillig uklarhet om praktisk viktige sider av magnesiumhusholdningen i jord og planter. Derfor er det også atskillig usikkerhet om valg av midler og måter når det gjelder å bedre plantenes — ikke minst frukttrærnes — magnesiumforsyning.

Svovel.

Svovelmangel er best kjent i enkelte distrikter i Sambandsstatene. Den går særlig ut over belgvekstene. Her i landet er det liten grunn til å tro at plantenes svovelforsyning skulle være et dagsaktuelt spørsmål. De siste år har svovelinholdet i kunstgjødning og husdyrgjødsel tilsammen utgjort 25—30 000 tonn årlig. Det blir i middel over 3 kg pr. dekar dyrket jord og ca. 3 ganger mer enn det sannsynlige gjennomsnittlige svovelinhold i avlingene. Riktig nok blir

svovel lett vasket ut av jorda som sulfat, og det foregår neppe noen større opphoping av svovel. Men tilføringen i de vanlige gjødselslag er så stor, så jamt fordelt og så regelmessig at svovelmangel av noen betydning er lite sannsynlig. Hvis vi skulle gå over til å bruke vesentlig dobbeltsuperfosfat eller andre svovelfrie fosfatslag, svovelfattig fullgjødsel og kaliumgjødsel med lite svovelinnhold, og kanskje der-til drive husdyrløst jordbruk, ville imidlertid situasjonen være fullstendig forandret. For hvert større skritt mot denne tenkte ytterlighet blir det større grunn til å være oppmerksom på svovelspørsmålet. Jeg kan tilføye at ca. 60 % av hele svovelmengden i gjødsel finnes i superfosfat.

Kobolt.

Hva forsyningen med noen av de omtalte stoffer betyr for husdyra ligger utenom rammen for dette foredrag. Som et sidesprang skal jeg derimot føye til noen ord om kobolt, et mineralstoff som er nødvendig for somme husdyrarter, men så vidt vi vet ikke for plantene. Koboltmangel hos storfe og sau opptrer her i landet særlig på sandjord og myrjord. Tallene nedenfor skriver seg fra et karforsøk ved Institutt for jordkultur med en sandjord fra Lyngdal i Vest-Agder. Jorda disponerer for koboltmangel. I timotei fra dette karforsøk var koboltinnholdet uttrykt i mg pr. kg tørrstoff *) :

	1947		1948
Ser. I Ukalket, pH ca. 5	1. avl.	2. avl.	
a. Uten Co	0,116	0,238	0,042
b. 0,1 kg Co-acetat pr. dekar	0,222	0,282	0,105
c. 100 kg slagg m. 0,25 % Co pr. dekar	0,563	0,592	0,366
Ser. II Kalket, pH ca. 6.			
a. Uten Co	0,087	0,138	0,045
b. 0,1 kg Co-acetat pr. dekar	0,081	0,196	0,062
c. 100 kg slagg m. 0,25 % Co pr. dekar	0,083	0,152	0,061

Vi ser at koboltinnholdet i avlingen har steget betydelig ved gjødsling med små koboltmengder i den ukalkede serien. Samme resultat har vi fått i et annet karforsøk og i markforsøk. Men av tabellen ser vi også at en måtelig sterk kalking har minsket koboltinnholdet i høyet og redusert eller eliminert virkningen av koboltgjødsling. Det er grunn til å være oppmerksom på at kalking kan forværre koboltmangelen. Men det er også på sin plass å ta et forbehold om denne virkningen. For det første vil den kanskje være mindre i marken enn i kar, fordi planterøttene i første tilfelle vanlig vil komme i berøring med jord som er lite eller ikke påvirket av kalken. Men særlig er det grunn til å merke seg at hvis kalkingen

*) Analysene er utført ved Biokjemisk Institutt, Norges Veterinærhøgskole.

resulterer i større kløvermengde i gras og høy, kan koboltinnholdet i avlingen stige, fordi belgvekstene har betydelig større koboltinnhold enn grasartene.

For fullstendighets skyld bør det tilføyes at gjødsling med kobolt vil falle litt dyrere enn bruk av koboltpreparater som blir gitt direkte til dyra. Det avgjørende blir hva en finner mest praktisk.

Etter denne fragmentariske oversikt kan det være på sin plass å regne opp endel faktorer som enkeltvis eller flere sammen har betydning for plantenes forsyning med mineralstoffer og dermed spiller større eller mindre rolle for de forskjellige næringsstoffmangler.

1. Innholdet av de forskjellige stoffer i de bergarter mineraljorda er oppstått av, og i de planter som har dannet myrjorda, varierer betydelig. Som eksempel kan jeg nevne at mange eruptivbergarter og sandstein er fattige på bor, leirskifer og glimmerskifer relativt rike. Kvitmoserik torv inneholder lite av alle mineralstoffer.

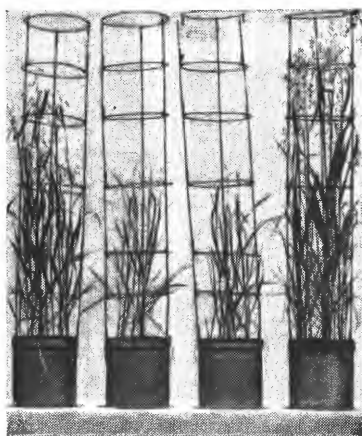
2 Frigjøringen av de forskjellige stoffer ved forvitring foregår langsomt eller raskere. Mineralet turmalin avgir bor svært langsomt, leirkolloidene i sedimentære bergarter mye raskere.

3. Utvasking og erosjon (ved vatn og vind) er viktige faktorer. Alle mineralstoffmangler spiller større rolle der utvaskingen er stor enn der den er liten.

4. Binding i slik form i jorda at stoffene blir lite tilgjengelige eller utilgjengelige for plantene er en viktig årsak til knapp forsyning med de fleste mikronæringsstoffer.

5. Drifts- og gjødslingsmåten kan være slik at den tærer på ressursene av visse mineralstoffer i jorda.

6. Ubalansert næringstilgang resulterer ofte i hemmet opptak gjennom røttene eller hemmet transport i plantene av visse næringsstoffer. Mange slags fysiologiske vekselvirkninger og samspill mellom næringsstoffene har betydelig praktisk interesse. De ytrer seg oftest som antagonisme, dvs. ved et konkurranseforhold, slik at stort overskott av et stoff induserer relativ mangel på et annet. I sjeldnere tilfeller kan knapp forsyning med ett bestemt stoff virke til at det også blir



b e g h

Fig. 4. Havre dyrket i myrjord fra Smøla, 1944.

Forsøksbehandling 1943 (g/kar.):

b. 16,3 g CaCO_3 (pH 6,0).

e. Som b + 0,1 g koppersulfat.

g. » b + samme Cu-mengde som i e gitt i kopperkonsentrat.

h. Som b + samme Cu-mengde som i e gitt i jernrikt hyttelagg.

mangel på et annet. Det vi vanlig rett og slett regner for mangel på ett eller annet næringsstoff, kan altså tildels med like stor rett oppfattes som skadevirkning av stort overskott eller som en følge av underskott på visse andre stoffer.

Sterk gjødsling med kalium er som før sagt en hovedårsak til magnesiummangel. Omvendt kan god kvelstoffgjødsling sette plantene i stand til å ta opp noe mer magnesium, men denne virkningen av kvelstoff er mye svakere enn den motsatte av kalium. Vi har også enkelte eksempler på at god tilgang på fosfor kan resultere i bedre forsyning med magnesium. Omvendt skal svært knapp tilgang på magnesium kunne bli årsak til knapp fosforforsyning. Ellers kjenner vi bl. a. antagonisme mellom magnesium og kalsium og mellom kalsium og kalium. Gjødsling med kopparsulfat på kystmyrene forsterker eller framkaller ikke sjelden jernmangel. På sterkt kalket myrjord kan kopparsulfat i enkelte tilfelle også føre til manganmangel. Jernmangel skal plantene være mest utsatt for ved knapp forsyning med kalium. Det ville ellers være lett å nevne flere eksempler.

Slike sidevirkninger av visse næringsstoffer eller gjødselslag som jeg har nevnt noen eksempler på her, er ikke alltid av plantefysiologisk natur. De kan helt eller delvis bero på kjemiske prosesser i jorda, og det er i mange tilfelle vanskelig å avgjøre om den egentlige årsak er å finne i eller utenfor plantene. Sikkert er det i hvert fall at næringsstoffbalansen har krav på større oppmerksomhet enn den vanlig har vært gjenstand for hittil.

Årsaksforholdet til det vi vanlig — og altså noe forenklet — kaller mangelsykdommer på kulturvekstene, er altså mangesidig. Vil en se det på enkleste måte, ligger det nær å feste seg ved at årsakene dels henger sammen med naturgitte forhold og dels følger av kulturinngrep. Av flere grunner vil ventelig begge årsaksgrupper gjøre seg sterkere gjeldende i framtiden enn hittil:

1. Folketilveksten og hensynet til størst mulig selvforsyningsgrad ved jordbruksprodukter tvinger til oppdyrking av næringsfattig jord, som mer enn rikere jord disponerer for forskjellige stoffmangler. En stor del av våre jordreserver består av myr og sterkt utvasket mineraljord langs kysten.

2. Vi må nødvendigvis arbeide på å øke avlingene ved sterkere gjødsling og med andre midler. Men større avlinger betyr behov for større mengder av alle næringsstoffer.

3. Utviklingen i kunstgjødselindustrien har vært og er preget av et målbevisst arbeid på å framstille høgprosentlige kvelstoff-, fosfor- og kaliumforbindelser. Det betyr minkende mengder av flere andre næringsstoffer i gjødsla og et annet næringsstoff-forhold. Forsyningssituasjonen er blitt eller kan etter hvert bli betydelig forandret med hensyn til magnesium, bor, mangan og svovel. Et eks.: Forbruket av kalium i kunstgjødsel her i landet var 13 ganger større i 1952 enn i 1912, men magnesiuminnholdet i kunstgjødsla steg sam-

tidig bare omtrent 1/3. I 1912 inneholdt kunstgjødsla knapt dobbelt så mye kalium som magnesium, et unødige snevert mengdeforhold. 40 år seinere var mengdeforholdet mellom kalium og magnesium i kunstgjødsla som 18 til 1, et betenkelig vidt forhold på langt sikt.

4. Mangel på visse mineralstoffer inntreffer lettest ved plante-produksjon uten forbindelse med husdyrhold. Hvis forproduksjonen og husdyrbruket har stor plass, og det blir tatt vare på dyregjødsla, kommer en stor del av mineralstoffinnholdet i plantene tilbake til jorda. Innholdet av magnesium og bor i dyregjødsla kan spille en viktig rolle, og virkning på forsyningen med mangan og sink er påvist. (Da innholdet av de forskjellige stoffer i gjødsla er bestemt av innholdet i foret, må husdyrgjødsla nødvendigvis som regel være mer effektiv til å forebygge enn til å kurere stoffmangler).

Hva mangel på mikronæringsstoffer og magnesium betyr for norsk planteproduksjon kan ingen gi så mye som antydning om med tall. Folk med kjennskap bare til innlandsdistriktene vil sikkert vanligvis undervurdere betydningen, og de som bare kjenner forholdene langs kysten, vil like sikkert som regel ha overdrevne forestillinger om den. Men det er lett å vise til eksempler og ikke vanskelig å finne eksempler på at forsyningen med slike stoffer har avgjørende betydning. På de veldige myrarealer på Smøla disponerer jorda for sterk eller katastrofal mangel på kobber, bor, jern og -- etter sterk kalking -- også mangan. Og storfe og sau er sterkt utsatt for kobolt- og koppermangel. Uten kjennskap til den rolle disse stoffer spiller for planter og dyr ville det bare ha vært mulig å drive et ytterst primitivt jord- og husdyrbruk, og bureisingen på Smøla ville vel ha vært dømt til å mislykkes. Men med vår nåværende viten er det ikke særlig vanskelig å ta avlinger på 600—700 kg høy, 300 f. e. på beite, 2000—2500 kg poteter og 3000 kg eller mer av gulrøtter, alt pr. dekar. Og dyra behøver ikke være mer utsatt for sykdom der enn mange andre steder.

Med dette eksempel håper jeg også å ha gjort det klart at den prognosen jeg stilte, ikke var uttrykk for og ikke gir grunn til pessimisme. Vi må selvsagt med all mulig kraft arbeide for å oppnå større avlinger og ikke vike tilbake for å dyrke opp også næringsfattig jord. Men vi må nytte den viten vi har vunnet, og ta de nødvendige forholdsregler også på det område vi har for oss i øyeblikket.

Situasjonen nå og utsiktene for framtiden reiser naturlig spørsmålet om vi skal gå til å lage mer allsidig kunstgjødsla ved planmessig tilsetning av flere næringsstoffer. Saken er langt fra så opplagt og enkel som mange forestiller seg. Spør vi om dette er rette vegen å gå, og om måten å gjøre det på, må svaret bli forskjellig for de ulike stoffer og alt etter som forholdene er.

Vi må ikke ensidig oppfatte alle sjeldnere stoffmangler som gjødslingssspørsmål. I noen tilfelle er det først og fremst spørsmål om en høvelig regulering av jordreaksjonen eller om fornuftig gjøds-

ling med de vanlige gjødselslag. Hva disse faktorer kan bety går fram av det som er sagt før. Jordarbeidingen har betydning for visse stoffmangler (eks. mangan og jern). Plantevalget spiller en viktig rolle. Forskjellige vekster reagerer ofte svært ulikt, og sortsforskjellen kan også være stor. Tildels er det mest praktisk å sprøyte en oppløsning av det aktuelle stoff over bladverket i stedet for å blande det i jorda og henvise plantene til å finne det igjen der. Denne framgangsmåten har mye for seg for stoffer som ofte er mindre effektive når de blir blandet inn i jorda i et lett oppløselig salt, fordi de i løpet av kort tid går over i en form som er utjenlig som næringskilde for plantene (eks. mangan og jern). Sprøyting virker også vanlig raskere enn når stoffet blandes i jorda (bl. a. ved magnesiummangel på frukttrær). Når vi går den vanlige veien om jorda, ville det ofte være den beste løsning om vi var i stand til å gi de aktuelle stoffer i tyngre oppløselige forbindelser, som kunne gi fra seg små stoffmengder litt om senn gjennom lengre tid. De kjemikaller vi vanlig bruker når vi vil tilføre mangan, bor og jern m. fl. stoffer, har relativt kortvarig virkning og må brukes i uforholdsmessig store mengder i relasjon til plantenes behov, fordi størparten av næringsstoffene blir inaktivert eller vasket ut på forholdsvis kort tid. På kystmyrer der en er plaget av mangel på kobber og jern, vil visstnok jernrikt og kobberholdig slagg til en viss grad svare til de krav jeg nettopp nevnte, men slagget er dessværre en vare som ikke tåler lang transport. Ellers kan det bl. a. bli tale om å bruke finmalte mineraler som jordforbedringsmidler. Kunstig framstilte forbindelser som kan avspalte mikronæringsstoffer litt om senn, blir det også eksperimentert med.

De seinere år er det flere ganger vakt mosjon for å blande mikronæringsstoffer i jordbrukskalk. Det er etter min mening bare unntaksvis en praktisk løsning og ikke sjelden åpenbart uriktig. Det ville t. eks. være meningsløst å blande mangansulfat i kalk. En skal aldri kalke der det er påvist manganmangel, en skal alltid ta seg i vare for å kalke så sterkt at det blir manganmangel, og ved måtelig kalking er ikke mangansulfatet til noen nytte. Derimot kan det være tale om å blande boraks i kalk, men bare til bruk der en nokså sikkert regner med bormangel, og også der bare hvis en vil kalke samme året eller året før en dyrker slike vekster som er sterkt utsatt for mangel på bor. Vil en t. eks. kalke i gjeleggsåret, er borblanding som regel ikke lenger til noen hjelp når turen kommer til de vekster som særlig skulle ha nytte av den. En kan også tenke seg å blande koppersulfat i kalk som skal brukes på steder der det er behov både for kalking og for kobber. Men så lenge vi er henvist til å bruke lett oppløselige salter, har jeg vanskelig for å innse at det er noen egentlig fordel ved å blande mikronæringsstoffer i kalk framfor innblanding i kunstgjødsel. Noe helt annet er det at dolo-

mittmjøl har mye for seg der jorda både trenger kalk og utsetter plantene for magnesiummangel.

Vil vi målbevisst sette til andre plantenæringsstoffer enn kvelstoff, fosfor og kalium til kunstgjødning, har vi to prinsipielt forskjellige måter å velge mellom.

Den ene er å lage spesielle typer av visse kunstgjødselslag, bestemt til bruk en enkelt gang eller med noen års mellomrom der det er påvist mangel på ett eller annet mineralstoff. Med sikte bare på slike steder kan en under fabrikkasjonsprosessen eller ved mekanisk innblanding sette til så mye av ett enkelt stoff at en med vanlige gjødselmengder også fører til jorda et høvelig kvantum av det spesielle stoff det kniper med. Det er dette prinsipp som ligger til grunn for framstillingen av en spesiell type av kalkkammonsalpeter med 0,35 % bor. Den er å få ved særskilt bestilling. For å minske faren for misbruk kommer den ikke i handelen på vanlig måte. På liknende måte kan en sette andre plantenæringsstoffer til kunstgjødning hvis en finner det praktisk, om en vil bare for enkelte distrikter (ved mekanisk innblanding).

Den andre framgangsmåten går ut på å gjøre små mengder av ett eller flere andre næringsstoffer enn kvelstoff, fosfor og kalium til ordinære bestanddeler av ett eller flere av de vanlige kunstgjødselslag. Mengdene må da være så små at det ikke er noen fare for overdosering, og at det heller ikke betyr mye for gjødselprisen. Slike mengder strekker som regel ikke til i første omgang der det er utpreget mangel, men de små årlige drypp kan likevel ha stor betydning for plantenes forsyning med somme næringsstoffer på lengre sikt. I et markforsøk på Ås som nå har gått i 16 år, har det vist seg at noen få g bor pr. dekar årlig etter noen tids forløp er nok til å sikre plantenes borforsyning der det ellers er sterk bormangel. Den sistnevnte vegen kan det bare være tale om å slå inn på når en eller annen stoffmangel er sterkt utbredt, og spesielt når den åpenbart tiltar. Her i landet har vi tatt et forsiktig steg på en slik veg i og med at Norsk Hydros fullgjødning blir tilsatt 30 g bor pr. 100 kg, m.a.o. 0,03 %.

I framtiden vil vi sannsynligvis finne det formålstjenlig og praktisk å sette til kunstgjødsel flere eller færre andre plantenæringsstoffer enn de tre vi vanlig regner med nå. Men det kan ikke bli noe universalmiddel. De fleste stoffmangler det er tale om her, er ikke generelle gjødslingsspørsmål på samme vis som forsyningen med kvelstoff, fosfor og kalium. Derfor gjelder det først og fremst å identifisere den eller de stoffmangler som opptrer i det enkelte tilfelle. Og dertil er det en viktig oppgave på lengre sikt å kartlegge forekomsten av disse forskjellige stoffmangler i store trekk.

Det finnes ikke noe universalmiddel til å konstatere om og når det er mangel på ett eller annet av mikronæringsstoffene eller på

magnesium. Vi er henvist til å nytte forskjellige holdepunkter og søke rettleiing på flere måter.

Ofta kan vi slutte oss til noe ut fra jordbunnsforholdene, vekstene det er noe galt med, og driftsmåten. Slikt kan i hvert fall hjelpe oss så langt at vi kan konsentrere mistanken om visse stoffer og legge mindre vekt på eller se helt bort fra andre.

Noen stoffmangler gir seg som kjent hos visse vekster til kjenne ved så tydelige og karakteristiske ytre kjennetegn at en ikke behøver være i tvil om hva som feiler. I mange andre tilfelle er symptomene så utydelige, så varierende etter som mangelen er mer eller mindre sterk og etter vekstvilkårene ellers, eller så lik vekstskader og abnormiteter som har helt andre årsaker, at selv de som har den største erfaring, ikke kan finne ut hva som mangler. Det er eksempelvis lett å påvise bormangel på kålrot, betar og mange andre vekster, likeså manganmangel på havre, magnesiummangel på eple osv. I mange andre tilfelle er de ytre kjennetegn til liten eller ingen rettleiing.

I tvilstilfelle kan det være tale om å dyrke såkalte indikatorvekster. Med indikatorvekster mener vi slike som ved ytre merker reagerer sterkt og karakteristisk for knapp forsyning med ett bestemt stoff. Kålrot er t. eks. en god indikatorvekst for bor, bygg eller havre for kopper, havre for mangan og blomkål for molybden. Potet skulle være brukbar for magnesium. En velger i hver enkelt tilfelle en eller flere vekster i samsvar med de stoffmangler en mener det kan være tale om.

Enkle, praktiske prøver i marken kan være til god rettleiing. En kan sprøyte plantene forholdsvis tidlig i veksttiden med svake oppløsninger av høvelige kjemikalier som inneholder ett eller annet stoff en mener det kan være mangel på, eller en kan gjødsle med slike kjemikalier. I enkelte tilfelle, f.eks. ved jernmangel, kan en nøye seg med å pensle misfargede blad med en oppløsning av vedkommende stoff.

Markforsøk og karforsøk er selvsagt viktige hjelpemidler.

Både ved egentlige forsøk og enkle prøver i marken må en ha i minne at mange stoffmangler opptrer flekkevis, og at de ofte gjør seg gjeldende i forskjellig grad i ulike år.

Kjemiske analyser av jorda kan være til nytte i somme tilfelle og ikke til noen hjelp i andre. Arbeidet med å utforme metoder for kjemiske jordanalyser til rettleiing om forsyningen med mikronæringsstoffer står stort sett tilbake for det tilsvarende arbeid med fosfor og kalium, og vanskene med å skille ut de fraksjoner av næringsstoffene som kan være brukbare mål for forsyningssituasjonen, er vel ofte enda større. Selv om det nok finnes metoder som utvilsomt gir god rettleiing om noen stoffer i hvert fall under visse forhold, er det langt fram til den kjemiske jordanalyse blir et allsidig og noenlunde sikkert praktisk brukbart instrument til å avgjøre om

jorda disponerer for mangel på mikronæringsstoffer og magnesium under våre forhold.

For visse stoffer har en med hell funnet på å bruke biologiske metoder i stedet for kjemiske til å undersøke jorda på laboratoriet. Fargen på sporene til soppen *Aspergillus niger* later f. eks. til å være en sikker indikator på jordas evne til å forsyne plantene med kopper. Denne soppen blir brukt til å undersøke koppertilstanden i jorda i Holland, og den er også benyttet i Danmark.

Kjemiske analyser av plantene kan også være til rettleiing, men langt fra alltid. Den er forbundet med to vesentlige vansker. For det første beror innholdet av de forskjellige mineralstoffer i plantene på et samspill av mange faktorer, ikke bare på tilgangen av det enkelte stoff. Derfor varierer det ikke bare fra sted til sted, men også fra år til år med vekstvilkårene i det hele tatt. For det annet er det vanskelig å fiksere terskelverdier som kan angi omtrentlige grenser mellom tilstrekkelig og utilstrekkelig forsyning. En finner til og med eksempler på det paradoksale forhold at plantene inneholder mye av et stoff som det faktisk er mangel på. Den rettleiing en kan få ved å analysere nokså tilfeldig uttatte planteprøver er ofte svært usikker. Analyseprøvene må i tilfelle tas ut etter et visst system, f.eks. en bestemt plantedel på et bestemt sted på planten og på et noenlunde bestemt utviklingstrinn. Eller en kan ta prøver av åpenbart syke og, så vidt en kan se, friske planter som har vokst under mest mulig like forhold.

Ingen enkelt av de midler og måter jeg har nevnt her, gir tilnærmelsesvis sikker rettleiing for alle stoffer og i alle tilfelle, og ingen er best under alle forhold. De høver hver til sitt bruk, og de supplerer hverandre på forskjellig vis. I vanskelige tilfelle er det ofte nødvendig å bruke flere sammen for å komme til full klarhet. Selv hjelpemidler som ennå er beheftet med betydelig usikkerhet (f. eks. kjemiske analyser av jord og planter), kan være verdifulle når det gjelder å bli orientert om større skilnad i forsyningen med forskjellige plantenæringsstoffer på ulike steder.

Det siste kvartsekels forskning har ikke bare gitt oss en stor sum av ny viten om plantenes næringsbehov og næringsforsyning, men også reist mange og vidt forgrenete spørsmål om slike ting. Fullt oppmerksom på at mange vil oppfatte det som en overdrivelse vil jeg likevel si til slutt at den nyere erkjennelse på flere måter krever en nyorientering med så store konsekvenser, at det vil ta lang tid å vinne fram til noenlunde klarhet over de mange problemer som melder seg.
