

MEDDELELSER

FRA

DET NORSKE MYRSELSKAP

Nr 4

August 1948

46. årgang

Redigert av dr. agr. Aasulv Løddesøl.

MIKRONÆRINGSSTOFFMANGELSYKDOMMER PÅ PLANTER.

Foredrag holdt på Trøndelag Myrselskaps årsmøte i mars 1948.

Av fylkesagronom A. Sorteberg.

Med mikronæringsstoff forstår man et grunnstoff som på en eller annen måte er nødvendig for organismen i meget liten mengde. Når det gjelder mikronæringsstoff med henblikk på plantene, blir det altså et grunnstoff som i meget liten mengde er nødvendig for plantens normale vekst og utvikling.

Alt omkring århundreskiftet finner vi at enkelte forskere omtaler stoffer som kopper, bor og mangan som «vekststimulerende», liksom kopper undertiden blir regnet som tjenlig til å motvirke frost- og tørkeskade på korn. At stoffene er absolutt nødvendige for en rekke planter, er derimot først slått fast i det siste ca. fjerdedels århundre. Inntil for 20—25 år tilbake var det således vanlig oppfatning og lære at de høyere planter bare trengte 10 grunnstoffer for å utvikles normalt, nemlig de 4 metaller jern, magnesium, kalium og kalsium, samt de 6 ikke-metaller kullstoff, kvelstoff, fosfor og svovel samt vannstoff og surstoff. I dag er det i tillegg til disse 10 «klassiske» grunnstoffer vanlig å regne bor, kopper, mangan, zink og molybden. Men da behovet for disse stoffer hos plantene er ytterst lite, kaller vi dem for mikronæringsstoffer. Som mikronæringsstoff regnes forresten også gjerne jern, da jern trenges i meget liten mengde for at planten skal nå normal utvikling.

Gitt i reine næringsoppløsninger, således i vannkulturer i karforsøk, virker mikronæringsstoffene som plantegift når de blir gitt i litt større mengder. I hvert fall for ett av stoffene, bor, skal det heller ikke i marken stor overdosering til for at det skal bli giftvirkning i stedet for nyttevirkning, særlig da på sur jord.

Foruten disse her nevnte stoffer, er det meget mulig at visse planter eller plantegrupper har behov for flere næringsstoffer, altså mikronæringsstoffer. Enkelte forskere mener således at det er god grunn til å regne med flere. Mikronæringsstoffenes antall ser således ennå ut til å være noe flytende.

At mikronæringsstoffene først er innregistrert som plantenæringsstoffer i de siste årtier, kommer naturligvis av at de er nødvendige i så ytterst små mengder. Ved karforsøk har plantene således lett for å få sitt behov dekket uten at stoffene med hensikt tilsettes. Således byr selve forsøkskarene en viss fare ved at karveggene kan avgi vedkommende stoff, eller nærings saltene som tilsettes, kan inneholde spor av ikke ønskede stoffer. Videre kan det destillerte vatnet som gis i karene ved starten og seinere i vekstsesongen, ikke være reint nok. Endelig ser det ut til at det i visse tilfelle av andre grunner er vanskeligere å få mangel av mikronæringsstoff i kar enn ute i marken. Som et eksempel kan jeg nevne at jord fra Smøla som i markforsøk har gitt stort utslag for tilsetning av kopper, i karforsøk ved Jordkulturforsøkene på Landbrukshøgskolen har gitt normal avling til samme vekst uten koppertilførsel, selv om en har prøvd å ta de nødvendige forsiktighetsregler mot at kopper på noen måte skulle bli tilført karene.

Om de forskjellige mikronæringsstoffers funksjoner i planten er ennå meget uklart. Jeg skal bare kort nevne at det imidlertid synes å være full enighet om at mikronæringsstoffene må ha betydning som katalysatorer ved en rekke prosesser som er knyttet til plantens ernæring.

Som følge av mikronæringsstoffenes nødvendighet for en hel del planter, opptrer veksthemninger, rent sykelige forhold, eller mer eller mindre avvikelser fra den normale utvikling hos planten hvis vedkommende stoff mangler. Det kan være den vegetative del, eller den generative, dvs. blomsten eller frukten som blir berørt. Graden av mangelen kan veksle fra ubetydelig til hel misvekst. Unormalitet som følge av mangel på et mikronæringsstoff kalles gjerne for mangelsyke. Jeg har forresten i foredragets overskrift brukt uttrykket mikronæringsstoffmangelsyke, da det heller ikke kan bestrides at mangel av et av de andre næringsstoffer også kan kalles for mangelsyke. Når jeg i det følgende skal gjøre rede for en del mikronæringsstoffmangelsykdommer, eller mangelsykdommer, tar jeg med enhver avvikelse hos planten fra normal vekst, enten det gjelder kvalitetsforringelse, veksthemning med eller uten symptomer på å være hva vi gjerne kaller syk, såframt det gjelder mangel på et mikronæringsstoff.

Det mikronæringsstoff som så vidt vi nå vet hyppigst er årsak til mangelsykdommer her i landet, er bor. Bormangel opptrer på all slags jord. Kalking øker faren for bormangel i vesentlig grad. Den best kjente bormangelsyke er vel uten tvil vattersot på kålrot og turnips, en sykdom som jeg antar er så godt kjent at den ikke trenger noen beskrivelse. Bormangel opptrer videre på forbeter og sukkerbeter, hvor mangelen viser seg ved at hjertebladene dør på et forholdsvis tidlig stadium i utviklingen. Etter hvert begynner rota å

råtna fra bladfestet hvor hjertebladene har sittet. Avlingen av røtter blir redusert. Sykdommen kalles for hjerteråte. Hos sukkerbeter går såvel det prosentiske sukkerinnhold som beteavlingen ned. Det samlede sukkerutbytte kan således avta sterkt ved bormangel.

Her i landet er det særlig professor Ødelien og assistent Vidme som har undersøkt de forskjellige kulturplanter's behov for bor, idet de har utført forsøk med bortilsetning til en rekke vekster. Disse undersøkelser har på en utmerket måte kartlagt behovet for bor hos flere av våre jordbruksvekster. Forsøkene er utført i hvitmosetorv og med tilsetning av forskjellige mengder kalk. Det viser tydelig at faren for bormangel tiltar etter som kalktilførselen stiger. Ved en jordreaksjon omkring nøytralpunktet har nesten alle de prøvde vekster vist sterk veksthemning som følge av bormangel. Uten at jeg her skal gjøre nærmere rede for de kalkmengder som er tilført og den reaksjon jorda er brakt opp i ved inntredende bormangel, skal jeg likevel nevne at i markforsøk har poteter vist tydelig bormangel ved svak kalking med en jordreaksjon under 5,0, samt at bygg viste tydelig bormangel ved en pH på 5,2—5,5. Det er i alt utført forsøk med følgende vekster: Bygg, havre, hvete, rug, timotei, engrapp, raukløver, hvitkløver, luserner, blå lupin, sukkererter, aspargesbønner, potet, gulrot, rødbete, reddik og jordbær. Av disse vekster er det bare timotei og engrapp som ikke har lidd av bormangel ved sterkeste kalking. Fra beskrivelsen av bormangelsymptomene skal jeg referere:

Av kornartene led bygg sterkest av bormangel. Skaden viste seg ved unormalt sterk busking, mangelfull, til dels ingen kornsetting samt ved mange og korte røtter. Hvet, rug og havre viste liknende symptomer, men angrepet var svakere enn for bygg.

Poteter viste ved bormangel svak risvekst, små, tykke og krusede blad med oppbøyd rand og med tørråteliknende flekker. Vekstpunktene døde, og riset visnet tidlig. Antall potetknoller ble lite, knollene ble små og ujamne i overflaten, ofte med en brunlig fargetone i skallet.

Gulrøttene ble små. De yngste blad ble ofte klorotiske og tørket inn. Ved særlig sterkt angrep døde plantene på frøplantestadiet.

Rødbeter fikk ved bormangel dårlig vekst, små og tykke blad som etter hvert ble svarte og visnet. Røttene fikk store sår i overflaten på den øvre halvpart av rota. Ved særlig sterkt angrep døde plantene på frøplantestadiet.

Reddik fikk ved bormangel dårlig vekst. Knollene fikk form som gulrøtter, med sprekke og sår i skallet. Ved sterkt angrep døde plantene straks etter spiringen.

Raukløver og hvitkløver viste dårlig vekst ved bormangel. Fargen på bladene ble lysere grønne enn ved normal tilgang på bor. Ved sterkt angrep døde plantene på frøplantestadiet.

På Ny Jords forsøksgard på Smøla har det i de 10 siste år vært arbeidet en del med tilsetning av mikronæringsstoffer til plantene. Alle forsøk er utført på myrjord som markforsøk. Myra er meget nærings- og kalkfattig og har en formoldingsgrad av ca. 3 etter von Posts skala for formoldingen Myra hviler direkte på fjellet uten mineraljord under torvlaget. Dyrkingssjiktet består av hvitmosearter, gråmose og halvgrasartene bjønnskjegg og skjedebladet myrull samt røsslyng og klokkelyg (*Erica tetralix*) som de viktigste. I forsøk med tilsetning av bor har vi med sikkerhet kunnet fastslå at poteter, gulrøtter, reddiker og turnips kan li av bormangel på denne myr. Når det gjelder potetene ble disse dyrket med tilsetning av tre forskjellige kalkmengder, nemlig 300, 600 og 900 kg beregnet som CaO pr. dekar, foruten ukalket. Resultatet av forsøket ble at ved 300 kg CaO var det bare svak tendens til nedgang i potetavlingen uten bortilsetning, mens det ved 600 og 900 kg var tydelig til stor nedgang. Ved 600 kg CaO var knollavlingen uten bortilsetning bare ca. $\frac{2}{3}$ av avlingen med bortilsetning, og ved den største kalkmengde var den gått ned til ca. halvparten. For ukalket var det ingen bormangel. Forsøket ble utført med sortene As og Louis Botha. Av de to sorter var As mest følsom for bormangel.

Sykdomstegnene for bormangel i dette forsøk stemte godt med Ødeliens og Vidmes beskrivelse. Helhetsinntrykket av bormangel fra dette forsøk vil jeg ellers sammenfatte som en sterk forkortelse av potetens utviklingstid, idet riset tidlig stoppet i veksten og visnet. Potetene på rutene uten bor virket således modne for opptaking på et langt tidligere tidspunkt enn på rutene der bor var tilsatt.

Også for reddiker var det god overensstemmelse i forsøkene på Smøla med de sykdomssymptomene som er beskrevet av Ødelien og Vidme.

Gulrøttene viste derimot til dels noe andre bormangelsymptomer i forsøkene på Smøla. Ved bruk av forskjellige kalkmengder har det riktignok blitt avtaket en avling for stigende kalking når bor ikke er tilsatt, men nedgangen i kvantiteten har ikke blitt særlig stor før jordreaksjonen er hevet til omkring nøytralpunktet. Derimot har vi uten bortilførsel, såvel ved sur som nøytral reaksjon, fått en påtakelig dårligere kvalitet hos gulrøttene. Denne kvalitetsforringelse viser seg ved at gulrøttene sprekker og blir uskikket til folkemat. Sprekkingen går som regel helt inn til sentralsylinderen, eller marginen som en vanlig sier, og bevirker at gulrøttene som regel blir misdannet og stygge. Svært ofte vrenger marginen seg helt ut, og gulrøttene blir omtrent flate med en ytterside og en innerside. Slike gulrøtter minner ellers ikke så lite om ei lita flyndre. Mengden av sprukne røtter har i forsøkene vært noe forskjellig når bor ikke er tilsatt, men ofte er omkring halvparten av samtlige røtter sprukket. Som rimelig kan være, er sprekkingen størst hos de store røtter, men også små røtter under 60 g viser høy sprekkeprosent der

bor ikke har vært tilsatt. Med bortilførsel har sprekkingen bare utført 2—3 opp til 8 à 10 %. Noe liknende utslag for bor når det gjelder å hindre sprekking av gulrøtter fant også hagebrukslærer Anfinsen på Gjermundnes landbruksskole.

Av andre forhold enn kalkingen som influerer på borforsyningen til plantene, har vi vanntilgangen. Her i landet har Ødelien og Vidme utført forsøk med bygg, hvor forsøkskarene ble tilført forskjellige mengder med vatn. Når jorda ble vatnet til bare 20 % av vannkapasiteten, opptrådte bormangel raskere og sterkere enn når jorda ble vatnet til 60 % av sin vannkapasitet.

Bormangel helbredes lettest ved tilførsel av borsyre eller boraks. Vanlig mengde til jord som viser tydelige tegn på bormangel, er 1,5 kg boraks eller 1,0 kg borsyre. Borpreparatet må strøs jamnest mulig ut, da ujamn strøing kan føre til så vel knapphet med bormangel enkelte steder som overdosering med giftvirkning andre steder. Om borpreparatet gis i oppløsning eller strøs ut, er det samme, bare det kommer jamnt ut. Personlig synes jeg det er greiest å strø det ut i blanding med 5 til 10-dobbelt mengde fin, ikke helt tørr sand. Blandet med superfosfat, tomasfosfat, 33 % kaliumgjødsel og kalksalpeter kan det også strøs ut. Bortilsetningen bør gjøres om våren før såing. Bor og kunstgjødsel kan moldes ned samtidig.

På jord som disponerer for bormangel, må borgjødslingen fornyes når det er gått en tid. På Smøla har vi hatt tilfredsstillende virkning 3. året av 1,5 kg boraks selv ved så sterk kalking som 900 kg CaO pr. dekar med en jordreaksjon omkring nøytralt punktet. Der regner vi ellers gjerne med en fornyelse med halv bortilsetning av hva som ble brukt første gang, etter 3—5 års forløp hvis det dyrkes borkrevende vekster.

For borbalansen i det lange løp har også husdyrgjødsel sin betydning. Ødelien fant således at borinnholdet i 6 tonn husdyrgjødsel, fast og flytende i blanding, svarte til innholdet i 1/3—1/2 kg boraks. De nå alminnelig brukte kunstgjødselslag inneholder praktisk talt ikke noe bor. Derimot inneholdt det tidligere brukte chilesalpeter litt lettligjengelig bor.

Koppermangel er nokså nøye bundet til bestemte jordtyper, dels bestemt av sin opprinnelse, dels av de klimatiske forhold. Her i landet opptrer koppermangel særlig på sur mineraljord med stort humusinnhold og på myrjord. Koppermangelområdene er særlig å finne langs kysten på Sørlandet, Vestlandet og Nord-Norge. Koppermangel opptrer hos mange forskjellige vekster. En av de første, ja kanskje den første mangelsykdom som ble iaktatt, er den form for koppermangel som opptrer på havre og som seinere ble kalt for gulspissyke. Særlig i de store koppermangelområder i Nord-Holland, Nordvest-Tyskland og Vest-Danmark gjorde denne sykdom stor skade før man forsto å bekjempe den. Navnet gulspissyke som

sykdommen har fått i Danmark, gir uttrykk for at plantene får gule bladspisser. Disse gule bladspisser får planten gjerne når den står med 4—6 blad. Spissen, gjerne ca. $\frac{1}{4}$ av bladet, blir gult eller gulhvitt, knekker og blir hengende ned som en piskesnert. Sykdommen kan minne en del om frost- eller tørkeskade, særlig om frostskaade. Tidligere ble da heller ikke sykdommen så sjelden forvekslet med frostskaade. Fra frostskaade kjennes sykdommen ved at bladene som regel ikke får en skarp linje mellom friskt og dødt cellevev der bladet knekkes over, men bladet blir gult eller gulhvitt også i randen ned en for knekken. For at havren skal li av koppermangel, er det dog ikke nødvendig at den skal få gule bladspisser. Her i landet er antakelig koppermangel uten gule bladspisser langt mer alminnelig enn koppermangel med gule bladspisser. Gule bladspisser viser således graden av angrepet og kjennetegner et sterkt angrep. Svært ofte utvikler imidlertid de vegetative delene seg helt normalt, og koppermangelen viser seg først når matingen av kornet begynner. Likevel kan resultatet bli helt feilslått kornavling. På Smøla har vi således regelmessig koppermangel på havre hvis vi ikke gir kopper-tilskudd, men det er bare ytterst sjelden at vi får angrep på de vegetative deler av planten med gule bladspisser som resultat. Kjerneavlingen blir derimot helt elendig. Flere år har det praktisk talt ikke blitt noen kornavling. I slike tilfelle er halmavlingen ofte endog større der det ikke er tilsatt enn der det er tilsatt kopper, noe en også finner i forsøksresultatene fra Sverige. Ved sterkeste grad av koppermangel vil planten, foruten å få gule bladspisser, i det hele ikke skyte topp. Hos havre vil det som regel skyte meget stubbeskudd utover høsten etter at kornet er skåret, når koppermangelen er så sterkt at det dannes lite eller ingen kjerne. Slike angrep er således ganske lett kjennelige. Langt vanskeligere og derfor også farligere for vår kornavl, er de angrep som bare fører til nedsatt kornavling uten spesielle sykdomstegn. Det er således ikke utelukkende at det kan være koppermangel som ligger til grunn når havre (eller bygg) ikke riktig vil slå til.

Hos våre kornarter opptrer koppermangel ganske hyppig også på bygg, noe sjeldnere på hvete og bare ytterst sjelden på rug. Sykdomstegnene minner ellers meget om kjennetegnene for havre. Innen de forskjellige kornarter viser de ulike sorter seg å være ulik mot-takelig for koppermangel. Sortsforskjelligheten beror på de ulike sorters evne til å oppta kopperet fra jorda, ikke på ulikt kopperbehov. Sortene er m. a. o. ulikt aktive til å forsyne seg med kopper. På grunn av dette forhold førte det i de typiske koppermangelområder til at det foregikk et naturlig sortsutvalg, slik at de mindre mot-standsdyktige sorter etter hvert gikk ut. Etter at en har lært å bekjempe gulspissyke ved å tilføre kopper, har denne sortsulikhet mindre betydning. I hvert fall her i landet skjer sortsvalget på grunnlag av andre sortsegenskaper, og så får vi i stedet tilføre kopper.

Av andre vekster som lir av koppermangel, kan nevnes raukløver, alsikekløver og gulrot, og jeg skal nærmere beskrive koppermangelen på disse vekster ut fra de forsøk som er utført på Smøla.

Raukløver og alsikekløver finnes i forskjellig utenlandsk litteratur omtalt som vekster som kan li av koppermangel. Forsøkene som ligger til grunn for disse oppgaver har hva markforsøkene angår, så vidt jeg har kjennskap til, imidlertid bare kunnet oppvise en noe begrenset avlingsøkning ved tilsetning av kopper. Det har kanskje gått opp i 30—40 à 50 % stigning av høyavlingen, en stigning som selvfølgelig er stor og av meget stor praktisk betydning. På Smøla viste det seg at det ved dyrkingen av de store myrvidder praktisk talt var umulig å få kløver i enga. Da bureisingen tok fatt først i 30-årene, hadde man av forskjellige grunner ingen særlig tro på kløveren som engvekst. For det første har nå ikke kløveren vært særlig godt anskrevet på myrene langs Mørekysten på grunn av vanskelige overvintringsforhold. (Her kan innskytes at sannsynligvis også kalkmangel får ta en del av skylden for dette.) For det annet gjaldt dette nyland, og en måtte regne med at det var vanskelig å få kløveren til virkelig å trives uten forutgående smitting med knollbakterier. Av denne grunn var det ikke vanlig å ta med stort kløver i frøblandingen, men den mengde som ble medtatt, 0,6 kg pr. dekar fordelt likelig på raukløver, alsikekløver og hvitkløver, var likevel nok til at kløveren skulle blitt godt merkbar i enga hvis den hadde slått til. I løpet av 30-årene dyrket Ny Jord opp henimot 30 dyrkingsfelter, hvert på 15 dekar, eller mellom 400 og 500 dekar. Ikke i noen av disse felter var det spor å se av kløver i enga, når unntas hvitkløver som kom etter hvert som feltene ble eldre og delvis avbeitet. Da forsøksarbeidet med mikronæringsstoffene ble tatt opp, ble også virkningen av forskjellige mikronæringsstoffer prøvd på rau- og alsikekløver. Resultatet for koppertilsetning ble her nokså overraskende, idet det viste seg mulig å få begge kløverarter til å slå til når det bare ble tilsatt kopper. Kløverenger er derfor i dag nokså alminnelig på disse myrer. Jeg kan nevne at i forsøksfeltene har kløverens andel av høyet ofte kommet opp i ca. 500 kg pr. dekar i kløverårene. Størst oppnådde kløveravling har vært ca. 900 kg tørt høy. Det har vært mulig å få kløveren til å vokse såvel på nyland som på eldre jord. Hva gjelder utviklingen av kløveren der det ikke er gitt tilskudd av kopper, viser det seg at koppermangel kan opptre alt snart etter at plantene har spirt, idet plantene ganske hurtig visner og dør. I andre tilfelle kan plantene vokse bra en tid etter oppspiringen og sakter først akterut seinere i vekstsesongen. I dette tilfelle lever altså plantene hele oppspiringsåret, men i løpet av første vinter dør som regel svært mange planter, slik at det neste år, som vil bli første høsteår, bare er et fåtall planter igjen der det ikke er gitt kopper-tilskudd. De kløverplanter som lever over, blir i første høstingsår gjerne lysere grønne av farge enn de planter som har fått tilskudd av

kopper. Rau- og alsikekløver ser ut til å forholde seg omtrent ens ved koppermangel.

Også gulrot har gitt meget stort utslag for koppertilsetning på Smøla. Koppermangelen har vist seg ved nedsatt vekst både på røtter og gras. Ved sterkt angrep har det omtrent ikke blitt noen avling. De få kg røtter som er blitt, har hovedsakelig bestått av meget små røtter. Gulrotgraset har i slike tilfelle alt 2—3 uker etter oppspiring fått lysere grønnfarge enn hos normale røtter. Ved tilsetning av kopper har det vært mulig å få gulrotavlinger på 4 à 5000 kg selv ved så sterk koppermangel at det er blitt hel misvekst uten koppertilsetning. Mineraljordtilføring på myra med opptil 25 m³ leir pr. dekar har hevet avlingen til ca. 1000 kg pr. dekar, en avling som selvsagt ikke ville friste noen til å dyrke gulrøtter.

Av andre vekster som kan li av koppermangel, er flere engrasarter samt turnips og kålrot. Koppermangelsymptomene viser seg gjerne ved nedsatt vekst og bladflekker som følge av klorofylldefekter. At koppermangel kan redusere timoteiavlingen betydelig, viser noen få tall fra et toårig forsøk på Smøla, høstet i 1946 og 1947 (1. og 2. års eng). I blandingseng av raukløver og timotei var timoteiens andel av enga for de to år gjennomsnittlig 531 kg pr. dekar med tilsetning av kopper, mens avlingen bare var 380 kg uten tilsetning. Regnet i prosenter svarer det til en avlingsøkning av 42 % for koppertilsetningen. I rein timoteieng ble det høstet 668 kg timotei pr. dekar med koppertilsetning, mens avlingen var 502 kg uten koppertilskudd. Regnet i prosenter var avlingen 33 % større med enn uten koppertilsetning. Selve koppermangelsymptomene hos timotei ligner ellers en del på gulspissyke hos kornartene. Også timoteien får visne bladspisser, men i stedet for å bli gule eller gulhvite blir de nærmest brune. Ellers kjennetegner liten saftpenning i stengler og særlig blad samt større legdeprosent, koppermangel hos timotei. Også andre forsøk enn det tallene her refererer seg til, har vist at timoteiens varighet er blitt mindre ved koppermangel.

Koppermangel bekjempes ved tilførsel av kopper. Det mest brukte og best kjente kopperpreparat er koppersulfat, eller blåstein som det også kalles. Passende mengde til jord som disponerer for koppermangel, ser ut til å være omkring 5 kg pr. dekar. På jord hvor koppermangelen er svak, kan det kanskje være tilrådelig forsøksvis å prøve litt mindre mengde, f. eks. vel halvparten. Jeg kan således nevne at på Smøla, hvor jorda lir sterkt av koppermangel, fikk vi siste år i et forsøk med stigende mengder koppersulfat til gulrot, praktisk talt samme avling enten vi brukte 2, 4, 6 eller 8 kg pr. dekar, liksom avlingene av havre tidligere år har vært tilnærmet de samme enten vi har gitt 3, 4, 5, 6 eller 7 kg koppersulfat pr. dekar. Hvor ofte kopper må tilføres jorda, er det i dag noe delte meninger om. Tidligere regnet en gjerne med at ny koppertilførsel burde gis etter 6—8—10 års forløp, eller kanskje én gang i omløpet, slik at kopperet ble gitt

i havreåret. Ifølge nyere svenske undersøkelser som bl. a. omfatter kopperbestemmelse i jord og avling i et større antall prøver sammenholdt med iakttagelser av plantenes vekst og trivsel i marken, konkluderer en der med at når en har foretatt en éngangstilsetning av kopper i tilstrekkelig mengde, er ikke koppertilsetning nødvendig i meget lange tider framover, idet kopperutvaskingen har vært uten betydning, samtidig som plantene ser ut til å kunne nyttiggjøre seg jordas bundne kopper. Om vi kan praktisere denne lære her i landet før nærmere undersøkelser er gjort, er vel meget tvilsomt. Våre koppermangeldistrikter ligger jo under helt andre klimatiske forhold enn de svenske, forhold som vi må anta har virket og virker på det materiale i jorda som har med bindingen av kopperet å gjøre, og som direkte betinger en sterkere utvasking av kopper. Således kan jeg nevne at assistent Røyset på Fureneset i Askvoll opplyser at en der har fått koppermangel på hvete bare 4 år etter det er gitt tilskudd av kopper på samme jordstykke.

I likhet med boraks og borsyre kan koppersulfat enten strøs ut eller oppløses i vatn og sprøytes ut. Hvis den grovkrystallinske handelsvare brukes, og en vil strø det ut, må varen først knuses. Koppersulfat kan blandes med tomasfosfat og 33 % kaliumgjødsel, men helst ikke med salpeterslagene. Når det gjelder superfosfat, er forholdet noe uklart, så for å være på den sikre siden bør en helst unngå blanding. Koppersulfatet gis helst i god tid før såing og nedmoldes sammen med kunstgjødsel. Kopperholdig slagg fra visse gruver kan også brukes for å helbrede koppermangel, men en bør ikke innlate seg på å bruke slagg uten at det først er prøvd ved en forsøksstasjon eller en har fått kjemisk analyse som en i tilfelle har fått en fagmanns uttalelse om. Jeg kan her nevne at vi på Smøla i de siste år har forsøkt kopperholdig jernslag fra Røros. Etter de foreløpige undersøkelser vi har gjort, ser kopperinnholdet ut til å virke bra, men med de store transportutgifter vi har hit, blir kopperet betalt med det dobbelte i dette slagget mot i koppersulfat, hvis en belaster kopperet i slagget med samtlige utgifter. Skadevirkninger av slagget av noen slags art har vi ikke kunnet merke.

Manganmangel opptrer særlig på sandjord med mer eller mindre humus, og på myrjord. Den er knyttet til kalkrik eller sterkt kalket jord. Manganmangel opptrer således sjelden på surere jord enn jord med $\text{pH} = 6,0$. Best kjent er manganmangel på havre, hvor sykdommen kalles lysflekksyke eller gråflekksyke på grunn av de skittengrå flekker bladene får. Fra begynnende småflekker utvikler sykdomsangrepet seg ganske raskt. Flekkene vokser og flyter sammen til større grå partier. Ofte kan flekkene, som strekker seg på langs av bladet, gå tvers over hele bladet, hvorved dette knekker. Gråflekksyken opptrer gjerne når planten står med 4 blad. Tørt vær med knapp vanntilgang fremmer angrepet. Det er således ikke sjelden å se at gråflekksyken kommer nokså plutselig etter et par dagers rik-

tig god sol eller tørr vind. Også sterk gjødsling med nitratkvelstoff forsterker angrepet. Gråfleksyke kan nedsette både korn- og halmavlingen betydelig. Ved sterke angrep kan toppskyting utebli.

Også på bygg, hvete og rug kan manganmangel forekomme, men gjerne svakere enn på havre. Også her opptrer bladflekker. Av andre vekster som kan li av manganmangel, kan nevnes forskjellige eng- og beitegras, beten, kålrot samt poteter. Flekker på bladene med bortdøen av cellevevet viser seg som regel på alle vekster ved manganmangel, om enn sykdomsbildet er noe forskjellig for de ulike vekster.

Manganmangel kan bekjempes på noe forskjellig vis. Tilførsel av mangansulfat i en mengde av ca. 5 kg pr. dekar gir som regel godt resultat. Men dette er ikke billig, da virkningen ikke varer mange år. Etter dagens pris koster mangansulfat kr. 1,60 pr. kg. Best er det om en kan være forsiktig med kalkingen der det er grunn til å vente manganmangel. Det kan ellers nevnes at sterk kalking gjerne er verre for plantene enn om jorda i seg selv er kalkrik. Bruk av svovelsur ammoniakk som kvelstoffnæring er bra på grunn av dette gjødselslags sure reaksjon. Tomasfosfat skulle på grunn av sitt kalkinnhold virke uheldig. Likevel må dette gjødselslag regnes for gunstig, da det inneholder 3—5 % mangan i en form som ser ut til å være letttilgjengelig for plantene. Ved bruk av 25 kg tomasfosfat kan en regne med å tilføre jorda omtrent samme manganmengde som en tilfører ved å gi 2,5 kg mangansulfat, slik at en i løpet av to år vil komme opp i samme manganmengde som en éngangstilførsel av 5 kg mangansulfat.

Da det tilførte mangan i jorda ganske raskt blir unyttbart for plantene, må det tilføres på nytt forholdsvis snart, kanskje etter 2 til 4 års forløp. Mangansulfat gis om våren før såing og nedmoldes sammen med kunstgjødsel. For å spare på mangansulfatet kan det forresten bli aktuelt med sprøyting av plantene i veksttiden i stedet for vårgjødsling, idet en ved sprøyting kan klare seg med en mengde av ca. 1 kg pr. dekar oppløst i 100 l vatn. Sprøytingen bør helst utføres kort tid før en kan vente manganmangelen vil vise seg.

Her i landet kan vi neppe regne manganmangel som noe stort problem, da vi har så meget sur jord. I et land som Sverige derimot, hvor det er meget mer kalkrik jord, regner en manganmangel for den vanskeligste mangelsykdom en for øyeblikket har å stri med.

At jern er uunnværlig for de høyere planter, er gammelt kjent. Ved jernmangel dannes ikke klorofyll, hvorved plantene blir klorotiske. Fra karforsøk har dette lenge vært kjent. I marken opptrer imidlertid jernmangel sjelden. Her i landet er jernmangel av større betydning visstnok bare konstatert på Fureneset i Askvoll og på Smøla, men det er mulige at jernmangel ikke er så helt sjelden på våre kystmyrer. I det følgende skal jeg kort gjøre rede for jernmangelen som den har ytret seg på Smøla.

Hittil er det på Smøla konstatert jernmangel på havre, bygg timotei og engsvingel. På havre ytrer jernmangel seg ved at bladene blir stripet klorotisk, undertiden helt avfargede. Jernmangelen viser seg regelmessig først på plantens 2. blad. Graden av angrepet kan vekse fra ubetydelig til sterkt nedsatt avling av både korn og halm. Bygg viser noe liknende symptomer ved jernmangel som havre. Timotei og engsvingel viser ikke så tydelige gule striper som havre, men blir jammere klorotisk. Jernmangel viser seg å opptre sterkest på jord som blir godt gjennomluftet. Således kan dyrkings- og driftsmåten influere. God jordarbeiding virker således ofte til å forsterke angrepet, og det samme gjør en driftsmåte hvor jorda blir liggende til åker flere år i trekk. Da dertil også bruk av koppersulfat viste seg å forsterke klorosen, ble denne klorose virkelig noe av en trusel for bureisingen på Smøla. Nå viser det seg heldigvis at den kan forebygges relativt billig, etter hva forsøkene hittil har vist. Tilførsel av små mengder mineraljord, helt ned til 4 m³ pr. dekar, har således praktisk talt fullstendig forebygget klorosen både hos havre, timotei og engsvingel. Om dette skyldes mineraljordas jerninnhold eller dens evne til å forbedre jorda fysisk, vet vi ennå ikke noe sikkert om, men det skyldes vel helst begge deler. Langt billigere å bekjempe klorosen er imidlertid å tilføre jern i form av jernslag. Det tidligere nevnte kopperholdige jernslag fra Røros viser seg således å være en meget god jernkilde for plantene, og det er på grunn av sitt j e r n i n n h o l d dette slagget framfor alt er blitt tilført myrene på Smøla. En mengde av 150—200 kg slagge pr. dekar ser ut til å være nok til at klorosen ikke skal gjøre skade av betydning på engvekstene. Til havre har virkningen vært noe dårligere, men likevel så pass god at havre godt kan dyrkes for klorosens skyld.

Dette forhold at jernmangel kan bli forverret ved bruk av kopper, er et godt eksempel på at tilsetning av ett mikronæringsstoff kan framkalle mangel på et annet. Likeså kan nevnes at også manganmangel kan forverres ved koppertilsetning. Videre kan (ifølge utenlandske karforsøk) mangantilførsel forsterke jernmangel, og motsatt, bruk av jern kan forsterke manganmangel. Mikronæringsstoffene bør således ikke minst av denne grunn brukes med forsiktighet og ikke på slump.

De to nyeste stoffer som mikronæringsstoffer betraktet, molybden og zink, vet vi ennå i dag forholdsvis lite om. Ifølge utenlandske forsøk skal molybden være nødvendig bl. a. til havre, salat, raigras og visse kløverarter. Således blir det hevdet at molybdentilskudd til jorda er gunstig for å motvirke kløvertretthet ved at molybden hemmer smørsyredannelse, idet smørsyre regnes å fremme kløvertretthet.

Forsøksleder Hønningstad utførte i sin tid forsøk med tilførsel av molybden, som tydet på at potetens rustflekksyke skyldes molybdenmangel. Ellers vet vi lite eller ingenting om eventuell mangel på molybden her i landet.

Zinkmangel er beskrevet fra Amerika hos en rekke vekster. Sykdomstegnene er noe forskjellige hos de forskjellige vekster. Felles for de fleste synes klorofylldefekter hos plantens grønne deler å være.

Av undersøkelser over zink som er gjort her i landet, skal jeg nevne at kjemiker Bergh ved Statens landbrukskjemiske kontrollstasjon i Trondheim har utført såvel markforsøk som karforsøk med zinktilstening til havre, bygg, hvete og rug. I karforsøkene ble kornavlingen større ved zinktilførsel hos bygg, hvete og rug. Bygg uten zinktilførsel formådde i det hele tatt ikke å frambringe modent korn. Derimot ble halmavlingen meget stor, idet zinkmangel bevirket unormalt sterk busking hos plantene. Felles for de ulike kornarter var at plantene fikk en lysere grønnfarge uten enn med tilførsel av zink. I markforsøkene som ble utført på forsøkgarden Voll, viste zinktilførsel økt kornavling for bygg og hvete.

Jeg har her forsøkt å gi en del karakteristiske kjennetegn på de viktigste sykdommer som følge av mikronæringsstoffmangler på våre kulturplanter. Om en med støtte av en slik beskrivelse nok kan klare å stille riktig diagnose i en del tilfelle, vil nok de diagnostiske kjennetegn ofte være helt utilstrekkelige. Særlig ved mindre utpreget mangel er sykdommens årsak ofte meget vanskelig å fastslå. Jordanalyser, helst i forbindelse med en samtidig kjemisk analyse av avlingen, kan ofte gi gode holdepunkter. Spesielt for jordanalyser er det utarbeidet metoder hvor en opererer med en minstemengde, eller grenseverdi nedad, for jordas innhold av vedkommende stoff. For de fleste bestemmelser kan en vel si at analysemetodene ennå ikke er så sikre og enkle som en kunne ønske. Også bestemmelser av biologisk natur er forsøkt for å fastslå om jorda inneholder nok av vedkommende mikronæringsstoff for de høyere planter. Således blir sporefargen av *Aspergillus niger*, når denne dyrkes i den jord en vil undersøke, brukt som indikator på om jorda inneholder nok eller for lite kopper. Den sikreste måte til å fastslå om vi har å gjøre med noen mangelsykdom, er å legge et forsøksfelt på vedkommende jordparsell og så dyrke en vekst som har stort behov for det stoff vi har mistanke om det er mangel av. Flerårige forsøk er selvfølgelig sikrere enn én-årige. Men da anlegg av forsøk i marken er dyrt og må ledes av forsøkskyndige folk, er de tilfelle som kan bestemmes ved anlegg av markforsøk, temmelig begrenset.

Om bruk av mikronæringsstoffer i flere tilfelle kan heve avlingene betydelig, må vi alltid ha for øye at de ikke er noe universalmiddel til å nå store avlinger, og bruken av mikronæringsstoffer må ikke føre til at vi derfor slapper av på en for øvrig god jordkultur. Selv om vi oppnår avlingsøkning for et eller annet mikronæringsstoff, må vi huske på at det først er ved en god og allsidig gjødsling, en hensiktsmessig kalking, grøfting m. m. at vi får fullt vederlag for vår innsats.
