

INSTITUTT FOR JORDKULTUR  
NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE  
1432 AS-NLH

---

SERIE B 12/85

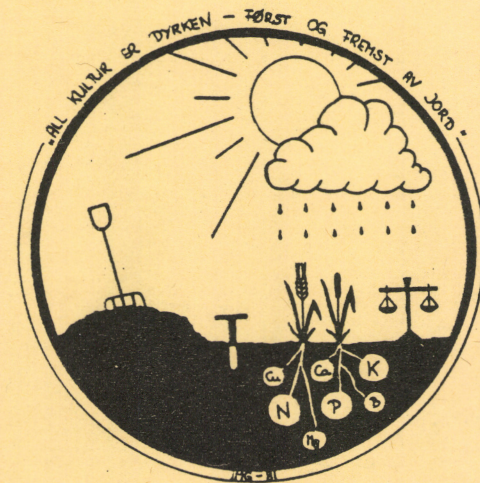
Gjødsling med mikronæringsstoff til høebrukskulturar

Av

Ivar Aasen

Foredrag på landskurs for fylkesgartnarar  
26.-29. august 1985 Ullensvang i Hardanger

Statens fagtjeneste for landbruket



DEPARTMENT OF SOIL FERTILITY AND MANAGEMENT  
AGRICULTURAL UNIVERSITY OF NORWAY  
N-1432 AS-NLH, NORWAY



INSTITUTT FOR JORDKULTUR  
NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE  
1432 AS-NLH

---

SERIE B 12/85

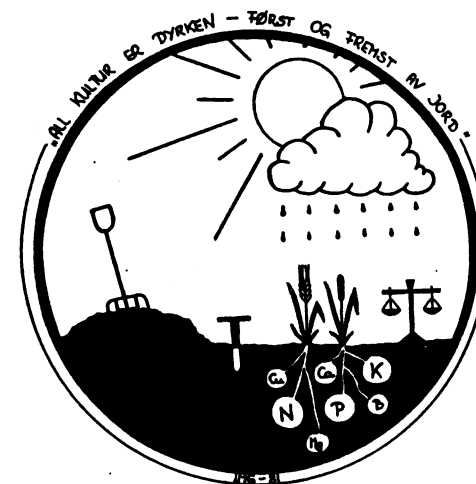
Gjødsling med mikronæringsstoff til høyebrukskulturar

Av

Ivar Aasen

Foredrag på landskurs for fylkesgartnarar  
26.-29. august 1985 Ullensvang i Hardanger

Statens fagteneste for landbruket



DEPARTMENT OF SOIL FERTILITY AND MANAGEMENT  
AGRICULTURAL UNIVERSITY OF NORWAY  
N-1432 AS-NLH, NORWAY

dekar. Av sinkulfat med 22,7% sink svarar dette til 2,2-4,4 kg. Tilsvarande mengder sink i sinkoksyd kan også brukast. Kor lenge ei slik tilføring vil vera verksam, er mellom anna avhengig av jordart, kalktilstand og nedbørtilhøve. Verknad i 3-5 år eller lenger er ikkje uvanleg.

Overdreve stor tilførsel av sink kan føra til skadeleg stort innhald i plantene eller til forstyrning av opptaket av andre næringsstoff. Større mengder enn nødvendig bør derfor ikkje brukast.

#### Litteratur

- BERGMANN, W. 1983. Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. G. Fisher Verlag, Stuttgart. 614 s.
- FOY, C.D. 1973. Manganese and plants. Monogr. Manganese. Nat. Acad. Sci., Nat. Res. Council. Washington, USA 1973, 51-76.
- NELSON, J.L., L.C. BOAWN, and F.G. VIETS, J.R. 1959. A method for assessing zinc and "titratable alkalinity" values. Soil Sci. 88, 275-283.
- TRUOG 1947. The liming of soils. Science in farming, the U.S. Dep. Agr. Yearbook 1941-47, 566-576.

paroksyklorid. Men bladgjødsling med koppar er sjeldan aktuelt til hagebruksvokstrar. I bær- og frukthagar, der det blir brukt kopparhaldige soppmiddel, kan det lett bli svært stort kopparinnhald i jorda.

Mangan: Da årsaka til manganmangel vanlegvis er at manganet i jorda blir oksydert til former som plantene ikkje kan ta opp gjennom røtene, blir det som regel tilrådd å tilføra mangan med bladgjødsling. 0,5-1,0% oppløysning av mangansulfat og 25 l væske pr dekar kan brukast. Til grønsaker har det likevel vist seg at radgjødsling av mangansulfat i blanding med superfosfat, fullgjødsel, eller helst ammoniumsulfat, har verka tilfredsstillande. Høvelege mengder av mangansulfat tilført på denne måten er 2-5 kg pr dekar.

Molybden: Kalking vil vanlegvis vera tilstrekkeleg for å motverka molybdenmangel på mineraljord. På molybdenfattig jord som ikkje har behov for kalk, kan det tilførast 0,1-0,2 kg natriummolybdat pr dekar. Bløyting av såfrøet eit halvt døgn i 1-3% oppløysning av ammonium- eller natriummolybdat kan hindra molybdenmangel og høver særleg godt til visse grønsakslag når dei blir dyrka i lite omfang. I jord for tiltrekking av småplanter kan innblandast 5 g ammonium- eller natriummolybdat pr m<sup>3</sup>.

Sink: Sink kan tilførast som bladgjødsling eller også blandast inn i jorda. Begge måtane verkar bra. Sink-sulfat kan brukast til begge måtane, det same kan visse typar sinkkjelat, men kjelatsambindingane fell dyrare i bruk.

For bladgjødsling kan brukast 0,5-1,0% sink-sulfat oppløyst i vatn, og 25 l væske pr dekar.

Til innblanding i jorda kan brukast 0,5-1,0 kg sink pr

Ivar Aasen  
Institutt for jordkultur  
Norges landbrukshøgskole

#### GJØDSLING MED MIKRONÆRINGSSTOFF TIL HAGEBRUKSKULTURAR

##### 1. Innleiing

I dette foredraget blir hovudvekta lagt på grønsaker, men litt om frukt og bær blir også tatt med. Prydvokstrar blir ikkje behandla her, og heller ikkje veksthuskulturar.

Med mikronæringsstoff meiner vi stoff som plantene treng i små mengder, mikromengder, og som er nødvendige for at plantene skal nå normal og fullstendig utvikling. For høgare planter omfattar dette stoffa

Bor (B)  
Jarn (Fe)  
Koppar (Cu)  
Mangan (Mn)  
Molybden (Mo)  
Sink (Zn)  
Klor (Cl)

Ved plantedyrking på friland blir det neppe mangel på klor. Vel så viktig er det å vera merksam på at enkelte planteslag får nedsett kvalitet dersom tilgangen på klor er stor. Dette gjeld til dømes potet, bønner, agurk og jordbær.

Dersom ein dyrkar erter, bønner, eller andre belgvokstrar, og baserar nitrogenforsyninga på symbiotisk binding, er kobolt (Co) eit viktig stoff. Kobolt er nødvendig for den mikrobiologiske bindinga av nitrogen frå lufta.

##### 2. Grunnlag for vurdering av behov for gjødsling med mikronæringsstoff.

###### a. Jordart og jordtype.

I næringsrik kulturjord med høveleg kalktilstand er det

sjeldan behov for ekstra tilførsel av mikronæringsstoff. Unnatak må gjerast for bor, av di det til borkrevande vokstrar ofte er nødvendig med ekstra borttilførsel, også på jord som elles er i god næringstilstand.

I nydyrka småhagar, særleg ved bustadbygging på skogsmark, er det ofte lite tilgjengeleg bor i jorda. Dette må det takast omsyn til dersom det skal dyrkast borkrevande vokstrar.

Sandjord danna av næringsfattige bergarter, særleg sparagmitt, er vanlegvis fattig på mikronæringsstoff. Slik jord har også låg bufferevne, og blir lett utsett for manganmangel dersom ho blir kalka sterkt og får laus lagring. Kopparmangel er heller ikkje uvanleg på slik jord, og særleg dersom humusinnhaldet er stort.

Ombrogen torvjord, dvs. torvjord på nedbørsmyr, vil ha lågt innhald av dei fleste mikronæringsstoffa.

b. Kalktilstand og tilgjengelegheit av mikronæringsstoff.

Dei fleste mikronæringsstoffa er lettast tilgjengeleg for plantene når pH i jorda ligg rundt 6, og blir tyngre tilgjengeleg når pH stig mot 7 eller derover. Eit unnatak er molybden, som blir lettare tilgjengeleg di høgare pH er.

I figur 1 er vist korleis tilgjengelegheita endrar seg med pH. Største breidde på banda i figuren betyr størst tilgjengelegheit. Dei fleste banda smalnar av også ved låg pH. Dette er mest eit uttrykk for at rotsystemet blir dårlegare utvikla og mindre effektivt til å ta opp næringsionar når pH blir låg. Men for molybden aukar bindingsstyrken sterkt med avtakande pH.

bli nødvendig. Tilførsel av bor i veksttida kan gjerast med bladgjødsling. Kålrot kan bladgjødslast med 1% oppløysning av solubor og 25 l væske pr dekar. Til frukttre og bærbuskar kan brukast 0,25% oppløysning av solubor og 50-100 l pr dekar.

Til borkrevande grønsaker blir tilrådd innblanding av bor i jorda om våren, 1-2 kg gjødslorborat eller 1-1,5 kg solubor pr dekar kan vera høvelege mengder. Frukttre kan tilførast 0,1-0,15 kg solubor pr tre, dei største mengdene til store tre. Kor ofte borttilførsla til frukttre eller bærbuskar skal gjentakast, kan kontrollerast med jord- og bladanalysar.

Bruk aldri meir enn 500 g reint bor pr dekar og år til borkrevande vokstrar. Overdreve tilførsel av bor kan lett gi skade på etterfølgjande grøder.

Jarn: Her i landet er jarnmangel særleg funne på næringsfattig myr i dårleg kalktilstand. På slik jord vil kalking hjelpa. Tilføring av mineraljord, helst jarnrik sand, i mengder på minst 4-6 m<sup>3</sup> pr dekar, vil også verka bra.

Bladgjødsling med jarnsulfat, ca 1% oppløysning og 25 l væske pr dekar har verka bra. Kjelatsambindingar kan også brukast. Innblanda i jorda har jarnsulfat hatt kortvarig og dårleg verknad.

Koppar: Regelen bør ver at koppar skal tilførast i jorda og innblandast jamnt. Radgjødsling av koppar kan ikkje tilråddast. Til innblanding i jorda kan brukast kopparsulfat i mengder på 5 kg pr dekar. Jamt spreidd vil ei slik tilføring ha verknad i minst 8-10 år. Ved svakare mangel kan fullgjødsling 15-4-12 eller kopparhaldig PK-gjødsling brukast. Begge desse gjødselslaga inneheld 0,3% koppar.

Til bladgjødsling blir tilrådd ei 0,5% oppløysning av kop-

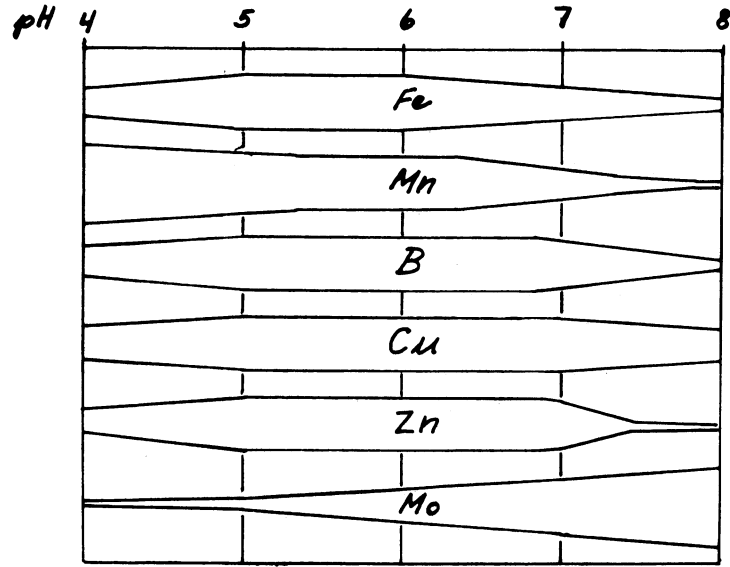
Tabell 4. Spesialgjødselslag for magnesium, svovel og mikronæringsstoff

Gjødselslag	Formel	Innhald i prosent												
		Mg	S	Na	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn				
Magnesiumsulfat	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	9,9	13											
Kieseritt	$MgSO_4 \cdot H_2O$	16-17	22											
Kalsiumsulfat (gips)	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$ <sup>1)</sup>		ca 17											
Boraks	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$			12	11									
Gjødselborat	$Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O$			15	14,6									
Solubor	$Na_2B_8O_{13} \cdot 4H_2O$ <sup>2)</sup>			11	20,5									
Kopparoxiklorid	$CuCl_2 \cdot 3Cu(OH)_2$ <sup>2)</sup>					50								
Kopparsulfat	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$		12,6			25								
Jarnsulfat	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$		11,3				19,7							
Mangansulfat	$MnSO_4 \cdot H_2O$		19					32						
Natriummolybdat	$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$			19						39				
Ammoniummolybdat	$(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$									54				
Sinksulfat	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$		11,1						0,5	2,0	9,0	2,0	0,5	22,7
Fritt (FTE nr. 36) <sup>3)</sup>														2,0

1) Kalsiumsulfat inneheld om lag 23% Ca.

2) Tiltærma formel.

3) Fritt har dårleg verknad mot manganmangel på jord med pH vesentleg over 6,5.



Figur 1. Verknad av pH i jorda på tilgjengelegheit av mikronæringsstoff (e. TRUOG 1947, litt modifisert).

For mangan aukar mengda av frie, toverdige ionar ( $Mn^{2+}$ ), dvs. tilgjengeleg mangan, så sterkt når pH blir låg, at dette kan føra til manganforgiftning.

I eit amerikansk arbeid er nokre planteartar rangert etter kor sterkt dei blir skadd av overskott av mangan. Havre, som toler stor mangantilgang, er brukt som målestokk. Eit utdrag av dette arbeidet er gjengitt i tabell 1.

Tabell 1. Relativ toleranse mot manganoverskott hos nokre plantearter (etter FOY 1973, ref. BERGMANN 1983).

Plantearart	Relativ avling	Plantearart	Relativ avling
Havre	100	Gulrot	50
Potetknollar	90	Rosenkål	45
Purre	70	Tomat	40
Selleri	65	Hovudkål	30
Blomkål	60		

c. Jordanalysar

Bestemming av pH vil som regel vera til god hjelp for å vurdera tilgjengelegheita av mikronæringsstoff. Jordart og moldinnhald gir viktige tilleggsplysningar. Tabell 2 gir oversikt over jordanalysar brukt her i landet for lett-løselege fraksjonar av mikronæringsstoff.

Tabell 2. Jordanalysar for mikronæringsstoff. Oversikt over ekstraksjonsløyningar og nemningar for analyse-resultata.

Stoff	Ekstraksjonsløyning	Nemning
B	Kokande vatn	mg B pr kg tørr jord
Fe	1,0 M ammoniumacetat + 33 ml eddiksyre pr 1 løyning	mg Fe " " " "
Cu	0,02 M løyning av natriumsaltet av EDTA + 0,5 g ammoniumklorid pr 1 løyning	mg Cu " " " "
Mn	0,5 M magnesiumnitrat	mg Mn " " " "
Mo	0,175 M ammoniumoksalat + 0,1 M oksalsyre	mg Mo " " " "
Zn	0,2 N saltsyre	mg Zn " " " "

3. Rådgjerder mot mangel på mikronæringsstoff

a. Indirekte rådgjerder

Av indirekte rådgjerder kan nemnast:

Kalking (molybdenmangel eller manganforgiftning).

Senking av pH gjennom bruk av surtverkande gjødselslag eller elementært svovel (mangan- og sinkmangel).

God tromling (mangan- eller jarnmangel).

Dyrking av sortar som er lite utsette for mangel (plante-foredling).

b. Direkte rådgjerder

Med direkte rådgjerder meinest tilføring av vedkomande stoff som manglar, anten med innblanding i jorda eller med bladgjødsling. Dersom mangelen skuldast sterk binding i jorda, vil bladgjødsling vera ein effektiv tilføringsmåte. For at mest mogleg av sprøytevaska skal festa på blada, må det tilsetjast klebemiddel. Bor, jarn, mangan, og i noko monn også sink blir sterkt bunde i plantene. For desse stoffa kan det derfor vera nødvendig å gjenta bladgjødslinga fleire gonger i veksttida. For å unngå sviskade, bør bladgjødslinga gjerast om kvelden, eller i skya ver. Regn like etter sprøytinga vil setja ned effekten.

Oversikt over spesialgjødselslag for mikronæringsstoff, og også for magnesium og svovel, er gitt i tabell 4. I tillegg finst det for dei fleste mikronæringsstoffa også kjelatsambindingar. Kjelatsambindingane høver særleg godt til bladgjødsling. Men av di dei som regel er dyrare enn uorganiske salt, er det ikkje alltid at det økonomiske resultatet blir betre om ein brukar kjelat.

Bor: Bor kan lett bli vaska ut av rotsona i periodar med overskott av regn. Av di plantene treng tilgang på bor gjennom heile veksttida, kan borkrevande vokstrar med lang veksttid lett bli utsette for bormangel, enda om bor er tilført i jorda om våren. Ein bør derfor følgja nøye med nedbørtilhøva og gi ekstra bortilførsel dersom dette skulle



eller støv kan føra til store feil i analyseverdiane.

I litteraturen finst tabellverk med opplysning om variasjonsområde og grenseverdier for innhald av dei fleste plantenæringsstoffa. Utdrag frå eit slikt tabellverk er gjengitt i tabell 3.

Tabell 3. Normalt innhald av mikronæringsstoff i nokre kulturplanter (Etter BERGMANN 1983, litt modifisert)

Vekst	mg pr kg tørrstoff				
	B	Mo	Cu	Mn	Zn
Blomkål 1)	30-80	0,50-1,00	5-12	30-150	30-70
Hovudkål 2)	25-80	0,40-0,70	5-12	30-150	20-60
Rosenkål 2)	30-80	0,40-0,70	5-12	40-150	20-60
Knutekål 3)	30-80	0,40-0,70	5-12	50-150	20-60
Gulrot 4)	30-80	0,50-1,50	7-15	50-150	30-80
Raudbeter 5)	35-80	0,20-1,00	7-15	50-150	20-60
Lauk 6)	30-50	0,15-0,30	7-15	40-100	20-70
Erter 7)	30-70	0,40-1,00	7-15	30-150	25-70
Eple 8)	25-50	0,10-0,30	5-12	30-150	20-50
Surkirsebær 9)	30-60	0,10-0,30	5-12	35-150	25-50
Jordbær 10)	30-70	0,20-1,00	7-15	40-150	20-70
Bringebær 11)	35-80	0,20-0,50	7-15	35-150	20-70
Solbær 11)	25-50	0,15-0,50	6-12	40-150	20-70

- 1) Midtre blad ved begynnande danning av hovud
- 2) Fullt utvikla blad ved begynnande danning av hovud
- 3) Fullt utvikla blad litt før hausting
- 4) Heile bladrosetten midt i veksttida
- 5) Midte fullt utvikla blad midt i veksttida
- 6) Blad midt i veksttida
- 7) Fullt utvikla blad ved begynnande blomstring
- 8) Blad midt på årsskotta i juli-august
- 9) Blad midt på årsskotta i juni-juli
- 10) Fullt utvikla blad midt i planta ved blomstring
- 11) Fullt utvikla blad frå blomstring til modning

Hittil er det berre for koppar at jordanalysane har fått nokon særleg betydning for rettleiing om behovet for tilførsel. Men også for bor og sink ser det ut til at jordanalysane kan gi nyttige opplysningar.

Koppar: Grenseverdien for mangel er sett til 1 mg Cu/kg tørr jord. Faren for kopparmangel ser ut til å auka med aukande humusinnhald og aukande pH i jorda.

Bor: Grensen mellom mangel og overskott av bor er svært tronge. Det er også stor skilnad på kor stor tilgang på bor dei enkelte artene treng, og også kan tola. Medan 0,3-0,5 mg B pr kg tørr jord neppe fører til forgiftning hos nokon av kulturplantene våre, og også vil vera tilstrekkeleg for vokstrar med lite borbehov, til dømes korn og gras, så vil dette vera alt for låge verdier for dei fleste grønslagslaga, og også for frukt og bær. Bortal på 1 mg pr kg kan gi forgiftning hos kjenslevare vokstrar, til dømes bygg, men vera for lågt for kravfulle grønslager. Bortal på 5 mg pr kg kan derimot vera skadeleg også for meir kravfulle vokstrar. Ved same bortal vil faren for borforgiftning minka ved stigande pH og aukande leirinnhald.

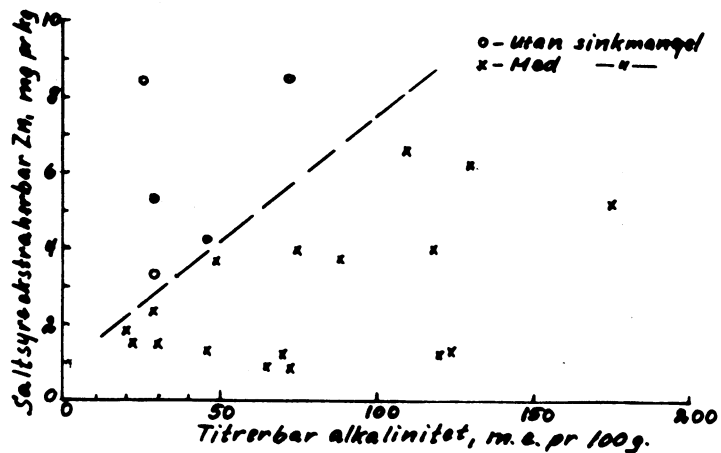
Jarn: Analyse av jarn i mineraljord har ingen interesse for gjødslingsrettleiing hos oss, neppe heller i organisk jord.

Mangan: Av di 2-verdig mangan er svært ustabil i jorda, gir mangananalysen åleine ikkje noko godt uttrykk for mangantilgangen for plantene. Grenseverdier er vanskeleg å setja. Vurdert saman med pH, jordart, humusinnhald, dreneringstilstand og struktur, kan mangananalysen likevel vera til rettleiing. Faren for mangel synest å vera stor dersom innhaldet av lettløseleg mangan er mindre enn 4 mg pr kg tørr jord og pH samstundes er over 6,3. Med minkande pH og aukande pakking av jorda tiltar faren for manganforgiftning. Planteanalysar saman med pH-bestemming i jorda og observasjonar av mangelsymptom på plantene, gir vel så god rett-

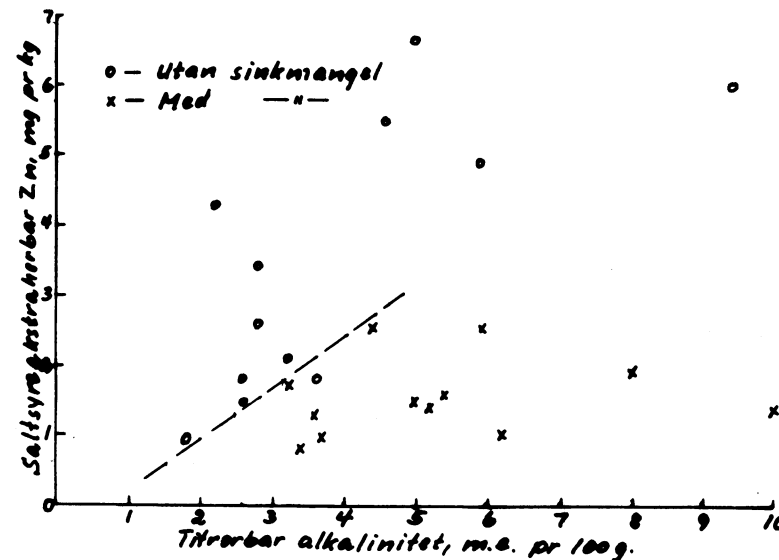
leing om mangantilgangen som jordanalysane.

Molybden: Jordanalysar til rettleing om behovet for gjødsling med molybden har vore lite brukt her i landet. Med støtte i forsøksmateriale frå andre land kan nedre kritiske grense for lettløseleg molybden i mineraljord med pH under 6 setjast til 0,2 mg pr kg tørr jord. Ved pH 7 og 8 er grenseverdiene sette til etter tur 0,15 og 0,10 mg Mo pr kg.

Sink: Sinkmangel er her i landet vesentleg knytta til jord med pH over 7. Saltsyreløseleg sink, oppgitt i mg pr kg tørr jord, ser ut til å gi god rettleing om sinktilstanden når analysetala blir vurdert saman med verdiene for titrerbar alkalinitet. Titrerbar alkalinitet blir oppgitt i m.e. pr 100 g jord og er eit mål for kor mykje saltsyre som trengst for å senka pH til 5,0. Dette er eit mål for bufferkapasiteten i jorda. Samanhengen mellom desse verdiene går fram av figurane 2 og 3, som er tatt frå eit større arbeid med sink i USA. Dette ser ut til å passa bra også for norske tilhøve.



Figur 2. Verdiar for saltsyreekstraherbar sink og titrerbar alkalinitet i jord som inneheld kalsiumkarbonat (e. NELSON et al. 1959).



Figur 3. Verdiar for saltsyreekstraherbar sink og titrerbar alkalinitet i jord som ikkje inneheld kalsiumkarbonat (e. NELSON et al. 1959).

d. Påvising av mangel på mikronæringsstoff hos planter

Hjelpemiddel til dette er:

- 1) Vurdering av mangelsymptom.
- 2) Opplysningar om jorda.
- 3) Opplysning om tidlegare gjødsling og kalking.
- 4) Opplysning om klima, særleg nedbør og temperatur.
- 5) Planteanalysar.

For tolking av jord- og planteanalysar vil referanseprøver frå felt med normale planter like i nærleiken av felt med mangelsymptom vera til god hjelp.

Uttaket av planteprøver til analyse må gjerast etter visse reglar. Til dømes kan analysane gjerast på bestemte blad som er tatt ut på eit visst utviklingstrinn. Heile bladet kan analyserast samla, eller bladplate og bladstilk kvar for seg. Planteprøvene må vera heilt reine. Ureining av jord