

Undersøgelser med henblik på bestemmelse af jordens indhold af aktuelt tilgængeligt mangan

Af ELSE BOKEN

*Afdelingen for Landbrugets Jorddyrkning, Den kongelige Veterinær- og
Landbohøjskole*

Til en bestemmelse af jordens indhold af for planterne tilgængeligt mangan har man anvendt forskellige metoder. Ved disse metoder har man forsøgt at bestemme, dels en ombyttelig fraktion ved ekstraktion med en neutral elektrolyt, og dels en reducerbar fraktion ved behandling af jorden med et reduktionsmiddel.

Når en jord ekstraheres med en saltopløsning, vil den ombyttelige fraktion af jordens manganindhold sandsynligvis tilige indeholde mangan, der har været bundet komplext, og muligvis også mangan frigjort ved reduktion af højere manganilte. Men under alle omstændigheder må man antage, at den såkaldte ombyttelige fraktion udgør den for planterne lettest tilgængelige del af jordens manganindhold, ligesom den formentlig også repræsenterer den del af jordens manganindhold, der er aktuel tilgængelig for planterne, hvorimod en bestemmelse af jordens indhold af reducerbart mangan i højere grad giver udtryk for den del af jordens manganindhold, der vil komme til at stå til rådighed for planterne i løbet af en kortere eller længere tid.

I Danmark har man anvendt den af STEENBERG (12) udformede metode til bestemmelse af jordens ombyttelige manganindhold, idet denne metodes resultater har vist sig at være et værdifuldt hjælpemiddel til bedømmelse af jordernes manganforsyning i det praktiske jordbrug.

Ved Steenbjergs metode ekstraheres det ombyttelige mangan med molær magnesiumnitratopløsning, idet man placerer 100 g lufttør jord i en büchnertragt med en diameter på 9 cm. Efter en let sammentrykning af jorden tilfører man magnesiumnitrat

kontinuert til jordens overflade, indtil der er opsamlet ialt 100 ml af den gennemsviede vædske, idet der successivt opsamles 25 + 25 + 50 ml, hvori mangan bestemmes kolorimetrisk efter iltning til permanganat.

For at opnå de nævnte rumfang anvendes der meget varierende rumfang magnesiumnitratopløsning, afhængig af de analyserede jorders opslugningsevne. Der er således ikke et konstant forhold mellem jord og ekstraktionsmiddel, ligesom også ekstraktionstiden kan variere fra ca. 5 min. for en let sandjord til flere timer for en meget stiv lerjords vedkommende. Dertil kommer, at man ikke kan ekstrahere de humusrige jorder i büchnertragt uden en forudgående fugtning, hvorved de kvælder så stærkt op, at der ikke bliver plads til 100 g jord i den anvendte büchnertragt, man ekstraherer derfor kun 50 g af disse jorder.

Den varierende ekstraktionstid og det manglende konstante forhold mellem jord og vædske må betragtes som principielle mangler ved gennemsvivningsmetoden. Variationen i ekstraktionstid beror sandsynligvis på jordernes fysiske egenskaber, der ikke nødvendigvis er korrelerede med jordernes evne til at afgive mangan til planterne.

Under hensyn til ovenstående, og da gennemsvivningsmetoden endvidere er ret arbejdskrævende, var det naturligt at ændre ekstraktionstekniken fra büchnertragt til rysteflaske, som gjort af HEINTZE (5), der anvendte calciumnitrat som ekstraktionsmiddel, idet 10 g jord rystedes med 250 ml calciumnitrat. Ved dette forhold mellem jord og ekstraktionsmiddel fandt Heintze ved en sammenligning med Steenbjergs metode, idet hun dog anvendte 0,5 molære opløsninger af henholdsvis magnesiumnitrat og calciumnitrat, at der i gennemsnit af 21 jorder ekstraheredes ca. 70 % mere mangan ved rystemetoden og calciumnitrat end ved gennemsvivning med magnesiumnitrat.

Selv om det er en analyse-mæssig fordel at anvende det ekstraktionsmiddel, der udtrækker mest næringsstof af den prøvede jord, så er det dog ved brugen af empiriske analysemetoder til bestemmelse af jordernes næringsstofindhold af hensyn til kontinuiteten i sammenligningen mellem analyseresultat og afgrødens vækst af endnu større betydning stadig væk at anvende samme ekstraktionsmiddel i samme styrke.

Derfor foreslås det, at man fortsætter med at anvende en molær magnesiumnitratopløsning her i landet til bestemmelse af jordens indhold af for planterne tilgængeligt mangan.

Ved de i det følgende refererede undersøgelser BOKEN (2), (3) undersøgtes bl. a. det ekstraherede mangans afhængighed af forholdet mellem ekstraktionsmidlets rumfang og den indvejede jordmængde. Ekstraktionsmidlets rumfang holdtes af praktiske laboratoriemæssige hensyn konstant på 200 ml. I dette rumfang rystedes der henholdsvis 5, 10, 20, 40 og 50 g jord i en time i et rysteapparat, der cirkulerede ca. 50 omgange i minuttet. Herved dannedes følgende forhold mellem ekstraktionsmidlets rumfang og den indvejede jordmængde: 40, 20, 10, 5 og 4. Ved et forhold på 10 fandtes der i et materiale på 50 jordprøver et gennemsnitligt manganindhold af samme størrelsesorden som ved gennemsnitsningsmetoden. Det kvantitative og det kvalitative sammenhæng mellem de to metoder, udtrykt ved henholdsvis regressionskoefficienten og korrelationskoefficienten var endvidere meget stærkt.

Da pH-værdien i en molær opløsning af magnesiumnitrat kan være stærkt varierende i den manganfri vare (Merck) som bruges her i landet, undersøgtes det, om magnesiumnitratopløsningens pH-værdi havde nogen indflydelse på den mængde mangan, der gik i opløsning, når 20 g jord rystedes i en time med 200 ml af molære magnesiumnitratopløsninger med pH-værdier, der varierede fra ca. 4,5 til 8,1. Disse forskelle i magnesiumnitratopløsningernes pH-værdier ændrede ikke den ekstraherede manganmængde.

Rystetidens indflydelse på den ekstraherede manganmængde undersøgtes, når 20 g jord rystedes med 200 ml molær magnesiumnitrat i henholdsvis $\frac{1}{2}$, 1, 2, 4, 6 og 24 timer. Der opnåedes ikke ligevægt efter 24 timers rystning, og der blev ikke frigjort forholdsvis lige store mængder mangan fra de forskellige jorder med en forøgelse af rystetiden.

Da man ønsker at bestemme den mængde mangan, der er lettest tilgængelig for planterne, en mængde, der forudsættes at være korreleret med den manganmængde, der ekstraheres, indebærer dette, at man må gøre rystetiden så kort som mulig. Der valgtes en rystetid på en time, selv om det måske i henhold til

ovenstående var mere formålstjenligt at anvende en $\frac{1}{2}$ time, men da kontakten mellem jord og ekstraktionsmiddel ikke standser ved rystetidens ophør, men også fortsætter under filtreringen, og da jorderne ikke filtreres med helt samme hastighed, udgør denne forskelsbehandling af de enkelte jorder en mindre procentisk del af en time end af $\frac{1}{2}$ time.

Jordekstrakternes manganindhold sammenholdtes med afgrødernes manganforsyning, idet der i 50 markforsøg anlagt af de danske landbo- og husmandsforeninger i 1955 (A. DAM KOFOED og JOHS. OLESEN (7)) i Jylland, på Sjælland, Lolland-Falster og Møen til belysning af mangansulfats virkning til vårsæd (30 forsøg) og roer (20 forsøg) udtoges jordprøver i juli til bestemmelse af jordernes indhold af tilgængeligt mangan. Materialet omfattede 23 lerjorder, 17 sandjorder med mindre end 3 % C og 10 sandjorder med mere end 3 % C. Indenfor denne samling jordprøver varierede jordernes pH fra 5,1 til 8,3, kulstofindholdet fra 0,94 til 24,6 % C og det procentiske calciumkarbonatindhold fra 0 til 25,9.

Samtidig med jordprøvernes udtagning undersøgtes afgrøderne visuelt for mangan mangelsymptomer. Notater herom og (eller) de offentliggjorte høstresultater anvendtes ved sammenligningen med de af jorderne ekstraherede manganmængder.

Det ekstraherede mangan bestemtes umiddelbart efter prøveudtagningen ved at ryste 20 g lufttørret jord med 200 ml molær magnesiumnitrat i en time. Efter filtrering bestemtes manganindholdet kolorimetrisk i en passende mængde af ekstrakten efter tilsætning af fosforsyre, sølvnitrat og kaliumpersulfat med påfølgende iltning til permanganat. Resultatet angives i ppm mangan ligesom Steenbjergs mangantal.

Når der valgtes en grænseværdi på 4, indeholdt 38 jorder 4 ppm tilgængeligt mangan og derunder og betragtedes som mangan manglende; 12 jorder indeholdt mere end 4 ppm mangan og ansås for at være tilstrækkeligt forsynede med dette næringsstof.

For de 38 jorder, der indeholdt 4 ppm mangan og derunder fandtes det, at afgrøden på de 36 jorder (95 %) måtte betragtes, som mangan manglende i henhold til udbyttebestemmelser for tilført mangansulfat eller mangan mangelsymptomers forekomst

i juli måned. For to jorder med et indhold af henholdsvis 2,0 og 2,8 p.p.m. mangan iagttoges der ikke manganmangelsymptomer på afgrøden i nogen af tilfældene. Afgrøden på den ene jord vejedes ikke ved høst, og på den anden jord fandtes der ikke noget merudbytte for tilført mangansulfat.

For de 12 jorder, der indeholdt mere end 4,0 p.p.m. mangan, iagttoges der ikke manganmangelsymptomer for de 10 jorders vedkommende (83 %), ligesom der heller ikke fandtes noget merudbytte for tilført mangansulfat i de 7 tilfælde, hvor afgrøderne vejedes ved høst. På to jorder med et manganindhold på henholdsvis 4,4 og 4,8 p.p.m. gav afgrøden et positivt udslag for mangantilførsel.

Under danske klimaforhold, hvor vårsæden som oftest sås sidst i marts på de lette jorder, iagttages de første manganmangelsymptomer på havre og byg voksende på jorder med utilstrækkelig manganforsyning, når varmen sætter ind i maj. Dette sammenholdt med, at det iagttages i mange tilfælde, at manganmangelsymptomerne atter forsvinder i sommerens løb — muligvis delvis som følge af, at der i denne periode bliver stillet yderligere manganmængder til rådighed for planterne fra lettere reducerbare manganilte — tyder på, at der for disse to kornsorters vedkommende indtræder en kritisk periode med hensyn til deres manganforsyning på et tidspunkt, der ligger 6—7 uger efter såningen. Dette er i overensstemmelse med, at STEENBJERG og BOKEN (14) i 1939 fandt, at mangankoncentrationen i tørstof af havre og byg voksende på en svagt manganmanglende jord var større i maj end i juni.

NICHOLAS og FISCHER (9), NICHOLAS (10), FINCK (4), Ovinge (11), LEWIS (8), HEINTZE (6), AHMED & TWYMAN (1) har for havre, ærter og tomater vist, at en rigelig manganforsyning på bestemte tidspunkter i disse planters udvikling er afgørende for udbyttets størrelse og kvalitet. Herefter må man antage, at metoder, der er i stand til at gengive jordernes indhold af for planterne *aktuelt* tilgængeligt mangan, er af størst interesse for det praktiske jordbrug, men heraf følger også, at jordprøver til bestemmelse af den nævnte manganfraktion må udtages på det tidspunkt i vedkommende plantes vækstperiode, hvor denne har sit optimale manganforbrug.

Det er således et spørgsmål, om man i det hele taget kan fastsætte *een* grænseværdi en gang for alle mellem mangan-manglende og ikke manganmanglende jorder, idet denne grænseværdi bl. a. må være afhængig af afgrødens art og sort, STEENBJERG og BOKEN (13), og tidspunktet for jordprøvens udtagning. Skal jordbundsanalyserne være vejledende på dette område, må der også tages hensyn til disse faktorer.

Som resultat af de i det foregående refererede undersøgelser foreslås det at ændre den her i landet hidtil brugte ekstraktions-teknik til bestemmelse af jordens indhold af for planterne til-gængeligt mangan, gennemsvivningsmetoden, til en rystemetode således, at 20 g jord rystes en time med 200 ml molær magnesium-nitratopløsning i en time, hvorefter mangan bestemmes kolorime-trisk efter iltning til permanganat, som angivet af STEENBJERG. Resultatet angives i p.p.m. Mn ligesom det hidtil anvendte man-gantal. For at få den bedste overensstemmelse mellem analyse-resultat og afgrødens manganernæring foreslås det, at jordprøven udtages på det tidspunkt i plantens udvikling, hvor en rigelig manganforsyning er afgørende for udbyttets kvantitet og kvalitet.

LITTERATUR

1. *Ahmed, B. M. & Twyman, E. S.* 1953. Manganese requirements of tomato plants at different phases of growth. *Nature* 171. 438—439.
2. *Boken, Else.* 1956. Bestemmelse af jordens tilgængelige manganmængde. *Nordisk jordbrugsforskning* 38. 229—232.
3. *Boken, Else.* Investigations on determination of the actually available manganese content in soils. *Plant and Soil: under trykning.*
4. *Finck, A.* 1956. Manganbedarf des Hafers in verschiedenen Wachstumsstadien. *Plant and Soil* 7. 389—396.
5. *Heintze, S. G.* 1938. Readily soluble manganese of soils and marsh spot of peas. *Jour. Agric. Sci.* XXVIII, Part II. 175—186.
6. *Heintze, S. G.* 1946. Manganese deficiency in peas and other crops in relation to the availability of soil manganese. *Jour. Agric. Sci.* 36. 227—238.
7. *Kofoed, A. Dam & Olesen, Johs.* 1956. Fosforsyre- og kaliforsøg samt forsøg med magnesium og mikronæringsstoffer. *Beretning om fællesforsøg i landbo- og husmandsforeningerne* 1955. 9. 144—146.
8. *Lewis, A. H.* 1939. Manganese deficiencies in Crops: I. Spraying pea crops with solutions of manganese salts to eliminate Marsh Spot. *Emp. J. Expt. Agric.* 7. 150—154.

9. *Nicholas, D. J. D. & Fischer, D. J.* 1952. The manganese status of cerea crops in relation to yield of grain and straw. I. Field experiment on oats. 1949 and 1950. Long Ashton Res. Sta. Rept. 1951. 77—87.
10. *Nicholas, D. J. D.* 1952. Mineral status of cereals in relation to final yields. 2. Manganese status of oat. Trans. Inter. Soc. Soil Sci. Joint meeting of Commis. II and IV Dublin 1952: vol. 2. 281—282.
11. *Ovinge, A.* 1937. Kwade harten in Schokkers. Tijdschr. Plantenziekten 43. 67—73.
12. *Steenbjerg, F.* 1933. Undersøgelser over manganindholdet i dansk jord. I. Det ombyttelige mangan. Tidsskr. f. Planteavl 39. 401—436.
13. *Steenbjerg, F. & Boken, Else.* 1938. Karforsøg til belysning af nogle havresorters gødskning med mangansulfat. Tidsskr. f. Planteavl 43. 819—829.
14. *Steenbjerg, F. & Boken, Else.* 1942. Mangan, kobber og bor i vårsæd på forskellige udviklingsstadier. Tidsskr. f. Planteavl 47. 100—131.