

Mangan i barkprodukter

Av forsker Knut Solbraa, NISK, 1432 Ås-NLH

Innledning

Etter at det på grunn av en uheldig komposterings- og dyrkningsteknikk, oppsto betydelige manganskader på agurkplanter som vokste i et bestemt parti av barkkompost (Solbraa 1977), er det foretatt enkle undersøkelser med tanke på å undersøke risikoen for at slike skader skal oppstå og for å finne frem til en brukbar analysemetode for slik «kompost». Ut fra foreliggende erfaringer er det også foreslått en grenseverdi for ekstraherbart mangan i bark som skal brukes som vekstmedium, og pekt på muligheter til å redusere et antatt skadelig stort innhold av slikt mangan. Av økonomiske årsaker er det bare analysert et lite antall prøver i forbindelse med praktisk kompostering av bark.

Undersøkelsen viser imidlertid at en av analysemetodene synes å være lite egnet til dette formålet. Spesielt fordi denne metoden er vanlig brukt til slike analyser, antas det å være berettiget å publisere resultatene.

Mangan i planter

Mangan inngår som katalysator i en rekke viktige enzymatiske og fysiologiske reaksjoner i plantene. Dette er spesielt tilfelle ved respirasjon, nitrogenmetabolisme og klorofylsyntese. Ut fra sin fysiologiske funksjon er mangan et næringsstoff som plantene bare trenger små mengder av, og opptak av større mengder kan lett gi redusert vekst og eventuelt avdøing av blad eller planter. Det er derfor viktig at mengden av plantetilgjengelig mangan holdes innenfor relativt snevre grenser i et vekstmedium når det er ønskelig

med maksimal vekst. I det vesentlige tar plantene opp mangan i form av Mn^{2+} -ioner, men også andre former kan utnyttes i en viss grad. Ikke-tilgjengelig mangan kan aktiviseres på lengre sikt og tjene som en reserve av dette elementet.

Forskjellige planterarter reagerer forskjellig på mangan, og det er sannsynlig at plantenes alder, samspill med andre ioner og vekstforholdene forøvrig har betydning for plantenes reaksjon. Det er påvist symptomer på manganforgiftning på blader som for salat inneholdt 200 til 300 ppm mangan (Roorda van Eysinga & Smilde 1971), for tomat 1000 til 4900 ppm (Smilde & Roorda van Eysinga 1968) og for agurk 680 til 2500 ppm (Roorda van Eysinga & Smilde 1969, Sonneveld & Voogt 1975). Mortvedt et al. (1972) angir generelt verdier på over 500 ppm som skadelig for planter, og i ett tilfelle oppsto partiell avdøing av agurkblad med 570 ppm mangan (Solbraa 1977). (Ppm betyr deler pr. million slik at 570 ppm = 570 mg mangan pr. kg tørrstoff.)

Symptomene på manganoverskudd er i henhold til undersøkelsene som er referert ovenfor brune til fiolette flekker eller partier på bladnervene, klorose mellom nerver, døde flekker ved bladrand og delvis på andre deler av bladflaten og etterhvert avdøing av hele blad. Fordi skaden skyldes at mangankonsentrasjonen overstiger vevets toleransenivå, kan synlige skader oppetre etter kortere eller lengre tids opptak, bl.a. avhengig av vekstmediets innhold av Mn^{2+} -ioner og plantenes resistens. Som regel opptrer sympto-

mene først på eldre blad. Det later imidlertid til at yngre blad kan ha en lavere toleransegrense, slik at hele planten kan vise symptomer i løpet av en uke eller to etter at skaden først er observert. Dette har bl.a. vist seg med agurk. Ved nevnte symptomer bør bladenes mangankonsentrasjon analyseres for å fastslå om årsaken er manganforgiftning, idet også andre forhold kan gi tilsvarende skader.

Mangan i barkmedier

To-verdig (Mn^{2+}) mangan er relativt stabilt i nøytralt eller surt miljø, men kan felles som manganhydroksyd etter tilsetning av en base. Deretter oksydes mangan lett til Mn^{3+} med et oksydasjonspotensial på $-1,51$ volt. Denne formen er ustabil og kan bare eksistere i faste stoffer eller som kompleksion. Etter videre oksydasjon til Mn^{4+} er mangan ikke tilgjengelig for planter (*Sauchelli 1969*). Dette medfører at faren for manganforgiftning i medier med et stort totalinnhold av dette elementet er størst ved pH-verdier under 7 og under reduserende forhold p.g.a. liten oksygentilgang og/eller reduserende stoffer i organiske materialer.

Totalinnholdet av mangan i granbark, som dominerer barkproduksjonen i Norge, varierer mellom 500 og 1000 ppm i de prøvene som er analysert. De laveste verdiene skyldes antagelig for en del utvasking under barkingen, mens de høyeste er funnet i bark fra tørrbarket tømmer. Disse tallene svarer til mellom 60 og 120 g ele-

mentært mangan pr. kbm fersk bark eller nær det dobbelte av dette for kompostert bark. Hvis en større andel av manganet er i form av Mn^{2+} , vil det være fare for forgiftning når slik bark brukes til vekstmedium for lite resistente planter.

Etter analyser av rå jordprøver har *Ståhlberg & Sombatpanit (1974)* beregnet at Mn^{2+} -konsentrasjonen synker med økende pH-verdi slik at den når 0 når $pH = 7,25$. Etter tørking ble 0-punktet nådd ved økende pH ettersom tørketemperaturen økte slik at etter tørking ved 110° var konsentrasjonen 0 ved en pH på 9,3. Disse forfatterne analyserte Mn^{2+} etter ekstraksjon med magnesiumnitrat (se neste avsnitt). Tabell 2 viser at også for barkkompost ble mengden av ekstraherbart mangan redusert med økende pH. Fordi pH var en funksjon av nedbryttingsgraden, kan imidlertid ikke pH utpekes som den eneste variasjonsårsaken i dette tilfellet. Dette understrekes av resultatene i tabell 3 hvor det er meget store variasjoner i mengden av ekstraherbart mangan ved tilnærmet konstant pH-verdi.

For å undersøke effekten av induisert pH-ending, ble en mislykket kompost delt i 5 like prøver, hver på 9 l, og lagt i plastbøtter med god lufttilgang. En prøve var uten tilsetninger etter kompostering (0), og de andre var blandet med 1 kg urea og 0,5 kg superfostfat pr. kbm, med de samme gjødselmengder + 6 kg kalksteinsmel, med 6 kg kalksteinsmel, eller med gjødsel + 1 kg ferdig kompost pr. kbm.

Tabell 1. pH og innhold av totalt og ekstraherbart mangan (Mg-Mn) som ppm i en opprinnelig mislykket kompost etter forskjellige tilsetninger og lagring (u = urea, s = superfostfat, k = kalk, b = kompost).

Parameter	0 døgn		10 døgn					28 døgn					59 døgn					
	0	u+s	u+s	u+s	k	u+s	0	u+s	u+s	u+s	k	u+s	0	u+s	u+s	u+s	k	u+s
			+k	+k	+b	+b			+k	+k	+b	+b			+k	+k	+b	+b
pH	5.4	5.6	7.6	7.9	7.9	7.4	5.8	7.7	7.9	7.8	7.6	6.3	6.7	6.8	7.8	8.3		
Total-Mn	620	550	570	560	550	590	570	620	580	570	660	590	730	720	640	580		
Mg-Mn	230	330	170	66	69	200	350	96	28	60	130	318	107	114	20	1		

Tabell 1 viser pH og innholdet av totalt og ekstraherbart mangan etter forskjellige tidsrom. Ekstraherbart mangan er bestemt med magnesiumnitrat etter *Ståhlberg* (1970).

Uten tilsetning var innholdet av ekstraherbart mangan relativt konstant i 59 døgn til tross for god oksygentilgang og en pH-økning fra 5,4 til 6,3. Lavere verdi ved tidspunkt 0 skyldes antagelig at prøven da var tatt ut øverst i sekken, mens de andre er tatt ut etter innblanding av et vannmettet bunnsjikt. Etter gjødsling ($u+s/u+s+b$) er innholdet redusert til mellom $\frac{2}{3}$ og $\frac{1}{2}$ og etter kalking ($u+s+k/k$) til $\frac{1}{5}$ i løpet av 10 døgn. Samtidig økte den gjennomsnittlige pH-verdien til henholdsvis 7,5 og 7,9. Tilsynelatende førte pH-verdier over 7 til fortsatt oksydasjon, mens en pH-reduksjon under 7 ($u+s/u+s+k$) syntes å øke den relative andelen av ekstraherbart mangan mot slutten av perioden. Det antas at årsaken var delvis anaerobe forhold fordi det etter hvert samlet seg fritt vann i bunnen av bøttene. Det ble registrert vel 100 ppm mangan for de sistnevnte prøvene, mens de to andre ($k/u+s+b$) hadde henholdsvis 20 og 1 ppm.

Det er i denne sammenhengen viktig å være klar over at kalsium- og magnesium-ioner kan frigjøre Mn^{2+} ved ionebytte (*Sonneveld et al.* 1977), slik at kalk må tilføres i så store mengder at pH økes godt over 7 for å redusere manganopptaket i plantene. Små mengder kan gi den motsatte effekten. Et stort opptak av kalsium i plantene kan dessuten føre til binding og inaktivering av mangan i plantevevet og derved øke toleransenivået for mangan (*Le Marc* 1977). Den samme forfatteren fant dessuten at store fosfortilførsler i forhold til tilført kalsium økte manganopptaket, og *Røeggen et al.* (1977) påviste at manganskadde planter inneholdt uvanlig store fosforkonsentrasjoner.

Ved begynnende manganforgiftning er det viktig at mottiltak settes i verk omgående fordi skaden kan utvikles raskt til betydelig avdøing. Kalking og eventuell drenering av mediet har i praksis stoppet en skade som i andre tilfeller ødela kulturen (*Solbraa* 1977).

Som det vil fremgå av tabell 2 førte en regulert komposteringsprosess også til en vesentlig reduksjon av barkens innhold av ekstraherbart mangan, og det ble i en slik kompost funnet verdier på 1 og 16 ppm med samme analysemetode som ovenfor.

Analysemetoder

Som nevnt ovenfor antas at det plantetilgjengelige manganet stort sett forekommer som Mn^{2+} . For å analysere en prøves innhold av dette, er det nødvendig å bruke en ekstraksjonsmåte som bare løser ut denne fraksjonen uten å forandre forholdet mellom mangan i denne og andre former. *Sonneveld et al.* (1977) fant at plantenes opptak var best korrelert med den manganmengden som lot seg ekstrahere med vann uten for sterk uttytning.

I samarbeid med Norsk Hydro og Kjemisk Analyselaboratorium ved NLH er det foretatt analyser av forskjellige barkkvaliteter etter tre metoder. I den første serien er det valgt ut prøver fra bunn- og toppsjiktet i en haug med god kompost, fra de samme sjiktene i en haug med dårlig kompost med delvis anaerobt bunnsjikt, fra mislykket — delvis anaerob kompost og fra fersk bark. I tillegg til pH og totalinnhold av mangan er ekstraherbart mangan bestemt etter ekstraksjon med destillert vann (1 vektandel fuktig bark + 33 deler vann, 10 min. risting ved romtemp.) og med magnesiumnitrat (*Ståhlberg* 1970). Prøvene var ikke tørket, og resultatene er vist i tabell 2.

Tabell 2. pH og innhold av totalt og ekstraherbart mangan som ppm i forskjellige kompostkvaliteter (magnesiumnitrat: Mg-Mn, vann: H₂O-Mn).

Parameter	God kompost		Dårlig kompost		Mislykket kompost	Fersk bark
	Overfl.	Bunn	Overfl.	Bunn		
pH	7.3	6.7	6.5	6.0	5.4	4.5
Total-Mn	400	500	670	600	620	480
Mg-Mn	1	16	170	207	230	170
H ₂ O-Mn	2	3	6	7	39	46

Magnesiumnitrat utløste vesentlig mer mangan enn rent vann fordi Mg²⁺-ioner løser ut Mn²⁺-ioner som er bundet til materialet. Begge metoder ga utslag for barkkvalitet, men disse var opptil 30 ganger større med magnesiumnitrat enn med vann. Analysene viser at den skjønnsmessige grupperingen ga en god vurdering også av innholdet av ekstraherbart mangan.

En vanlig metode for bestemmelse av antatt Mn²⁺-innhold består i tør-

king og eventuelt maling av materialet og ekstraksjon av 4 g med 40 ml 1N ammoniumacetat tilsatt 0,2% hydrokinon i 1 time. For en ny serie prøver er denne metoden sammenlignet med magnesiumnitratmetoden. Prøvene ble tatt i forskjellige dybder i en 3 m høy og 10 m bred haug av opprinnelig mislykket barkkompost. Analyseresultater er vist i tabell 3, og hvert tall er middel av tre prøver fra forskjellige profiler.

Tabell 3. pH og innhold av totalt og ekstraherbart mangan som ppm i kompost tatt i forskjellige dybder (magnesiumnitrat: Mg-Mn, ammoniumacetat: NH₄-Mn).

Parameter	Dybde i m			
	1.1	1.9	2.7	3.5
pH	7.1	6.9	6.9	7.1
Total-Mn	707	657	743	773
Mg-Mn	0	33	278	217
NH ₄ -Mn	359	270	302	248

Dybden er beregnet som middel av den lodd- og vannrette avstanden til haugens ytterkant. Selvom pH ikke reflekterer dette, må det antas at oksygentilgangen var liten i de største dybdene. Oksydasjonen av det opprinnelig reduserte manganet skulle derfor være kommet lengst ved haugens ytterkanter, samtidig som transport av løselig mangan med nedbørsvann skulle kunne føre til en anriking i dypere sjikt. Dette stemmer godt overens med analyseresultatene etter ekstraksjon med magnesiumnitrat, mens ammoniumacetat ga vesentlig større verdier for prøver fra ytre sjikt og ca. 10% høyere konsentrasjoner i prøver fra større

dybder uten sikre forskjeller mellom sjiktene.

Begge metodene er basert på utbytting av Mn²⁺ med henholdsvis Mg²⁺ og NH₄⁺. Det later til at ammoniumacetat-hydrokinonløsningen i tillegg til utbytting kan ha redusert manganoksyder til Mn²⁺ under ekstraksjonen. Dette er spesielt tilfelle i de ytre sjiktene, hvor en stor andel av den opprinnelige Mn²⁺-fraksjonen er oksydert etter opplegging i haug.

Ved Kjemisk analyselaboratorium, Skogøkologisk avd., NISK, anvendes en annen variant av ammoniumacetatmetoden hvor hydrokinon ikke tilsettes. Til 1 del (volum) av materialet settes

5 deler 1N ammoniumacetat som på forhånd er justert til pH 7 med ammoniakk. Denne oppslemmingen får stå over natten før filtrering. Med fersk, tørket og malt granbark ga denne metoden hele 660 ppm ekstraherbart mangan av et totalinnhold på 780. Denne barken var ikke vannbarket i motsetning til prøvene som er omtalt ovenfor, slik at et høyere innhold måtte ventes. Etter kompostering på laboratoriet ved temperaturer på mellom 22 og 41° ble den ekstraherbare delen redusert til 410 ppm etter 10 døgn og til

mellom 250 og 290 ppm etter 14 til 49 døgn. Totalinnholdet steg samtidig, på grunn av stofftapet, til mellom 1050 og 1150 ppm i sistnevnte tidsrom. Denne metoden synes å gi et riktigere resultat, men hensyn til antatt Mn^{2+} -innhold i de forskjellige prøvene, enn foregående metode. Det er derfor nærliggende å anta at hydrokinon kan ha redusert manganoksyder under ekstraksjonen etter ammoniumacetat-hydrokinonmetoden. Tabell 4 viser fullstendige analysetall for mangan fra dette forsøket, pH ble ikke målt.

Tabell 4. Innhold av totalt og ekstraherbart mangan som ppm i gjødslet bark før og etter kompostering i opptil 49 døgn.

Parameter	Komposteringstid i døgn							
	0	10	14	21	28	35	42	49
Total-Mn	780	940	1050	1090	1070	1090	1170	1150
Ekstraherbart Mn	660	410	290	270	280	270	250	270

Det er tidligere påvist at tørking øker mengden av ekstraherbart mangan (« Mn^{2+} ») i aerob jord med størst økning ved lav pH (Ståhlberg & Sombatpanit 1974). I gjennomsnitt for 25 prøver av dårlig eller mislykket barkkompost som ble analysert etter ammoniumacetat-hydrokinonmetoden var innholdet av ekstraherbart mangan 365 ppm uten tørking og 412 ppm for tørkede paralellprøver (Røeggen et al. 1977).

De samme forfatterne har undersøkt forekomsten av skadde agurkplanter etter dyrking i mislykket barkkompost og mengden av ekstraherbart mangan i mediet. De konkluderte med at mer enn 350 ppm mangan skadet plantene, mens det var delvis skade ved mellom 350 og 250 ppm og ikke nevneverdige skader ved mindre enn 250 ppm mangan. I enkelttilfeller var det imidlertid friske planter med opptil 360 ppm ekstraherbart mangan i mediet. Ekstraksjon av tørket materiale med ammoniumacetat-hydrokinonløsning sy-

nes derfor ikke å gi resultater som er tilstrekkelig godt korrelert med forekomst av skader i alle tilfeller. Deres undersøkelse tok imidlertid sikte på å forklare skader på agurk som var dyrket i en mislykket barkkompost, og omfatter derfor ikke prøver av normale kompostkvaliteter.

Konklusjoner

1. Under kompostering ved tilstrekkelig tilgang på oksygen (Solbraa 1976) oksyderes det meste av barkens innhold av ekstraherbart mangan slik at den ferdige komposten ikke inneholder skadelige konsentrasjoner. Ammoniumacetat-hydrokinonmetoden viser at det foreligger en stor reserve av lett reduserbart mangan som på sikt kan forsyne plantene med dette næringsstoffet.
2. Ved «kompostering» under delvis anaerobe forhold øker barkens opprinnelige innhold av ekstraherbart mangan som kan forgifte lite resistente planter når slik bark brukes som vekstmedium.
3. I enkelte tilfeller kan det være tvil om oksygentilgangen har vært tilstrekkelig ved kompostering. Det

anbefales da å undersøke barkens innhold av ekstraherbart mangan etter *Ståhlberg* (1970), og jeg tillater meg på grunnlag av foretatte analyser å foreslå en foreløpig grenseverdi på 100 ppm.

4. For høye verdier av ekstraherbart mangan (etter magnesium-nitratmetoden) kan reduseres ved videre kompostering eller kalking til pH-verdier på over 7.0 til 7.5.

LITTERATUR

Le Marc, P. H. 1977. Experiments on effects of phosphorus on the manganese nutrition of plants. II Interactions of phosphorus, calcium and manganese in cotton grown with nutrient solutions. Pl. Soil 47: 607—620.

Mortvedt, J. J., P. M. Giordano & W. L. Lindsay (eds) 1972. Micronutrients in agriculture. Soil Sci. Soc. Am., Madison, Wisconsin. 666 s.

Roorda van Eysinga, J. P. N. L. & K. W. Smilde 1971. Nutritional disorders in glasshouse lettuce. Wageningen. 56 s.

Røeggen, O., H. Sonju & H. K. Rød 1977. Undersøkelser av årsakssammenhengen til skader på agurkplanter dyrket på barkkompost levert av Norsk Hydro for sesongen 1977. Ås. 41 s.

Sauchelli, V. 1969. Trace elements in agriculture. New York, Toronto, London, Melbourne. 248 s.

Smilde, K. W. & J. P. N. L. Roorda van Eysinga 1968. Nutritional diseases in glasshouse tomatoes. Wageningen. 47 s.

Solbraa, K. 1976. Barkkompostering i praktisk skala. Kongsvingerundersøkelsene K3. Meld. 5. Ås. 18 s.

Solbraa, K. 1977. Skader på agurk i barkkompost — årsak og mottiltak. Gartneryrket 67: 1024—1026.

Sonneveld, C. & S. J. Voogt 1975. Peat substrate as a growing medium for cucumbers. Acta Hort. 50: 45—52.

Sonneveld, C., S. J. Voogt & P. A. van Dijk 1977. Methods for the determination of toxic levels of manganese in glasshouse soils. Pl. Soil 46: 487—497.

Ståhlberg, S. 1970. Förslag till metod för uppskattning av mangantillståndet genom jordanalys. Metodisk Rekommendation 1, SLL, Uppsala. 6 s.

Ståhlberg, S. & S. Sombatpanit 1974. Manganese relationships of soil and plant. I Investigation and classification of Swedish manganese-deficient soils. Acta Agric. Scand. 24: 179—194.

Kvar skal nydyrkinga skje, på myr eller på høgbonitets skog?

Foredrag på Trøndelag Myrselskaps årsmøte 14. 3. 1978.

Av Anders Lunnan.

Innleiing.

I åra 1921—75 vart det fulldyrka ca. 3,3 mill. dekar i Noreg, dette tilsvaerar ei årleg oppdyrking på 60 000 dekar (*Høsteland og Sætre* 1977). Fig. 1 viser at nydyrkinga har variert frå periode til periode. Etter at nydyrkinga gjekk noko ned først på 60-talet, har ho gått stadig opp etter at tilskottsordninga vart lagt om i 1966.

I figuren har vi også teki med oppgåver for totalt areal fulldyrka jord og jordbruksareal i alt. Differansen mellom desse to er natureng og overflatedyrka eng til slått og beite. Trass i den sterke oppdyrkinga har arealet av dyrka jord i alt haldi seg relativt konstant på 8 mill. dekar. Totalt jordbruksareal har imidlertid stadig gått ned i perioden til ca. 9 mill. dekar i 1975.

I St.meld. 14 (1976—77) er det lagt

stor vekt på at jordbruksproduksjonen må aukast. For å nå dei produksjonsmåla ein har sett seg, har Stortinget gått inn for at jordbruksarealet skal aukast frå 9 til 10 mill. dekar innan 1990. Skal dette målet nås, må nydyrkinga aukast betydeleg. Dersom avgangen av jordbruksareal til andre formål i tida framover blir som i dei siste åra, må det dyrkast opp ca. 130 000 dekar kvart år fram til 1990. Stortinget seier vidare at minst ¾ av auken i jordbruksarealet bør skje i nærings-svake strøk.

Utgangspunktet for vår drøfting blir altså at det frå eit politisk bestemt mål skal dyrkast opp betydelege areal i åra frametter. Vi vil stilla spørsmålet om kva for areal det lønner seg best å dyrka opp: Høg bonitets skog, låg bonitets skog, myr i bygda, myr i fjellet osv. Spørsmålet vil bli drøfta ut