

A.21

Stensiltrykk nr. 50.

Institutt for grønsakdyrking

Norges landbrukshøgskole

Oktober 1972

MANGAN I GRØNSAKPRODUKSJONEN

av

GUDMUND BALVOLL

INNHALDSLISLE

	Side
Innhald i planter	3
Manganmangel	6
Artskilnader	6
Symptom	8
Rådgjerder mot manganmangel	9
Manganforgiftning	11
Artskilnader og symptom	11
Kjemiske jordanalyser	13
Rådgjerder mot manganforgiftning	14
Litteratur	16

INNHALD I PLANTER

Normalinnhaldet av mangan i bladverket er vanligvis 50-100 mg pr. kg turrstoff.

Innhaldet er normalt noko høgare i blada enn i andre plantedelar, slik det går fram av to tyske granskingar (tab. 1).

Tabell 1. mg Mn/kg turrstoff

	JUNGERMANN (1962)	KÜHN (1962)
Havre, blad	28	-
Potet, blad	82	-
" , knollar	13	-
Gulrot, blad	149	-
" , rot	27	-
Selleri, blad	130	271
" , knoll	104	93
Kålrot, blad	36	-
" , rot	9	-
Reddik, blad	-	134
" , rot	-	22
Grønkål, blad	50	850
" , stengel	12	127
Salat	104	645

Oppgåver over innhald i dei matnyttige delane i grøn-saker har vi særleg frå USA. BEAR et al. (1948) fann nokså stor variasjon. Minst var variasjonen i kvitkål (2-13 mg Mn/kg turrstoff), og størst i spinat (1-169 mg), medan innhaldet i skolmbøner og tomat utgjorde ei mellomgruppe (2-65 mg Mn/kg). I ei anna gransking vart det funni dei middeltala som er oppsett i tabell 2.

Tabell 2. Innhald av mangan i matnyttige delar.
(HOPKINS & EISEN, 1959).

	Turrstoff- prosent	mg Mn pr. 100 g friskvekt	mg Mn pr. kg turrstoff
Asparges	7,8	0,28	25,9
Gulrot	13,6	0,29	21,3
Sukkermais	25,2	0,20	8,0
Issalat	4,5	0,22	49,0
Tomat	6,3	0,13	20,6

Det er tydeleg at innhaldet vanligvis er høgst, og varierer mest i klorofyllrike plantedelar.

Resultata i tabell 1 og 2 tyder elles på at det er visse artskilnader.

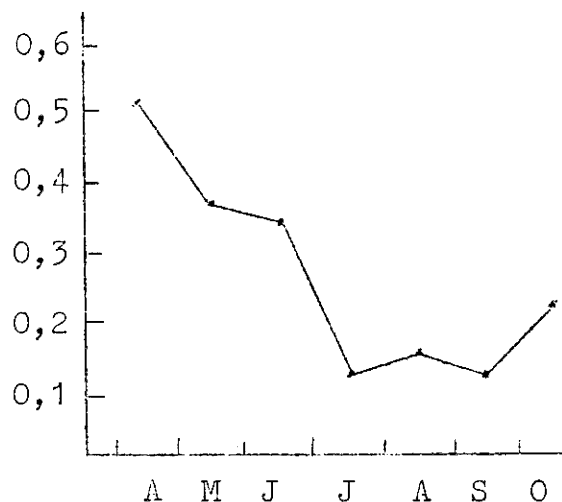
GÜTTLER (1941) hevda at planter innan nellik-, sol-eie- og gaukesyrefamilien har eit høgare innhald enn kross-blomstra- og korgblomstra arter. For dei fleste av dei viltveksande artene han granska, fann han 50-100 mg Mn/kg turrstoff. Ved dyrking i veksthus fann RUMPEL et al. (1967) små skilnader mellom dei grønsakslaga som vart samanlikna. Optium var 20-100 mg Mn pr. kg turrstoff. I ei anna gransking (PAGE, 1966) vart det derimot funni omlag to gonger så høgt innhald i småplanter av raudbete, salat og kepalauk som i tilsvarande planter av gulrot og kvitkål.

Av dette oversynet går det fram at resultata ikkje er særleg einstydelege når det gjeld artskilnader. Ei medvirkande årsak til det kan vera skilnader i innhald mellom sortar slik det er påvist av MESSING (1965) for salat. Ei anna årsak kan vera at artskilnadene vert påverka av jord, gjødsling og klimavilkår, men dette er lite klårlagt.

Innhaldet ser ut til å endra seg under vekst og utvikling. GÜTTLER (1941) fann såleis at det auka med alderen, og WETZOLD (1972) gjev opp 30-60 mg Mn/kg som normalt i unge blad av slangeagurk i veksthus, mot 100-250 mg/kg turrstoff i eldre blad. Dette at innhaldet er høgst i eldre blad, har samanheng med at manganet er tungt rørleg i plantene, og berre i

liten grad kan mobiliserast frå eldre blad over i ny plantevekst.

Av di manganinnhaldet i plantene endrar seg med alder, oksydasjonsforhold i jord og med klima, er det rimeleg at det skjer visse endringar med årstida. For gulrot handelsført i Washington DC i 1957 fann HOPKINS & EISEN (1959) eit mykje høgare innhald i august-september enn om våren (fig. 1), men forfatterane gjer merksam på at noko av skilnaden kan koma av at det var andre produksjonsområde ved tidleg enn ved sein høve- ring.



Figur 1. Manganinnhald til ulike årstider i gulrot handelsført i Washington DC i 1957. (HOPKINS & EISEN 1959).

Ved manganmangel bør ein kunna rekna med at innhaldet er lågare enn det som er normalt, jamvel om det ikkje ser ut til å vera noko einstydig samanheng mellom mangel og lågt manganinnhald i plantene. Men dersom ein tek omsyn til dei tilhøva som påverkar innhaldet, burde mangananalysar av plantene vera til god hjelp for å fastsetja om det kan vera manganmangel som er årsak til misvekst. I friske planter av raudbete fann t.d. ROLL-HANSEN (1964) 53-93 mg Mm/kg turrstoff mot 24-25 mg i planter som viste symptom på manganmangel.

Det ser ut til å vera ein sterk samanheng mellom manganforgifting og innhald i planter. Det er likevel vanskeleg å setja opp skadegrenser. Av forsøk som er utførte, går det fram at grensa for skadeleg innhald blir sterkt påverka av

vekstvilkåra.

Dei fleste plantearter tolererer truleg opptil 500 mg Mn/kg turrstoff i bladverket utan at skaden blir særleg stor, men WIEBE (1969) hevda at for salat kan 200 mg Mn/kg føra til avlings- og kvalitetsproblem. For salat fann MESSING (1965 b) at 200-500 mg/kg gav milde symptom på manganforgifting. Med over 500 mg Mn pr. kg turrstoff var symptoma tydelege og veksten vart sett tilbake.

Ved dyrking av tomat på nydampa jord er det i danske gartneri vanleg å finna ca. 500 mg Mn pr. kg turrstoff i bladverket utan at dette ser ut til å skapa problem (BJERGGÅRD & HANSEN 1972).

For blad av rosenkål har LINGLE et al. (1961) foreslegi eit skadenivå på 1000 mg Mn/kg turrstoff. WADE (1961) fann derimot typiske forgiftingsymptom for blomkålplanter alt ved 500 mg/kg. For slangeagurk i veksthus foreslår WETZOLD (1972) ei skadegrense på 500 mg Mn/kg i unge blad og 800 mg/kg i eldre blad.

I einiskilde høve er det funni ekstremt høge innhald. I ei gransking for gulrot (GUPTA et al. 1970) vart det funni 2600 mg Mn pr. kg turrstoff i blada når det var symptom på manganforgifting, men avlingsnedgang var det først når blada inneheldt 7100-9600 mg/kg. Til samanlikning varierte innhaldet i rota i denne granskinga berre frå 135 til 236 mg Mn/kg turrstoff. I sterkt forgifta planter av rosenkål fann LINGLE (1961) 11500 mg Mn/kg turrstoff (=1,15%).

MANGANMANGEL

Artskilnader.

Ikkje alle planteslag er like utsette for manganmangel. Årsakene til dette er lite klårlagt. Ein skulle tru at planteslag med djuptgåande rotsystem var mindre utsette enn andre, men ein slik samanheng er vanskeleg å påvisa. Ein kunne også tenkja seg at reduksjons- og oksydasjonstilhøva omkring røtene kan vere ulikt for dei ulike planteslaga. Det er til dømes ført prov for at visse bakterier i rhizosferen kan gjera manganet utilgjengeleg for plantene. Vi veit også

at pH ved rotoverflata kan vera nokså ulik for ulike plante-
slag. Det er såleis påvist at sortskilnader i korn med omsyn
til motstandsevne mot surjorskader har samanheng med pH ved
rotoverflata (FOY et al. 1967).

Ein kan også tenkja seg at artene har ulik evne til
å transportera og utnytta det manganet som er oppteki, men
heller ikkje slike skilnader er lette å påvisa.

For grønsakvekster er det utført få samanliknande
forsøk over kor utsette dei er for manganmangel. Samanstillinga
i tabell 3 byggjer i stor utstrekning på granskingar på
myrjord i Michigan (DAVIS & LUCAS 1959).

Inndelinga som er omsett, samsvarar også bra med
einskilde andre opplysingar frå USA (FORSEE 1952, SAUCHELII
1969), men høver ikkje med resultata frå karforsøk i Danmark
(MYGIND 1971). I den danske granskinga vart det funni at kepa-
lauk og salat var lite utsett for manganmangel, medan agurk
og spinat var sterkt utsette. Årsaka til dette kan vera at
plantene reagerer annleis i karforsøk enn på åkeren.

Det er ei praktisk røynsle at sterk kalking mot
klumprot sjeldan skaper manganmangelproblem for kålvekstane.
Eit unntak ser ut til å vera dyrking på skarp sandjord. Deri-
mot er manganmangel ofte eit problem dersom ein dyrkar vekstar
som korn og jordbær på jord som har vori brukt til einssidig
kåldyrking.

Tabell 3. Manganmangel. Gruppering av planteslag.

Sterkt utsette	Utsette	Lite utsette
Bønne	Gulrot	Agurk
Ert	Raudbete	Brokkoli
Kepalauk	Purre	Blomkål
Salat	Reddik	Kvitkål
Spinat	Bygg	Selleri
Potet		
Havre		

Symptom

Manganmangel visar seg ofte flekkvis i åkeren, på stader der jorda inneheld lite finmateriale og er svært laus. Slike flekker kan også vera ei fylgje av ujamn kalking.

Langs kysten på Vestlandet og i Nord-Noreg er det ikkje uvanleg med manganmangel på myr eller moldjord over skjelsand. Skaden er da størst der matjordlaget er grundt.

Hjå oss har det vori ei vanleg oppfatning at manganmangel helst førekjem i varme, tørre forsomrar. Det er tvilsamt om dette er rett. HARMER (1941) hevda såleis at kravet til gjødsling med mangansulfat er størst i kjølige, våte år når plantene veks sakte.

Ved manganmangel blir veksten satt tilbake og plantene blir gulfarga. Ved typiske symptom på bladverket er det eit grønt belte tilbake ved hovudnervene.

Ved sterk mangel blir det avfarga bladverket etter kvart nekrotisk, men til skilnad frå til dømes kaliummangel blir det utdøydde prikkar og flekkar og ikkje større samanhengande utdøydde bladareal (BUSSLER 1958 a). Manganmangel liknar ofte mykje på magnesiummangel, men symptoma viser seg først på unge blad, magnesiummangel derimot på eldre blad.

Ved jarnmangel blir også blada klorotiske mellom bladnervene, men i motsetnad til manganmangel vil nekrose utviklast på eit svært seint stadium og først ved sterk mangel (BUSSLER 1958 a).

Manganmangelsymptoma er svært like for dei fleste plante-slagane. Bønne er ofte rekna som eit typisk eksempel. For ert har det vori ei vanleg oppfatning at manganmangel i første rekke fører til "Marsh Spot", d.v.s. brunt, dautt vev i frøa (t.d. SKENE & KEFFORD 1954), men i karforsøk fekk BUSSLER (1958 a) fram typiske manganmangelsymptom på blada og nedsett vekst utan at det forekom "Marsh Spots".

Ved misvekst i kepalauk er det vanleg at blada visnar frå toppen. Dette er også eit symptom på manganmangel. Meir typiske kjenneteiken er at blada blir gulfarga og bladverket nedliggjande (HARMER 1941).

Salat får lyse, gulfarga blad. Avfarginga er ofte mest tydeleg langs kantane. Bladnervene er ikkje så tydeleg markert

som for mange andre planteslag. Ved sterk mangel blir veksten sett tilbake, og nekrotiske flekker er vanleg (WIEBE 1969).

Gulrot for gule blad med grøne nerver, og symptoma viser seg først på unge blad.

Dei nedre bladflikane på spinat og raudbete krøllar seg ofte oppover slik at blada blir spydforma ved bladstilken. Klorofyllinnhaldet blir redusert, og hjå raudbete vil blada difor bli raudfarga (SKENE & KEFFORD 1954). Blada får elles raude flekker eller prikkar, uregelmessig fordelt mellom nerverne (ROLL-HANSEN 1964). Dette vevet vil etter kvart døy ut slik at det blir hol i blada.

For kålvekstane blir det også typisk klorose mellom bladnervene. Ved sterk mangel vil plantene få ein lys farge, men for sortar med mykje anthocyan vil blada bli raudfarga.

Agurk utviklar typiske manganmangelsymptom (WETZOLD 1972), medan tomat først skal få typiske bladsymptom ved sterk mangel (SKENE & KEFFORD, 1954).

Rådgerder mot manganmangel.

Ved manganmangel er det vanligvis ikkje mangel på mangan i jorda, men eit underskot på tilgjengeleg mangan. Gjødsling med mangan har difor kortvarig verknad på jord der manganmangel er eit årvist problem. Gjødsling med 5 kg mangansulfat pr. dekar framfor såing eller planting vil likevel vera til hjelp i den første og mest kritiske delen av vekstsesongen. WATSON (1972) hevdar at ved gjødsling gjennom jorda får ein betre verknad av manganoksyd enn av sulfat.

AASEN (1972) har utført karforsøk med manganverknaden av "Fitted Trace Element", FTE nr. 36. Forsøka vart utførte med bygg og raudbete. Av resultatata i tabell 4 går det fram at gjødselverknaden av FTE nr. 36 har vori dårlegare enn tilsvarende manganmengder som mangansulfat.

Under tilhøve der det er manganmangel på grunn av sterk binding i jorda, ser det ut til at gjødsling med FTE vil vera til liten nytte. Under slike tilhøve, og særleg der pH er svært høg, må ein også rekna med at gjødselverknaden av mangan i Thomasfosfat er svært dårleg.

Der manganmangel ofte forekjem kan det vera aktuelt å tilføra mangangjødsla saman med andre stoff og på ein slik måte at ein får eit stabilt og reduserande miljø i jorda der manganet er tilført. Kring gjødselkorna av superfosfat oppstår det eit slikt miljø (LINDSAY & STEPHENSON 1959). Innblanding av magnesiumsulfat i superfosfat eller PK-gjødsel kan difor gje ein positiv verknad, slik det er påvist i svenske forsøk (AGERBERG 1962). Manganet blir da i stor utstrekning utfelt som mangan (2+)-fosfat, og det vil forgå ei sakte frigjeving av divalent mangan (SAUCHELLI 1959).

Metoden bør særleg vera aktuell ved radgjødsling eller djupgjødsling.

Tabell 4. Verknad av Mn i karforsøk. Mikronæringstilførsel: 10 kg FTE nr. 36 pr. daa eller tilsvarande i kjemikalier. Avling av raubete i g pr. kar.

Mikronæring i kjemikalier	59,7
" " " - Mn	40,3
FTE nr. 36	49,3
Mikronæring -Mn, +sprøyting etter 3,5 og 7 veker med 2% mangansulfat	88,5

Det ser ut til å vera ei vanleg oppfatning at sprøyting på bladverket med mangansulfat i 0,5-1,0% styrke og 50-100 l pr. dekar, gjev ein sikrere og betre verknad enn vanleg gjødsling. WATSON (1972) tilrår ca. 1 kg mangansulfat pr. dekar i rikeleg vassmengde. Av li manganet er lite rørleg i plantene, kan det vera turvande å sprøyta fleire gonger. For planter med vokslag, som kepalauk, purre, raubete, ert og kålvekstar, må ein tilsetja eit spreiemiddel

SKENE & KEFFORD (1954) hevda at 1% mangansulfat kan brukast utan fare for skadeverknad til kvitkål, rosenkål og raubete, og ved akutt mangel kan det vera turvande å sprøyta med 14 dagars mellomrom. FORSEE (1952) tilrår 0,2-0,4% mangansulfat ved bladsprøyting. For vokstrar som er utsett for svi-skader, til dømes sukkermais, tilrår han oksysulfat. Etter

dette bør ein neppe bruka over 0,3-0,4% mangansulfat til vokstrarar som tåler lite av høg saltkonsentrasjon på bladverket. Dette gjeld særleg bønne og agurk. I veksthus bør ein neppe overstiga 0,2%.

WATSON (1972) tilrår også sprøyting på bladverket med manganchelat i 0,05 til 0,1% styrke. Han hevdar elles at tilføring av urea i 0,2% styrke auka absorpsjonen av mangan ved bladsprøyting.

MANGANFORGIFTING

Artskilnader og symptom.

Det er påvist store artskilnader med omsyn til toleranse mot store mengder mangan. I sandkulturforsøk tilførte HEWITT (1948-1949) skadelege mengder av mangansulfat i næringsoppløsinga til ulike planteslag. Resultata i tabell 5 viser vekt av plantane i prosent av dei i kontroll-leddet.

Tabell 5. Relativ vekt av plantar ved manganforgifting.

Kålrot	25
Tomat	40
Lusern	40
Rosenkål	45
Gulrot	50
Raudkløver	60
Blomkål	60
Selleri	65
Bygg	70
Purre	70
Sukkerbete	85
Bladbete	85
Potet (knollar)	90
Havre	100

Etter HEWITT sine granskingar skulle kålvekstane vera særleg utsette for manganforgifting, men lite for aluminiumsforgifting, medan det motsette var tilfelle for gulrot, purre

og sukkerbete.

Resultata i tabell 5 høver ikkje særleg godt med dei som STENUIT & PIOT (1960) oppnådde. Dei fann at bønne, bete, purre, kepalauk, salat, tomat og tobakk var utsette for manganforgifting, medan kveite, havre, mais og rug vart mindre skadde. Etter ei omfattande gransking fann LÖHNIS (1951) at potet, sennep, havre og jordbær var tolerante mot manganforgifting, medan bønne og bønnevikke var utsette.

LÖHNIS (1951) hevda elles at dei fleste tolerante planteslag tek opp lite mangan, men for ein skilte ser det ut til å vera slik at dei tek opp og tolererer eit høgt innhald av mangan i vevet (tobakk, potet, jordbær).

BUSSLER (1954 b) meiner at grunnen til at plantane tolererer eit høgt manganinnhald i vevet er at manganoverskotet blir oksydert til MnO_2 , som blir avsett i vev der det er fysiologisk lite verksamt.

Avsetningsstaden for dette overskotet ser i første rekke ut til å vera epidermis (BUSSLER 1945 b, WIEBE 1969). I avsetningsstadene utviklast det lett brune til svarte prikkar.

BUSSLER (1945 b) fann at slike prikkar ofte førekjem i hårceller og nabocellene omkring på hypokotyle og bladnerver. Det vart påvist at manganinnhaldet i desse cellene er høgare enn elles i plantedelen. For planteslag som har lite hår er prikkane ikkje regelmessig fordelt langs nervene. Slike flekker eller prikkar er vanlige symptom på manganforgifting (WILLIAMS & VLAMIS, 1957).

WETZOLD (1972) fann for agurk at prikkane var større og tydligare i bladnervene på undersida av blada enn på oversida. Symptoma viste seg først på eldre plantedelar, men spreidde seg raskt til yngre delar. Han fann også at bladnervene etter kvart vart fiolette og at plantane fekk ein viss utsjånad av di blada hadde lett for å knekka i bladstilken.

Ved sterk forgifting kan det oppstå bladrandnekrose (BUSSLER 1954 b). Fleire forfattarar omtalar manganforgifting som bladrandskader med opprulla bladkantar og avfarging langs bladkantane og mellom nervene. Det er mulig at dette er symptom på eit kompleks av surjordskader, d.v.s. manganoverskot i samband med til dømes molybden- og magnesiummangel (BUSSLER 1954 b).

Etter damping av jord er det ikkje uvanleg med manganforgifting. Ein bør her venta å finna typiske symptom slik dei er omtala av BUSSLER (1954 b), av di skadebiletet sjeldan blir påverka av aluminiumsforgifting eller andre surjordsymptom. Etter damping kan derimot skader av høgt innhald av nitritt eller ammonium gjera påvising av manganforgifting nokså vanskeleg.

Kjemiske jordanalysar.

Rådgjerdene mot manganforgifting må gå ut på å redusera aktiviteten av mangan i jorda. Det er difor av interesse å finna kjemiske jordanalysemetodar som gjev uttrykk for intensiteten eller kvantiteten av aktivt mangan i jorda.

HOYT & NYBORG (1971) fann at ekstraksjon med 0.01 M CaCl_2 var ein god metode for å estimera skadlege mengder av mangan for plantane. Andre granskingar har også vist lovande resultat med slike metodar, men ei stor ulempe er at resultatane er lite reproducerbare av de det lett skjer endringar med oksydasjonstilhøva under tørking og lagring av jordprøver.

Mange granskingar har vist at det er ein sterk samanheng mellom pH i jord og manganinnhald i planter (til dømes LOVETT & JOHNSON, 1968) og mellom pH og "tilgjengeleg" mangan i jorda. PAGE (1962) fann at fylgjande samanheng mellom pH og mangan var nokså almengyldig.

$$\text{pMn} = 0.5 \text{ pH} - 3.$$

pMn er her den negative logaritmen av konsentrasjonen av vassløseleg mangan i jorda.

I vasskulturforsøk er det funni at utsette planteslag kan bli skadde av 1-4 mg Mn pr. liter næringsoppløysing, og at mangankonsentrasjonen i jordvaska vanlegvis overstig dette nivået ved pH 4,9 - 5,1. (BLACK, 1968).

I praksis vil difor pH i jorda gje fullgode indikasjonar for når det er fare for manganforgifting. Når pH bestemt i ein vatnsuspensjon viser lågare enn 5,1 - 5,3, må ein rekna med at utsette planteslag under visse tilhøve kan bli manganforgifta. Ein kan truleg rekna med at ved same pH aukar faren for manganforgifting med minkande humusinnhald i jorda.

Rådgjerder mot manganforgifting.

Av de manganforgifting er sterkt samanbundi med låg pH i jorda, er kalking eit sikkert middel til å forhindra skader. Heving av pH (i vatn-suspensjon) til 5,7 - 6,0 vil normalt forhindra slik forgifting.

Jordarbeiding som fører til eit laust jordsmon burde redusera faren for forgifting ved å fremja oksydasjonsprosene i jorda. Ein skulle også tru at tilføring av organisk stoff som fremjar ein heldig jordstruktur ville vera heldig, men WHITE (1967) fann tvert i mot at bruk av torv som jordforbetningsmiddel i staden for vermiculitt auka skaden av overskot av mangan.

Vatninnhaldet i jorda vil også ha innverknad. Ein må rekna med at manganforgifting er meir vanleg på vassjuk jord enn elles, og at problemet er størst i ein periode med mykje nedbør.

I mange granskingar er det påvist at sterk gjødsling på sur jord aukar surjordskadene. Dette er spesielt utprega for manganforgifting. JACKSON et al. (1966) påviste såleis at aukande kloridtilføring auka manganinnhaldet i bønne og sukkermais og LINGLE & WIGHT (1961) fann stigande surjordskader av mangan med aukande nitrogenmengder.

Sterk gjødsling med superfosfat reduserer generelt surjordskader. I fleire arbeid er det påvist at på sterk sur jord blir manganinnhaldet i plantene redusert ved slik gjødsling (LAMB & CONROY, 1962, MESSING, 1965 b). Det er funni at gjødsling med superfosfat på sur jord fører til ei heving av pH i jorda, og det er sansynleg at dette er hovudgrunnen til reduksjonen av manganforgiftinga. Det er difor grunn til å tru at kalking er ein sikrare og betre framgangsmåte for å redusera faren for manganforgifting på sur jord.

Etter damping er manganforgifting også eit problem på jord som ikkje er sterkt sur (pH 5,5 - 7,0). Under slike tilhøve må ein venta at gjødsling med superfosfat vil ha ein negativ verknad. Årsaka til det ser ut til å vera at slik gjødsling seinkar pH når jordreaksjonen er nær nøytralpunktet (MESSING, 1965 b).

Ved damping ser det ut til å vera viktig å ikkje bruka lengre dampingstid enn turvande for desinfeksjon av jorda. Dessutan bør det gå ei tid etter damping før jorda blir teki i bruk. For å påskunda oksydasjonsprosessane er tiltak som fremjer eit rikeleg luftskifte i jorda viktig, (laus jord, uttørking). WIEBE (1969) prøvde å vaska ut manganet etter damping med sterk vatning, men som ein kunne venta hadde ikkje det nokon heldig verknad.

Som det er nemnt tidlegare, blir grensa for skadeleg innhald av mangan i plantene påvirka av vekstvilkåra. Iverkar også faren for skade. SONNEVELD (1968) fann såleis for salat ein aukande skade av høgt innhald av tilgjengeleg mangan i jorda med fallande lystilgang. Årsaka såg ut til å vera at manganopptaket auka under dårlege lystilhøve. ANONYMUS (1971) hevdar at skaden av manganforgifting etter damping ofte er størst når nattetemperaturen er høg eller når det er skya vær.

LITTERATUR

- Agerberg, L.S. 1962. Forsøk med mangansuperfosfat.
Vox-Nærings-Nytt 18(5):26-28
- Anonymus, 1971. Troublesome Mn. Grower 75(11):659.
- Bear, F.; Toth, S.; Prince, A. 1948. Variation in mineral composition of vegetables. Soil Sci. Soc. Amer. 13: 380-384.
- Bjerggård, A.; Hansen, M. 1972. Næringsstoff-ABZ for gartnerne III. Gartnertidende 88(14):211-214.
- Black, C. 1968. Soil-plant relationships. Sec. Ed. John Wiley & Sons, Inc., New York. 792 s.
- Bussler, W. 1958 a. Manganmangelsymptome bei höhere Pflanzen. Z. Pfl. Ernähr. Düng. 81:225-242.
- Bussler, W. 1958 b. Manganvergiftung bei höhere Pflanzen. Z. Pfl. Ernähr. Düng. 81:256-265.
- Davis, J.F.; Lucas, R.E. 1959. Organic soils, their formation, distribution, utilization and management. Mich. St. Univ. Special Bull. 425.
- Foy, C.; Flemming, A.; Burns, G.; Armiger W. 1967. Characterization of differential aluminum tolerance among varieties of wheat and barley. Soil Sci Soc. Amer. Proc. 31:513-521.
- Forsee, W.T. 1952. Minor element deficiencies and field corrections established by research in Florida vegetables. Fl. St. Hort. Soc. 1952: 154-159.
- Gilbert, B.E. 1934. Normal crops and their supply of available soil manganese. Rhode Island Agr. St. Bull. 246; 15 s.
- Güttler, R. 1941. Über den gehalt wildwachsender Pflanzen an Kalium, Phosphor, Eisen und Mangan. Forschungsdiens 11:485.
- Gupta, U.S.; Chipman, E.W.; Mackay, P.C. 1970. Influence of manganese and pH on chemical composition, bronzing of leaves and yield of carrot grown on acid sphagnum peat soil. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 34: 762:764.
- Harmer, D.M. 1941. The muck soil in Michigan, their management and uses. Mich. St. Univ. Agr. Exp. St. Spec. Bull. 314.

- Hewitt, E.J. 1948. The resolution of the factors in soil acidity: The relative effects of aluminium and manganese toxicities on farm and marked garden crops. Long Ashton Res. St., Ann. Rep. 1947, s. 82-96.
- Hewitt, E.J. 1949. The resolution of the factors in soil acidity. IV. The relative effects of aluminium and manganese toxicities on some farm and marked garden crops. Long Ashton Res. St., Ann. Rep. 1948, s. 58-65.
- Hopkins, H.; Eisen, J. 1959. Mineral elements in fresh vegetables from different geographic areas. Jour. Agric. Food Chem. 7:633-638.
- Hoyt, P.B.; Nyborg, M. 1971. Toxic metals in acid soil. II Estimation of plant-available manganese. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 35(2): 241-249.
- Jackson, W.A. 1967. Physiological effects of soil acidity Kapitel 2 i: Pearson; Adams: Soil acidity and liming. Agr. No. 12. Amer. Soc. Agr., Publ., Madison, Wisc., USA., s. 43-124.
- Jackson, T.L., Westermann, D.T.; Moore, D.P. 1966. The effect of chloride and lime on the manganese uptake by bush beans and sweet corn. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 30:70-73.
- Jungermann, K. 1962. Beiträge zu Mikronährestoff. Frage III. Die Spurenelementversorgung von Pflanze, Tier und Mensch. Z. Landw. Forsch. Sonderheft 16, s. 93-111.
- Kühn, H. 1962. Mögheligkeit der Mikronährstoffanreicherung in Gemüseflanzen durch Düngung. Die Spurenelementversorgung von Pflanzen, Tier und Mensch. Landw. Forsch. Sonderheft 16, s. 112-121.
- Lamb, J.G.D.; Conroy, E. 1962. Effects of phosphorus and calcium in relation to manganese toxicity and magnesium deficiency in tomatoes. XVI Int. hort. Congr., Brüssel. Vol: 2, s. 275-279.
- Lindsay, W.L., Stephenson, H.F. 1959. Nature of the relations of monocalcium phosphate monohydrate in soils. I. The solution that reacts with the soil. Soil Sci. Soc. Proc. 23:12-18

- Lingle, J.C.; Wight, J.R. 1961. Test crop in acid soil indicates manganese toxicity may be aggravated by nitrogen. Calif. Agric. 15(3): 12-13.
- Lingle, J.C.; Sciaroni, R.H.; Lear, B.; Wight, R.J. The effect of soil liming and fumigation on the manganese content of Brussels sprouts leaves. Proc. Amer. Soc. hort. Sci. 78:310-318.
- Lovett, W.J.; Johnson, A.D. 1968. Manganese uptake by tobacco and bean plants grown on soils of the Maruba-Dimlulah irrigation area, North Queensland. Aust. J. exp. Agric. Anim. Husb. 8:466-469.
- Løhnis, M.P. 1951. Manganese toxicity in field and marked garden crops. Plant and Soil 3:193-222
- Messing, J.H.L. 1965 a. Some differences in the growth of lettuce varieties at a high manganese level in sand culture. A.R. Glasshouse Res. Inst. 1964, s. 142-148.
- Messing, J.H.L. 1965 b. The effect of lime and superphosphate on manganese toxicity in steam-sterilized soil. Plant and Soil 23: 1-16.
- Mygind, H. 1971. Sandkulturforsøg med magnesium-mangan- og bormangel i nogle land- og havebrugsplanter. Tids. Planteavl 75: 301-321.
- Nylund, R.E. 1952. The response of onions to soil and foliar applications of manganese and to soil applications of other trace elements. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 60 283-285.
- Page, E.R. 1966. The micronutrient content of young vegetable plants as affected by farm yard manure. Jour. hort. Sci. 41:257-261.
- Roll-Hansen, J. 1964. Manganmangel hos rødbete. Forsk. Fors. Landbr. 15: 197-201.
- Rumpel, J.; Ellis, B.G.; Davis, J.F. 1967. Yields and manganese content of several greenhouse grown vegetables as affected by applications of manganese, iron and lime. Mich. St. Amer. Agric. Exp. St., Quart. Bull. 49: 394-403.
- Sauchelli, V. 1969. Trace elements in agriculture. Van Nostrand Reinhold Comp., N.Y., 248 s.
- Skene, J.K.M.; Kefford, R.O. 1954. Manganese deficiency in vegetable crops. J. Dep. Agric. Vict. 52: 505-509.

- Sonneveld, C. 1968. De mangaanhuishouding van de grond en de mangnanopname van sla. Meded. Dir. Tuinb. 31: 476-483.
- Stenuit, D., Piot, R. 1960. Mangaangebrek en mangaanvergiftiging by landbouwgewassen. Agricultura 8: 141-172.
- Wage, G.C. 1961. Manganese toxicity of vegetables with particular reference to cauliflower. Tasm. J. Agric. 32(3): 285-287.
- Watson, E.B. 1972. Difficulty of cure makes preventive measures best for manganese deficiency. Grower 77(22): 1230-1231.
- Wetzold, P. 1972. Ernährungsstörungen an Salatgurkenpflanzen. Diagnose und Abhilfe. Gemüse 8 (2): 35-46.
- White, J. W. 1967. Manganese toxicity. Where do we go from here? Bull. Pa. Flower Grs. No 191, s. 4-5 (Etter Hort. Abs. 37: 5256).
- Wiebe, H.J. 1969. Manganvergiftungen bei Kopfsalat als Folge der Bodendämpfung. Gemüse 5: 226.
- Williams, D.E.; Vlamis, J. 1957. Manganese toxicity in standard culture solutions. Plant and Soil 9:183-193
- Aasen, I. 1972. Fritt som kjelde for mikronæringsstoff. Informasjonsmøte hagebruk 1972. Aktuelt LOT nr. 1 1972, s. 117-121.