

Mangan

Manganmangel er meget udbredt i Danmark i mange afgrøder. Manganmangel kan resultere i store udbyttetab navnlig i vinterbyg og vinterhvede, hvor det kan forårsage udvintring. Forebyggelse og afhjælpning af manganmangel er derfor meget vigtig.



Foto: Torkild S.
Birkmose

Anbefaling

Vintersæd

På arealer stærkt disponeret for manganmangel, hvor der erfaringsvis er brug for to eller flere sprøjtninger om efteråret anbefales i vinterbyg og vinterhvede at placere 15 - 20 kg kvælstof i svovlsur ammoniak ved såning og udsprøjte et manganmiddel én gang om efteråret.

Om foråret sprøjtes efter behov - første gang ved begyndende vækst.

På arealer mindre disponeret for manganmangel anbefales at sprøjte med manganmiddel 1-2 gange om efteråret. Første gang ved 3-4 bladstadiet og følgende gang 2-3 uger efter.

Vårsæd

I forårssåede afgrøder sprøjtes efter behov. Hvor der erfaringsvis er stærk manganmangel bruges placeret kvælstofgødning ved såning eller udsprøjtes der alternativt manganmidler forebyggende fra 3-4 bladstadiet.

Hvis der er tvivl om, hvorvidt der er manganmangel, kan mangantesteren (NN-Easy55) anvendes til en sikker bestemmelse af manganmangel.

Afgrødernes følsomhed

Vinterbyg er meget følsom overfor manganmangel. Hvis vinterbyg mangler mangan om efteråret vil den ofte gå ud i løbet af vinteren, og marken skal sås om. Det samme kan være tilfældet for vinterhvede og i sjældne tilfælde også for rug.

Raps, kartofler, majs og græs hæmmes sjældnere af manganmangel og tilførsel af mangan er kun undtagelsesmæssigt nødvendigt.

Meget følsomme	Middel	Tolerante
Vinterbyg	Vinterhvede	Majs
Havre	Kløver og lucerne	Vinterrug
Vårbyg	Raps	Græs
Bønner	Ærter	
Spinat	Kål	
Sukkerroer	Kartofler	

Mangan indgår i plantens enzymsystemer og har en vigtig funktion i fotosyntesen. Mangan aktiverer derudover de processer, der danner lignin, hvorfor planterne bliver "slappe" ved manganmangel. Manglende lignin gør planterne mere udsat for klimatiske påvirkninger, herunder blæst.

Planterne optager først og fremmest mangan i form af Mn^{2+} og transporten af mangan i planten sker med saftstrømmen. Mangan kan flyttes rundt i planten fra rødder og stængler, men ikke fra blade.

Manganmangel kan, udover at være begrænsende for væksten, øge risikoen for angreb af sygdomme som f.eks. goldfodsyge, fordi plantens rodsystem svækkes. Angreb af goldfodsyge vil desuden reducere afgrødens evne til at optage mangan.

Den Europæiske Union ved Den Europæiske Fond for Udvikling af Landdistrikter og Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri har deltaget i finansieringen af projektet.

Bortførsel

Forskellige afgrøders bortførsel af mangan fremgår af tabellen:

	ppm i tørstof		Udbytter, hkg/ha		Bortførsel, g/ha		
	Kerne	Halm/top	Kerne	Halm/top	Kerne	Halm/top	I alt
Vinterhvede	24	35	75	40	153	119	272
Vårbyg	14	30	55	30	65	77	142
Raps	37	30	30	40	101	102	203
Markært	10	30	45	40	38	102	140
Sukkerroer*	30	90	450	300	297	324	621
Slætgræs*	70	-	1000	-	1260	-	1260

* Det må antages, at prøverne er forurenede med jord: derfor det høje manganindhold.

Tilgængelighed i jord

Indholdet af total-mangan i mineraljord varierer typisk fra 60 til 700 ppm svarende til 150-1750 kg mangan pr. ha i pløjelaget.

Der er ingen direkte sammenhæng mellem lerindhold og manganindhold. Der er tendens til, at manganindholdet falder ved stigende humusindhold.

Manganindholdet i jorden er størst i pløjelaget. En stor del af mangan i jord forekommer i manganoxider.

Tilgængeligheden af mangan afhænger af koncentrationen af Mn^{2+} i jordvæsken, som primært er bestemt af opløseligheden af manganoxider:



Opløseligheden af manganoxider er primært bestemt af jordens pH (reaktionstal) og redoxforhold (iltkoncentrationen).

Opløseligheden af manganoxider falder teoretisk med en faktor 100 ved en stigning i jordens pH med 1 enhed. Selv en ændring i jordens pH på kun 0,1 kan derfor have afgørende betydning for koncentrationen af Mn^{2+} i jordvæsken, og dermed tilgængeligheden af mangan. Tilsvarende betydning har iltkoncentrationen i jordvæsken.

Udover jordens pH og iltkoncentration kan koncentrationen af Mn^{2+} i jordvæsken også være bestemt af fosfatkoncentrationen i jordvæsken, idet mangan kan udfældes som manganfosfatminerale ved høje fosfortal. Det er ikke klarlagt, hvilken sammenhæng der er mellem jordens fosfortal og forekomst af manganmangel under danske forhold

Mobiliteten af Mn^{2+} i jorden er meget lav. Derfor optages mangan kun fra et område i jorden i umiddelbar forbindelse med rodoverfladen. Derfor er rodudviklingen meget bestemmende for, hvor meget mangan afgrøden kan optage.

Et højt indhold af tilgængelig fosfor i jorden bevirker, at roden ikke udvikler så mange rodhår, og derfor får en dårligere manganoptagelse.

Tilførsel

Indholdet af mangan i husdyrgødning fremgår af følgende tabel:

Gødningstype	Gram mangan pr. ton
Kvæg, fast gødning	42
Kvæg, gylle	16
Svin, fast gødning	58
Svin, gylle	11
Fjerkræ, fast gødning	154
Mink, fast gødning	105
Mink, gylle	23

Manganindholdet i husdyrgødningen følger tørstoffet i gødningen.

Tilførsel af mangan fra atmosfæren opgives af DMU til at være ca. 60 g mangan pr. ha. En betydelig del af denne tilførsel sker i form af støv. Depositionen opgives til at være stabil igennem en længere årrække.

Test for mangel

Risikoen for manganmangel stiger med aftagende lerindhold, stigende reaktionstal og stigende indhold af humus i jorden.

På morænejorder optræder manganmangel derfor ofte i pletter med lettere jord og/eller et højere indhold af humus end i resten af marken.

Ofte er jorden i overfladen løsere i pletterne end i resten af marken. På sandjord optræder manganmangel typisk ved et højt reaktionstal i forhold til jordtypen (dvs. over 6,1-6,3 på JB 1-4).

I pletter eller områder med manganmangel er der ofte striber med mindre manganmangel, hvor jorden er komprimeret af færdsel.

Mangantester

En sikker metode til bestemmelse af planternes manganforsyning fås ved måling af fluorescens fra planterne med en såkaldt mangantester (NN Easy 55).

Målingen foretages på områder af bladet, der har været "mørklagt" i 15 minutter.

Ud fra måleresultatet -angivet i PEU - kan det afgøres om planten er velforsynet med mangan. At det er mangan, der er den begrænsende faktor, kan vises ved at sprøjte mangan ud på bladet og gentage målingen.

Planteanalyser

Planteanalyser er velegnede til at be- eller afkræfte mistanke om manganmangel i en afgrøde.

Den sikreste sammenhæng mellem mangankoncentration og manganmangel fås ved kun at analysere det sidst dannede blad.

Ved udtagning af planteprøven er det vigtigt at undgå, at prøven forurenes med jord, og planterne skal skylles med destilleret vand.

I korn angives den kritiske mangankoncentration i det sidst dannede blad til at være 10-12 mg Mn pr. kg tørstof.

???????Ved planteanalyser generelt kan man bruge tabel 1 til tolkning af værdier.

Jordanalyser

Jordanalyser har begrænset værdi til diagnosticering af manganmangel eller risikoen for mangan-mangel.

Mangantal udtrykker mg mangan pr. kg jord. Ved brug af mangananalyser skal jordprøverne tørres straks efter udtagning og udtages i plasticposer for at undgå forurening fra jordprøveæskan.

Jordanalyser for mangan har så begrænset værdi, at det ikke tilrådes at anvende dem!

Symptomer

Symptomer på manganmangel er forskellige fra afgrøde til afgrøde. Generelt optræder manganmangel på de nydannede plantedele, idet remobiliseringen af mangan fra ældre plantedele er begrænset.

Manganmangel viser sig først som en gulfarvning mellem bladnerverne og senere dannes nekrotiske pletter. Bladet og planten optræder "slap", og rodudviklingen er dårlig.

Korn

Kornarterne reagerer alle på manganmangel, men i forskellig grad og med forskellige symptomer.

Havre er mest følsom. Bladene får ret store, rækkestillede, blegvisne pletter, ofte med rødbrun rand. Dette ses især midt på bladet, som knækker sammen, og bladspidsen hænger slapt ned.

Vårbyg får blege, lysegrønne blade med talrige, små rækkestillede kanelbrune pletter, ofte med lys midte.

Vinterbyg, hvede og rug får lyse blade og hvide, senere blegvisne pletter på bladene.

Hos alle kornarterne visner de syge blade efterhånden helt, og stråene er ved høst



Manganmangel i vinterbyg. Pletter i marken med løs jord og/eller høje Rt kan være gået helt ud om foråret. Her er planterne for svækkede til at

grågrumsede, bløde og ejendommeligt fedtede. Rødderne er tynde og dårligt udviklede. I vintersæd kan symptomer med lyse blade og bladpletter forekomme allerede om efteråret. Planterne er da følsomme for frostskaade.

overvinde manganmangel, selvom mangan udsprøjtes.
Foto: Ghita Cordsen Nielsen



Manganmangel i vinterbyg. bemærk de lyse pletter på bladene.
Foto: Ghita Cordsen Nielsen



Manganmangel i vinterhvede. Bemærk de lyse, blege pletter på de yngste blade.
Foto: Ghita Cordsen Nielsen



I havre får bladene får ret store, rækkestillede, blegvisne pletter, ofte med rødbrun rand.
Foto: Ghita Cordsen Nielsen



Vårbyg får blege, lysegrønne blade med talrige, små rækkestillede kanelbrune pletter, ofte med lys midte.

Ærter

I ærter ses til tider manganmangel, men oftest først fra 5-6 bladstadiet. På bladene forekommer klorose mellem bladnerverne eller lyse bladpletter. Bælg sætningen er hæmmet.

Ved stærk mangel kan der ses en brunfarvning inde i frøene. Senere fremtræder angrebet i marken som større eller mindre lyse områder.

Foto: Ghita Cordsen
Nielsen



Manganmangel i ærter.
Foto: Ghita Cordsen
Nielsen



Manganmangel i ærter
kan resultere i
brunfarvede frø.
Foto: Ghita Cordsen
Nielsen

Raps

Mangel viser sig som lysninger mellem bladnerverne især på de yngste blade. Ved stærk mangel bliver bladene hvide eller brune og visner. Angreb kan til tider være svært at adskille fra svovlmangel.



Manganmangel i
vinterraps.
Foto: Ghita Cordsen
Nielsen

Bederøer

I bederoer viser mangel sig ved lyse og blege blade. Ved nærmere eftersyn ses gullige, skarpt afgrænsede, indfaldne pletter. Planterne har ved stærkere mangel en meget opret vækst.

Mangel optræder som regel pletvis i markerne og mest, hvor jorden samtidig er løs og tør.



Manganmangel i
bederoer.
Foto: Ghita Cordsen
Nielsen



Bemærk de lyse, blege
blade. Bladene bliver
"slappe" i forhold til
virusgulsot, hvor de
bliver "stive".
Foto: Ghita Cordsen
Nielsen



Manganmangel i bederoer forekommer typisk pletvis i marken.
Foto: Ghita Cordsen Nielsen

Forebyggelse

I stedet for at være afhængigt årligt at udsprøjte manganholdige midler, bør man i stedet prøve at forebygge manganmangel.

Kalkning

På langt sigt kan manganmangel forebygges ved at undgå for høje reaktionstal i forhold til jordtypen. Derfor skal overkalkning undgås, og det er bedre at kalke ofte med relativt små kalkmængder (1-2 ton pr. ha hvert 3.-4. år) frem for større kalkmængder med større interval.

Ved brug af husdyrgødning kombineret med mindre mængder af kvælstof i handelsgødning om foråret kan husdyrgødningens kalkvirkning måske dække kalkbehovet, og her bør ikke kalkes rutinemæssigt uden udtagning af jordprøver.

For at undgå overkalkning i dele af marken bør kalkningen foretages positionsbestemt. Områder med manganmangel i en afgrøde bør indtegnes, så der kan kalkes (eller undlades at kalkes) specifikt. Se vejledning om [kalkning](#).

Er reaktionstallet i marken højt, og der er konstateret problemer med manganmangel i marken kan man anvende rene ammoniumgødninger for at reducere reaktionstallet.

Pakning af jorden

Ved at pakke jorden reduceres dens porerumfang og luftskifte, hvorved tilgængeligheden af mangan øges.

Det er vigtigt, at harvedybden på pløjet jord ikke bliver for stor. Det kan undgås ved at anvende jordpakker ved pløjning eller tromle jorden før opharvning. Undlades tromling, er det ofte nødvendigt med en dyb opharvning for at jævne traktorsporene. En cementtromle pakker jorden ligeså godt som en jordpakker.

Manganmangel forstærkes af, at sådybden i løs jord ofte bliver stor, og hvis gødningen spredes ud oven på jorden efter såning, er der dårlig kontakt mellem rødder og gødning.

Ved direkte såning efter ingen eller let stubbehandling bliver der mindre manganmangel. Den meget tydelige effekt af traktorspor, der tit ses ved manganmangel i vårsæd, skyldes primært, at udstrøet kvælstofgødning transporteres ned i traktorspor af slæbeplanker og lignende, og at denne større koncentrerede mængde kvælstofgødning giver en bedre manganoptagelse og kun sekundært en egentlig pakning af jorden.

Bejdsning

Ved bejdsning af udsæden med manganholdige midler kan manganmangel i begyndelsen af vækstsæsonen undgås.

En bedre manganforsyning i begyndende fremspiring kan resultere i en bedre rodudvikling, hvilket i sig selv giver en bedre manganoptagelse fra jorden.

I forsøg er der målt effekt og merudbytte for bejdsning med Cutonic Mn Primer i vinterbyg.

Hvor der er kraftig manganmangel, er bejdsning ikke tilstrækkeligt til at sikre en god overvintring.

Bejdsning mod manganmangel kan anvendes i vintersæd på arealer svært disponeret for manganmangel i kombination med en efterårsprøjtning eller på arealer, hvor der er en lille risiko for manganmangel.

Oversigt over manganholdige bejdsemidler.

Bejdsemiddel	Koncentration g mangan pr. liter	Anbefalet dosering pr. 100 kg udsæd
Cutonic Mn Primer	500	200 ml
Cillus Mn-bejdse	126	200 ml

Afgrøder og rester

Kvælstoffikserende afgrøder har samme effekt på reaktionstallet som anvendelse af ammoniumholdige gødninger. Kløver som efterafgrøde frem for ubevokset jord om efteråret vil alt andet lige reducere reaktionstallet.

Ved at tilføre jorden organisk stof øges omsætningen i jorden, hvilket både forøger tilgængeligheden af mangan ved at omsætningen forsurer jorden og reducerer iltindholdet.

Dyrkning af afgrøder eller efterafgrøder, der efterlader en stor mængde relativt let omsætteligt organisk stof i jorden (som kløvergræs, raps og lignende), reducerer derfor risikoen for manganmangel.

Gødninger

Ved tilførsel af ammoniumholdige gødninger bevirker omsætningen af ammonium til nitrat (nitrifikation) en forsuring af jorden, og det øger tilgængeligheden af mangan i jorden.

Hvis gødningen placeres er effekten større, fordi forsuringen er større og varer længere i en zone nær plantens rodnet.

Forsøg med placering af svovlsur ammoniak i vinterbyg ved såning viser, at placering af 30 kg kvælstof er en effektiv måde at forebygge manganmangel på, og at dette kan erstatte 2-3 sprøjtninger med mangan om efteråret. Svovlsur ammoniak foretrækkes, fordi kvælstof her udelukkende er ammoniumbaseret, og fordi man om efteråret ønsker at begrænse tilførslen af kvælstof mest muligt.

Placering af kvælstof til forårssåede afgrøder er ligeledes meget effektivt til at forebygge manganmangel. Effekten er proportional med den tilførte ammoniummængde. Her er det oftest tilstrækkeligt at anvende en traditionel NS eller NPK-gødning, hvor ca. halvdelen af kvælstof er på ammoniumform. Også flydende gødninger, hvor en stor del af kvælstof er på amidform vil have god effekt.

Afhjælpning af mangel

Bladgødskning med mangan skal foretages, lige før eller når afgrøden begynder at lide af mangan-mangel på grund af den ringe evne til at flytte mangan i planten.

Strategi

I praksis betyder det, at behandlingen skal foretages, når de første symptomer ses, eller når man har erfaring for at symptomerne kommer.

I vintersæd skal behandlingen foretages i 3-4 bladstadiet om efteråret. På arealer meget disponeret for manganmangel kan behandling anbefales 2-4 gange om efteråret, hvis færdsel på marken er mulig. Det er specielt vigtigt at udføre første sprøjtning tidligt (2- bladstadiet). Om foråret kan vintersæden behandles, når de første symptomer ses, og væksten er i gang. Behandlingen foretages da på 3-bladstadiet og 3 uger senere. I vårsæd kan behandlingen foretages, når de første symptomer konstateres.

På grund af plantens ringe evne til at flytte mangan, hjælper det ikke at øge doseringen af mangan i den enkelte sprøjtning. Derimod er man nødt til at gentage behandlinger for at afhjælpe mangel i de nydannede plantedele. Derfor kan det være nødvendigt at gentage behandlinger med ca. 14 dages mellemrum i vækstperioden, hvis der er alvorlige problemer med manganmangel. Generelt anbefales der ikke over 1-2 kg mangan pr. ha (svarende til 3-6 kg mangansulfat), og der ses sjældent effekter udover en tilførsel af 400 g mangan pr. ha pr. udsprøjtning.

Vejr

Optagelsen af mangan er bedst ved 15 °C og ved en høj luftfugtighed. I perioder med solskin sikres dette ved udsprøjtning tidlig morgen.

På regnvejrsdage med en meget høj luftfugtighed og lav lysintensitet opnås den bedste effekt ved udsprøjtning i løbet af dagtimerne, mens sene aftensprøjtninger og morgensprøjtninger bør undgås.

Manganmidler

Der findes flere manganmidler til bladgødsning. En oversigt over typerne er givet i denne tabel med midler til udsprøjtning:

Type	Kommentar
Mangansulfat - pulver	Pulverform. Der findes forskellige kvaliteter, der adskiller sig ved, hvor finmalet og ensartet produktet er, hvor let det er at opløse og herunder risikoen for udfældning, dysestop mv. Det anbefales altid at anvende sprede/klæbemiddel ved udsprøjtning.
Mangansulfat - flydende	Mangansulfat findes flydende i forskellige produkter.
Manganchelater	Manganchelater er mindre koncentrerede end mangansulfat. De er generelt mere blandbare.
Mangancarbonat-flydende	Mangancarbonat har mindre tilbøjelighed til at fælde ud end mangansulfat og er meget blandbart med andre kemikalier.
Mangannitrat-flydende	Mangannitrat er mere letopløselig end mangansulfat.

Der er gennemført et stort antal forsøg med sammenligning af virkningen af forskellige produkter. Direkte sammenligning af virkningen vanskeliggøres af, at der sjældent er brugt samme mangan-mængde, og mangansulfat kan være brugt med eller uden tilsætningsmiddel. Valget af middel kan derfor ske ud fra pris, tendens til udfældninger og blandbarheden af de enkelte produkter.

Aktuelle midler

Der udbydes en lang række manganmidler i grovvarehandlen. Priser og sammensætning varierer hele tiden. I følgende tabel er vist forskellige midler og priser i efteråret 2008.

Eksempler på middel	Type	Indhold	Pris pr. enhed	Dosering og pris pr. ha ved 100 g Mn/ha ¹⁾	Dosering og pris pr. ha ved 400 g Mn/ha ²⁾	Pris kr./kg mangan
Mangansulfat (pulver)	Mangan-sulfatpulver	320 g/kg	15 kr./kg	0,3 kg/ha ³⁾ + ⁴⁾ 5 kr./ha	1,3 kg/ha ³⁾ + ⁴⁾ 20 kr./ha	50
Mangan-carbonat ⁵⁾	Mangan-carbonat	500 g/l	50 kr./l	0,2 l/ha 10 kr./ha	0,8 l pr. ha 40 kr./ha	100
NitraMan	Mangannitrat	235 g/l	30 kr./l	0,4 l/ha 13 kr./ha	1,7 l pr. ha 52 kr./ha	130
MicroPlan Mangan ⁴⁾	Kompleks	185 g/l	35 kr./l	0,5 l/ha 18 kr./ha	2,2 l./ha 80 kr./ha	190

1) Udelukkende forebyggende doseringer, hvor manganmangel normalt ikke optræder.

2) Dosering pr. udsprøjtning ved konstateret manganmangel eller på arealer disponeret for manganmangel.

3) På grund af den lave pris vælges normalt en dosering på 2-3 kg mangansulfat pr. gang.

4) Der skal tilsættes sprede/klæbemiddel (ikke indregnet i prisen).

5) Omfatter feks. CarboMan, Mantrac 500, Microcare Mangan.