

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Au	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

MANGAN JERN

- to mikronæringsstoffer med stor betydning

Mangan og jern er begge nødvendige mikronæringsstoffer, som i tilfælde af mangel bør tilføres kulturerne som blaugødning. Mangel på mangan og jern er især knyttet til jorde med højt Rt og iltrige forhold. Iltfrie forhold og lave reaktionstal fremmer begge tilgængeligheden af både mangan og jern. Kun nåleanalyser kan bruges til at diagnosticere og risikovurdere de to mangeltyper, og det er kun herigennem, de kan skelnes fra hinanden. I Danmark har manganmangel større negativ betydning for juletræskvaliteten end jernmangel. Baseret på Danske Juletræers nåledatabase foreslås det anbefalede interval for jern i nåleanalyser justeret til 35-200 mg/g.

☰ LARS BO PEDERSEN, PH.D. I STOFKREDSLØB

Med atomnumrene 25 og 26 og en næsten ens atomvægt placerer mangan og jern sig lige ved siden af hinanden i det periodiske system, som såkaldte overgangsmetaller. Sammen med kulstof er mangan det 13. hyppigst forekomne grundstof i jordskorpen med 0,9 g/kg (Mengel & Kirkby 2001). Jern derimod forekommer meget hyppigere og er det 4. hyppigst forekommende med 50,6 g/kg, kun overgået af ilt, silicium og aluminium. Begge metaller forekommer i flere forskellige iltningstrin¹, som

sammen med jordens surhedsgrad i høj grad styrer både tilgængeligheden, men også giftigheden for planterne.

Begge næringsstoffer er nødvendige for al plantevækst, men planternes behov for disse stoffer er ikke særligt stort. Derfor regnes både mangan og jern med til gruppen af mikronæringsstoffer. Planternes behov varierer overordentligt meget, men hovedreglen er, at behovet for mangan klart overstiger behovet for jern. Sådan er det også for nordmannsgran, nobilis og rødgran.

I juletræskulturer forekommer mangan- og jernmangel typisk i løs sandjord og på jorder med højt reaktionstal samt på humusjord. Jorde udviklet på hævet havbund

1. Iltningstrinnet er den formelle ladning af et atom i en given kemisk forbindelse.



Markvandring på Lolland hos Carsten Egebro i 2018, hvor manganmangel blev diskuteret ivrigt. Lokaltiteten var en drænet fed jordtype med højt Rt (6,2-7,6). De sunde træer havde i gennemsnit mangankoncentrationer på 62 mg/g i årsnålene, mens træerne med tydelig manganmangel havde koncentrationer på 9 mg/g (anbefaling 50-2500 mg/g. Også jernkoncentrationen på 32 mg/g var til den lave side (anbefaling 45-200 mg/g).

oven på kalklag i Nordjylland og mange tidligere opkalkede jorde udgør de typiske problemjorde. Manganmangel optræder ofte i pletter med lettere jord, hvor Rt og/eller humusindholdet er højere end i resten af marken.

Jernmangel ved vi ikke så meget om, men den vil typisk forekomme lidt på samme måde som manganmangel, men relationen til Rt er ikke så tydelig.

Jern- og manganmangel ses typisk som en (kanarie-) gulfarvning af årsskud. Symptomerne bevæger sig ofte år efter år op i træet i takt med, at det vokser. Ofte er det ikke til at skelne mangan- og jernmangel fra hinanden. Det skønnes, at manganmangel har langt mere vidtrækkende negativ betydning for juletræskvaliteten end jernmangel.

Iltningstrin

I naturen findes mange grundstoffer med flere forskellige iltningstrin. De vigtigste er jern, mangan, uran, kobber, bly, ilt, svovl, arsen og kulstof, som hver især eller sammen deltager i talrige vigtige biogeokemiske redoxprocesser².

Det vigtigste iltningmiddel er atmosfærens indhold af ilt. Iltningprocesser er f.eks. årsag til udfældning af okker i vandløb og jern- og manganmalme i have og søer, men også til rust- og irdannelser. Reduktion sker i miljøer, der ikke er i kontakt med atmosfæren. F.eks. reducerer organisk materiale i stillestående bundvand indholdet af sulfat til sulfid, der kan udfælde jern i mineralet pyrit. Reduktion er f.eks. årsag til dannelsen af kul, olie og naturgas.

Jordvand og luft indeholder ilt, men når ilten slipper op i jorden, fordi luftskiftet er for langsomt i jordens porer, opstår der iltfrie (reducerede) forhold. Dette betyder, at ferrijern (Fe^{3+}) let reduceres til ferrojern (Fe^{2+}), som let opløses i jordvandet. Denne reaktion fører til, at jorden skifter farve fra rødbrun til grålig eller blålig, men også at jernindholdet i jorden mindskes, fordi ferrojernet udvaskes. Mangan i reduceret form som Mn^{2+} bliver også mobilt og udvaskes under iltfrie forhold.

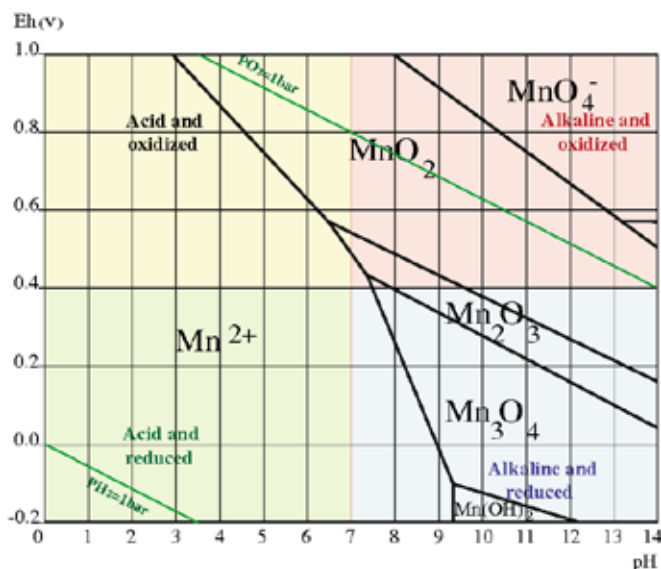
Mangan forekommer i iltningstrinnene 0, 2, 3, 4, 6, og 7. Mest almindelige er iltningstrinnene 2 (Mn^{2+}), 3 (Mn^{3+}) og

2. Redoxprocesser er en gruppe af kemiske reaktioner, hvor der sker ændringer i iltningstrinnene af de stoffer, der indgår. Redoxprocesser består i, at der overføres elektroner mellem grundstofferne. Hvis et grundstof modtager elektroner fra et andet, siger man at det reduceres. Det grundstof, der afgav elektroner, siges omvendt at blive iltet. En reduktion af et stof kan kun foregå, hvis der samtidig sker en iltning af mindst ét andet stof. Redoxprocesser spiller en vigtig rolle i samfundet og for planter og dyr. Både energiomsætningen i de levende organismer, som forbrændingen i bilernes motor, fyret i huset og det kulfyrede kraftværk, skyldes redoxprocesser. I disse eksempler iltet brændsel, samtidig med at luftens ilt reduceres.



Okkerforurening i Skonager Lilleå i Varde kommune. Fra www.varde-sportsfiskerforening.dk.

4 (Mn^{4+}). I planter er iltningstrinnet 2 klart dominerende, men dette iltningstrin kan let iltes videre til 3 og 4. Jern findes kun i iltningstrinnene 2 (Fe^{2+}) og 3 (Fe^{3+}). Dette betyder, at både mangan og jern spiller en stor rolle i planternes redoxprocesser.

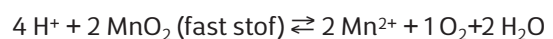


Pourbaix-diagram for mangan. Diagrammet viser hvilken form mangan antager som funktion af både pH og redoxpotentialet (Eh). Redoxpotentialet er her et udtryk for mangans tilbøjelighed til at ilte eller selv at blive iltet. Redoxpotentialet måles i mV. Efter Olivier Husson (2013), *Plant and Soil*, 362, 389-417. Diagrammet viser f.eks., at mangan hovedsageligt forekommer som Mn^{2+} ved lavt pH og reducerede forhold, mens det forekommer som MnO_2 , dvs. som Mn^{4+} under alkaliske og iltrige forhold.

Mangan i jord

Indholdet af mangan i de øverste 25 cm mineraljord varierer typisk fra 150-1800 kg mangan pr. ha. Der er ingen direkte sammenhæng mellem jordens ler- og manganindhold, men der er klar tilbøjelighed til, at manganindholdet falder ved stigende humusindhold. En betydelig andel af mangan i jorden forekommer som manganoxider (f.eks. MnO_2).

Selve tilgængeligheden af mangan afhænger af koncentrationen af det plantetilgængelige Mn^{2+} i jordvæsken, som især er bestemt af opløseligheden af manganoxider:



Opløseligheden af manganoxider er især bestemt af jordens pH (reaktionstal) og redoxforhold (iltkoncentrationen). Som det ses af ligningen, vil tilførslen af syre (H^+) forskyde ligevægten imod dannelsen af den tilgængelige Mn^{2+} , mens øget tilstedeværelse af ilt vil forskubbe ligevægten mod dannelsen af manganoxid. Når Rt stiger med 1 enhed, vil opløseligheden af manganoxid teoretisk falde med en faktor 100. Selv en ændring i jordens Rt på kun 0,1 kan derfor have afgørende betydning for koncentrationen af det tilgængelige Mn^{2+} i jordvæsken. Når Rt øges til over 7, vil der i praksis være så lidt mangan i opløsning, at risikoen for manganmangel er meget overhængende.

Iltkoncentrationen i jordvæsken har tilsvarende og måske endda større betydning ved de Rt-værdier, hvor der normalt dyrkes nordmannsgran. I iltrige jorde skal Rt gerne ned på ca. 5,5 (pH=5) for at ændre iltningstrinnet radikalt til fordel for dannelse af det plantetilgængelige Mn^{2+} .

Foruden jordens surhed og iltindhold kan koncentrationen af Mn^{2+} i jordvæsken også være påvirket af fosfatindholdet i jordvæsken, idet mangan let kan udfældes som utilgængelige manganfosfatminerale, når fosforindholdet i jorden er højt.

Det plantetilgængelige Mn^{2+} bindes også til jordens kolloider. Det betyder bl.a., at mobiliteten i jorden er meget lille. Derfor optages mangan kun fra jord helt tæt på rodooverfladen. Rodudviklingen har derfor en afgørende betydning for, hvor meget mangan træerne optager. Et for højt fosfortal kan medføre en dårlig optagelse af mangan, fordi der under disse forhold ikke udvikles så mange rodhår.

De tre vigtigste forhold, der påvirker tilgængeligheden af mangan i jorden, er således jordfugtighed, pH (Rt) og humusindhold. Således stiger risikoen for manganmangel med aftagende lerindhold, stigende reaktionstal og stigende indhold af humus i jorden. På morænejorder optræder manganmangel derfor ofte i pletter, hvor jorden enten er lettere og løsere eller har et højere indhold af humus end i resten af marken. På sandjord optræder

manganmangel typisk ved et højt reaktionstal set i forhold til jordtypen, dvs. Rt over 6,1-6,3 på JB 1-4 (Dyrkningsvejledning - Mangan og manganmangel, Landbrugets Rådgivningscenter). Hvor jorden er komprimeret, f.eks. fra tidligere færdsel, kan der være områder med mindre manganmangel.

Ligesom andre næringsstoffer påvirkes tilgængeligheden og dermed optagelsen af mangan også af andre næringsstoffer. Der er ingen tvivl om, at høje niveauer af jern undertrykker optagelsen af mangan, og at planter med kvælstofmangel har en forringet optagelse af mangan. Fosfatkoncentrationen i jordvæsken kan også påvirke optagelsen af mangan, idet mangan kan udfældes som manganfosfatminerale ved høje fosfortal, men sammenhæng mellem jordens fosfortal (Pt) og forekomsten af manganmangel under danske forhold er ikke klarlagt.

Mangantallet

Jordanalyser har begrænset værdi til at diagnosticere manganmangel, eller om der er risiko for manganmangel. Mangantallet (Mnt) udtrykker mg mangan pr. kg jord. 1 Mnt angiver 1 mg Mn pr. 1000 g jord eller ca. 2,5 kg Mn



Tre eksempler på grundvandpåvirkede jorde. Billedet til venstre og i midten viser eksempler på såkaldte gleyjorde med stående vand i jordprofilen. Helt til højre ses en jordtype med såkaldt pseudogley. Gley er en marmorering af jorden som følge af redoxprocesser skabt af højtstående grundvand. Der skelnes mellem egentlig gley og pseudogley. Egentlig gley udvikles i lavtliggende områder som enge og moser med langvarig højtstående grundvand. Pseudogley optræder i lerjorde, hvor vand kun trænger meget langsomt ned. I perioder med nedbørsoverskud, dvs. i Danmark om vinteren, dannes et midlertidigt grundvandslag i og oven på det langsomt gennemtrængelige jordlag. I gleyprocessen reduceres Fe^{3+} til Fe^{2+} og Mn^{4+} til Mn^{2+} , som samtidig betyder, at disse næringsstoffer bliver letopløselige og bevægelige. Efter flytning til områder med mere ilt kan de genudfældes i deres iltede form. Dette giver jorden brunlige, rødlige og sorte farver. Jorde med egentlig gley er ofte blålige med rustrøde partier omkring rodgange og andre grove porer, mens jorde med pseudogley er brunlige med afblegede partier omkring rodgange. Gleyjorde bør afvandes før dyrkning, fordi planterne kræver ilt omkring rødderne. Fra www.wikipedia.org.



Mangankoncentration kan være ekstremt retningsorienteret mod solen.

pr. ha i pløjelagets dybde. Mangantallet er som regel tæt korreleret til reaktionstallet (Rt). Typisk ligger Mnt på 1,6-2,5 ved lave Rt og mellem 0,8-1,3 ved høje Rt. Jordprøver til bestemmelse af mangankoncentrationen i jord skal udtages i plastikposer for at undgå kontaminering og tørres straks. En eventuel risikovurdering eller diagnostisering bør derfor ske med planteanalyser.

Mangan i planten

Fotosyntesen gør, at planter gennem brug af energi fra solens lys er i stand til at forvandle luftens kuldioxid og vand til det livgivende glukosesukker samt ilt. Mangan spiller en vigtig rolle både i forbindelse med dannelsen af klorofylmolekylet i grønkornene og i fotolysen af vand (spaltning til fri ilt, elektroner og brint) i fotosystem II (Hill reaktionen) under dannelse af ilt. Er der ikke tilstrækkeligt mangan til stede, vil fotosyntesen ikke forløbe korrekt, hvorved væksten ophører eller begrænses. Mangankoncentration gør således planterne stærkt lysfølsomme med negativ påvirkning i solskinsvejre ved især lave lufttemperaturer som på klare forårsdage.

Mangan indgår i plantens enzymsystemer og aktiverer yderligere vigtige processer, der har betydning for dannelsen af lignin³. Derfor kan planter, der lider af mangankoncentration, fremstå som slappe. Lignin har også

stor betydning for planternes forsvar mod patogener, bl.a. ved dannelsen af svækkede rodsystemer, hvor den reducerede lignindannelse svækker styrken af rødderne.

Planterne optager i alt overvejende grad mangan som Mn^{2+} , og transporten af mangan sker med saftstrømmen i xylemet. Mangan transporteres derfor rundt i planten fra rødder og stængler til blade og ikke omvendt. På mange måder minder mangan derfor om kalcium, hvor slutdestinationen for den interne transport i planten er bladene, hvorfra det ikke kan flyttes.

Derudover har mangan betydning for dannelsen af riboflavin (B2-vitamin), ascorbinsyre, karotener (farvestoffer, der har betydning for planternes opsamling af lysenergi og beskyttelse mod lysets nedbrydning), fedtsyrer og stivelse samt for assimilering af nitrat, ligesom det er vigtigt for celledelingen og -strækningen.

Visuelt kendes mangankoncentration i alt overvejende grad på lyse årsskud/ynge blade.

Mangan i juletræerne

Koncentrationen af mangan i nordmannsgranjuletræer bør ligge indenfor et bredt vindue mellem 50 og 2500 mg/g for at sikre en optimal vækst og god farve. Skeler vi til landbrugets positive erfaringer med mangansprøjtning, kan vi måske allerede forvente en positiv respons ved mangansprøjtning, når koncentrationen ligger på 50-75 (100) mg/g. Da mangan ikke er særligt mobilt i planten, vil koncentrationen af mangan på samme måde som kalcium altid øges i takt med, at træet bliver ældre, fordi træets fordampning (transpiration) har forløbet i længere tid. Koncentrationen af mangan vil derfor stige i løbet af vækstsæsonen for derefter at være mere eller mindre konstant i træernes hvileperiode vinteren over. Når træet

³ Lignin kaldes også vedstof. Det indlejres i planternes midtlem og cellevæg, hvor det virker afstivende for den oprette vækst og forstærkende for de vandtransporterende xylemceller. Lignin er efter cellulose det næsthøjestof i planteriget. Typisk består f.eks. nåletræers veddele af ca. 25 % lignin.

GRUNDLAGET FOR ÆGTE VÆKST

- Kom et skridt foran- start dine pyntegrønts- og juletræskulturer med kvalitetsplanter
- Vi tilbyder et bredt udvalg af arter og provenienser af barrodsplanter

Ring og få en plantesnak eller kig forbi

Holm's Planteskole
 Fjeldgårdsvej 25 · 9750 Østervrå · Tlf. 98 95 16 99
 holmplant@holm.mail.dk · www.holmsplanteskole.dk

ASM ØSTERVANG ApS

ASM ØSTERVANG giver dig en bred vifte af muligheder at vælge imellem, indenfor skovbrug, til konkurrencedygtige priser. Du er naturligvis velkommen til at kontakte os, for yderligere oplysning eller for at få tilsendt prospekt.

NY HYDRAULISK PÆLEHAMMER

- ★ Netmaskine
- ★ Hegnsdruller
- ★ Plantemaskine: 1- 2- eller 3-rækkes
- ★ Pallegafler
- ★ 8 m. transportvogn med hydrauliske slidsker
- ★ Spidser
- ★ Enarmet sprøjte
- ★ Hydraulisk pælehammer
- ★ Hydraulisk pælebor
- ★ Stærk 1-rækket plante-maskine til plantning i gamle juletræskulturer – fås nu også som 2, 3 og 4-rækket med hydraulisk justerbar rækkeafstand

NYHED! Hegnsdruller med hydraulisk luk

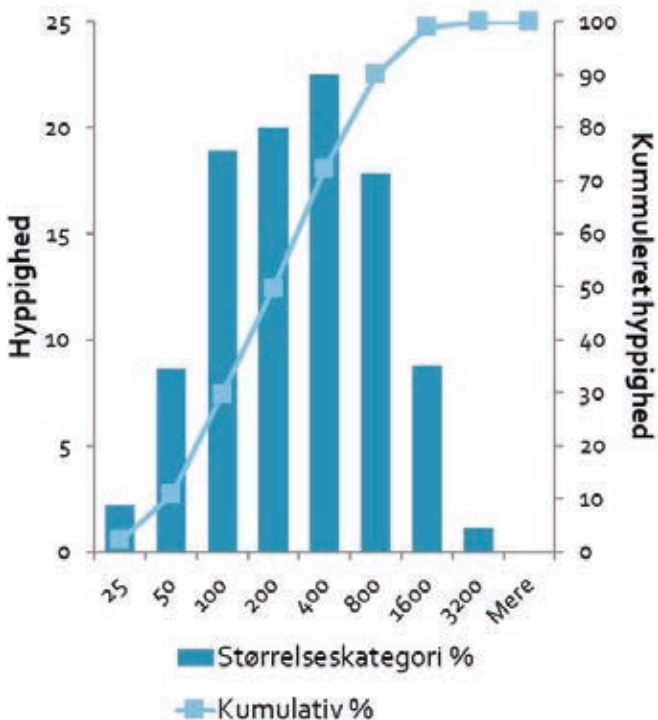
ASM ØSTERVANG · www.asm-ostervang.dk
 Tlf. 9856 5250 · asm@asm-ostervang.dk · Terndrupvej 28 · Astrup · 9510 Arden



Mangan er ikke mobilt i træernes phloem (sivæv) og kan derfor ikke flyttes fra ældre til yngre nåle. Derfor opstår manganmangel først på årsnålene. Ældre nåle, der også i dannelsesåret havde manganmangel, kan helt eller delvist restituere sig selv, da mangan ligesom kalcium til stadighed tilføres og akkumuleres i nålene.

Fordeling af mangankoncentrationerne på træer med og uden manganmangel og på årsnåle og ældre nåle. Data fra Danske Juletræers nåledatabase.

	Sunde træer	Træer m. manganmangel
Årsnåle	432	32
Ældre nåle (2. årsnåle)	906	32



Hypighedsfordelingen af mangankoncentrationen i årsnåle. Søjlerne repræsenterer data fra koncentrationsintervaller, mens kurven viser den kumulerede hypighed. Data fra Danske Juletræers nåledatabase.

igen begynder at transpirere fra nålene, vil koncentrationen igen øges og så fremdeles. Det er derfor vigtigt, at når manganmangel skal belyses, at nålene indsamles fra årsnåle, enten fra første eller anden grenkrans.

For nuværende ligger den gennemsnitlige koncentration af mangan i årsnåle i nordmannsgran fornuftigt på 409 mg/g, men tallet dækker over en variation. Ca. 10 % af analyserne fra Danske Juletræers medlemsskare udviser eller har udvist manganmangel. Langt de fleste (70 %) har ikke skyggen af manganproblemer, mens ca. 20 % ligger i gruppen 50-100 mg/g. Af databasen fremgår det, at manganmangel faktisk forekommer i mange egne af landet, dog især på Sydsjælland, Lolland-Falster, Fyn og i Sydjylland, hvor risikoen jordbundsmæssigt nok er lidt større end i de øvrige landsdele.

Jern i jord

Som det fjerdehyppigste næringsstof i jorden forekommer jern normalt i enorme mængder, men det er kun en ganske lille del heraf, der er tilgængelig for planterne. Det skyldes, at tilgængeligheden især er bestemt af reaktionen:

$Fe^{3+} + 3 OH^{-} \rightleftharpoons Fe(OH)_3$ (fast stof), som næsten er helt forskudt til fordel for dannelsen af det faste stof jern(III) hydroxid. Processen er imidlertid ekstremt afhængig af pH (Rt) i jorden, hvor jernkoncentrationen let kan falde med en faktor 1000, når pH øges med 1 enhed. Sure jordbundstyper er således altid rigere på opløst uorganisk jern end kalkjorde, ligesom komprimeret jord også typisk vil have tilgængelige jernmængder.

I vandlidende jorde sker der en bakteriel reduktion af Fe^{3+} til Fe^{2+} efterfulgt af en markant øget opløselighed. Denne proces kan også foregå i små iltfrie områder i ellers ikke vandlidende jorde. Processen foregår under forbrug af syre (H^{+}) og fører til en forøgelse af Rt. Modsat vil tiltingen af Fe^{2+} til Fe^{3+} medføre et fald i Rt.

Det er velkendt, at jern hyppigt danner opløselige komplekser med jordens organiske stoffer, oftest fremmet af mikrobielle processer. Disse komplekser har stor betydning for transporten af jern i jorden. Komplekserne er tillige også stabile under højt pH og forklarer derfor hvorfor, at jern kan findes på opløst form (være plantetilgængeligt), selv ved relativt højt pH. Karplanter (træer, buske, urter, græsser og bregner) kan også selv opbygge organiske komplekser, der "fanger" jern i jordvæsken.

Planter optager jern både som ferro- og ferrijern og som organiske komplekser. Derfor er det især på jorde med højt Rt og kalkjorde, at jernmangel ses, og i sjældnere tilfælde på organiske jorde og ekstremt næringsfattige sandjorde.

Flere undersøgelser peger på, at høje koncentrationer af mangan, fosfor, nikkel og molybdæn kan reducere optagelsen af jern.

Jerntallet

Analyse af jordens indhold af plantetilgængeligt jern er sjældent anvendt af samme grunde som nævnt under mangantallet. En eventuel risikovurdering eller diagnosticering bør derfor ske med planteanalyser.

Jern i planten

I planten har jern en afgørende betydning for funktionen af redoxprocesserne i bl.a. grønkornene. Jern indgår ikke i selve klorofylmolekylet, men skal være til stede i forbindelse med dannelsen af det. Derfor fører jernmangel i lighed med kvælstof- og manganmangel til kloroser, – nedsat eller udebleven evne til at danne klorofyl.

Jern har også stor betydning for nitrat- og sulfatreduktionen og energiproduktionen i planten. Jern opbevares desuden i cellen som stoffet ferritin; et makroprotein som kan binde flere tusinde jernatomer. Frigørelsen og bindingen af jern involverer også redoxprocesser. Desuden er jern nødvendig for en række enzymreaktioner, enten som en metalkomponent i redoxreaktioner eller som brobygger mellem enzym og substrat. Visuelt kendes jernmangel i alt overvejende grad på lyse yngre blade.

Jern i juletræerne

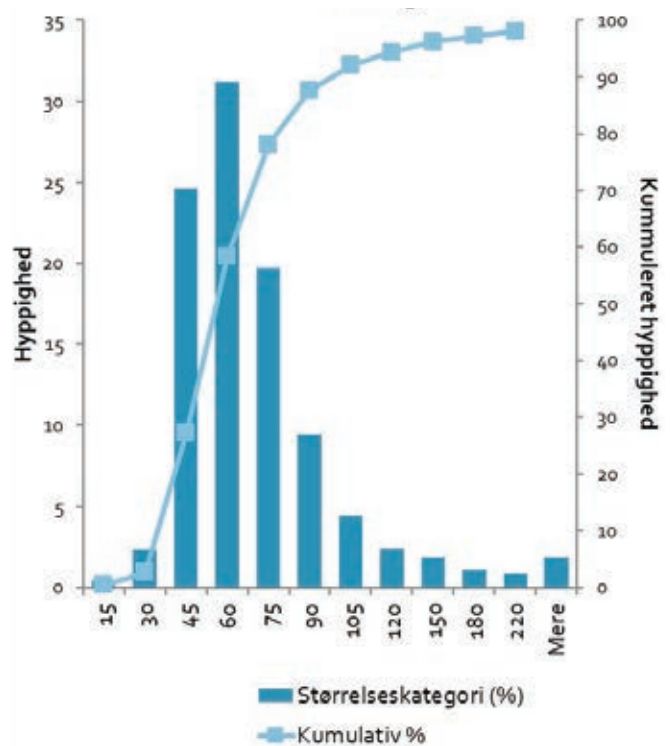
De hidtidige anbefalinger tilsiger, at jern bør ligge i intervallet 45–200 mg/g. For nuværende ligger gennemsnitkoncentration for alle analyser af årsnåle i nordmannsgran i Danske Juletræers nåledatabase med 64 mg/g til den lave side i dette interval. Årsnåle og ældre nåle har bemærkelsesværdigt ens koncentrationer. Langt de fleste analyser (60 %) har en koncentration på 45–90 mg/g. Det fremgår imidlertid af jern-histogrammet, at mange analyser (tæt på 26 %) ligger under den laveste grænse på 45 mg/g. Det er imidlertid slet ikke sandsynligt, at så stor en andel træer har jernmangel, og det vides positivt, at en stor andel af disse analyser ikke repræsenterer træer med farveproblemer. Derfor foreslås det, at den nedre anbefalede intervalgrænse for jern reduceres fra 45 til 35 mg/g. Dette efterlader kun ca. 6 % af analyserne af nålene med mangel. Disse træer har en klart lavere gennemsnitkoncentration af jern.

Symptomer på mangan- og jernmangel i juletræer

Mobiliteten af både mangan og jern er meget lille i træet. Det gør, at træets nye nåle i alt overvejende grad forsynes med mangan og jern fra jorden via xylemet og ikke fra den ældre nålepulje, som f.eks. kvælstof og

fordeling af jernkoncentrationen på træer med og uden jernmangel og på årsnåle og ældre nåle. Data fra Danske Juletræers nåledatabase.

	Gammel beregning		Ny beregning	
	Sunde træer	Træer m. jernmangel	Sunde træer	Træer m. jernmangel
Årsnåle	73	37	66	27
Ældre nåle (2. årsnåle)	76	33	75	27



Hyppighedsfordelingen af jernkoncentrationen i årsnåle. Søjlerne repræsenterer data fra størrelseskategorier, mens kurven viser den kumulerede hyppighed. Data fra Danske Juletræers nåledatabase.

magnesium. Derfor skal man altid kigge efter mangelsymptomer på de nye nåle. Symptomerne viser sig efter udspiring som en vedholdende kraftig (kanarie)gul-farvning af de nye skud. Afhængig af manglens omfang kan træerne fortsætte med at være gule, eller de kan langsomt restituere farven; dog under reduceret vækst og øget risiko for angreb af patogener. For jerns vedkommende fører jernmangel desuden til reduceret rodvækst, men øget dannelse af rodhår.



Forstplant ApS · Ribevvej 47 · 8723 Løsning · T 2014 1869 · T 2140 3021 · forstplant@forstplant.dk · www.forstplant.dk

FORSTPLANT
Stort udbud
Gode kvaliteter
Skarpe priser



Manganmangel starter typisk nedefra og arbejder sig op efter i takt med, at træerne gror. Ofte er sydsiden værst ramt, fordi manganmangel gør træerne meget lysfølsomme.

Kun nåleanalyser kan afgøre, om der er tale om jern- eller manganmangel.

Mangan- og jernmangel kan forekomme som skjult mangel, hvor den mindre mangel enten slet ikke kan ses eller måske forveksles med andre typer af mangel, som f.eks. mangel på zink, svovl eller kvælstof. Ved mangel på kvælstof eller svovl, vil de ældre nåle dog oftest også være misfarvet.

Forebyggelse på lang sigt

Forebyggelse af jern- og manganmangel kan på lang sigt ske ved at undgå for høje reaktionstal i forhold til jordtypen. Derfor skal overkalkning undgås. Også her er det bedre at kalke ofte med relativt små kalkmængder (1-2 ton pr. ha hvert 3.-4. år) frem for større kalkmængder med større interval. For at undgå overkalkning i dele af kulturen kan det være en fordel at kalke positionsbestemt.

Er der registreret mangan- eller jernmangel i marken, kan man ved valg af kvælstoftype reducere R_t , som teoretisk falder med ca. 0,1 enhed pr. år ved anvendelse af 100 kg kvælstof pr. ha pr. år i svovlsur ammoniak. R_t falder omtrent kun til det halve ved anvendelse af f.eks. urea, kalkammonsalpeter og NPK-gødninger.

Kvælstoffikserende afgrøder har samme effekt på R_t som ammoniumholdige gødninger, hvilket vil sige, at kløver frem for det almindelige ukrudt og ubevokset jord alt andet lige reducerer R_t mere. Ved at tilføre jorden organisk

stof øges omsætningen i jorden. Det øger tilgængeligheden af mangan og jern, fordi omsætningen forsurer jorden og reducerer iltindholdet.

Anvendelse af gødningstyper, der indeholder reducerede svovlforbindelser, vil øge tilgængeligheden af mangan



Manganmangel kan opstå både hos yngre og ældre træer, og et sygt træ kan være nabo til et sygdomsfrit træ.



Akut manganmangel fører i sidste instans til nåletab.

For nuværende er den eneste vej frem udsprøjtning af fortyndede manganholdige opløsninger på nåleoverfladerne. Denne strategi er dog heller ikke ideel, netop fordi mangan er immobil i planten og derfor kun virker, der hvor den flydende gødning rammer. Derfor vil f.eks. al nyvækst efter en sprøjtning ikke få tilført mangan. Mangan, men også jern, bør derfor tilføres gennem flere sprøjtninger hen over vækstperioden, ofte 3 til 8 gange. Udsprøjtning om foråret før udspring vil ikke gavne de senere nye nåle, men alene gavne nålene fra sidste år.

På kort sigt kan anvendelse af ammoniumholdige gødninger, især svovlsur ammoniak, have en effekt på tilgængeligheden af både jern og mangan, forudsat at Rt ikke er alt for høj. Er Rt mindre end 5-5,5 kan man forsøgsvis anvende mangansulfat som fast gødning i mængder mellem 10 og 20 kg/ha/år.

Mest effektivt bekæmpes manganmangel dog ved tilførsel af f.eks. mangan som bladgødning. Mange anvender mangansulfat i koncentrationer omkring 250 g/100 l vand og i mængder på 2-4 kg/ha pr. gang, ofte mellem 3 og 5 gange (flere gange kan være nødvendig) hen over skudstrækningsperioden afhængig af behovet. Mangansulfat, som pulver, er mistænkt for under opblanding (der skal anvendes åndedrætsværn) at have en negativ effekt på sprøjteførerens helbred, bl.a. i form af øget risiko for demens.

Der findes heldigvis også andre bladgødningsprodukter. Bedst kendt indenfor branchen er nok YaraVita Mantrac Pro (1-2 liter/ha) og Bionutria Biomangan 180 NS, men både Yara og Bionutria tilbyder også andre produkter med mangan (Yara Gramitrel og Bionutria Biomangan 170 NSP og Biomangan 170 NS Cu).

Der findes andre bladgødningsprodukter på markedet, der indeholder betydelige mængder mangan, men som er blandingsprodukter. Flex Fertilizer System har f.eks. en bladgødning, der hedder Flex Micro, og HD2412 forhandler Optimin.

Rene bladgødninger med jern har så vidt vides en ringe udbredelse indenfor branchen. Holstener-Jørgensen og Christensen beskrev dog i Det forstlige Forsøgsvæsen (1983), at anvendelsen af 1% Ferrosulfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$) gav et godt farveresultat i forhold til kontroltræer på Knuthenborg. Der findes dog flere jernholdige bladgødninger, der bl.a. benyttes i gartnerier. Her er jernet oftest bundet på chelatform, som er tilgængelig for planterne. Her skal f.eks. nævnes Jernsupport 54 fra Interfiller og jernchelate fra DLF. Ovennævnte Optimin fra HD2412 kendetegnes også ved at indeholde jern, ligesom Flex Fertilizer også tilbyder bladgødningsprodukter, der indeholder jern. Hverken Danske Juletræer eller forfatteren har dog erfaring med test og afprøvning af jernholdige gødninger. [1](#)