

# For lidt KOBBER

Kobber er et af de mikronæringsstoffer, der fortjener mere fokus i dyrkningen af juletræer og klippegrønt. Ved kobbermangel kan symptombilledet desværre være noget diffust, da det let kan forveksles med andre sygdomme og indgå i manglen på andre næringsstoffer. Moderat kobbermangel kan forekomme uden den velkendte hængende vækst, hvor kun forringet vækst og mindre nåle er de utydelige symptomer. Data, fra de dyrkere som Danske Juletræer modtager analyser fra, peger på en generel og alvorlig kobbermangel på flere juletræsarealer. I artiklen gennemgås kobberproblematikken for juletræer med særligt henblik på forebyggelse og afhjælpning.

≡ LARS BO PEDERSEN

Det har altid heddet sig, at kobbermangel ikke er særlig udbredt i juletræer og klippegrønt. Derfor er erfaringen med mangelsymptomer heller ikke stor, men nu peger et nærmere studie af Danske Juletræers nåle- og jorddatabase på, at kobbermangel i juletræer og klippegrønt - i lighed med i flere landbrugsafgrøder - nok er meget mere udbredt, end vi havde forestillet os.

Der er sjældent eller kun lidt kobber i traditionelle mineralske gødninger. I mange organiske gødninger, som indeholder mindre mængder kobber, er dette ofte bundet på en svært plantetilgængelig form. Desuden er tilførslen via den atmosfæriske deposition beskedent, så hvis forvitringen af jordens mineraler og mineraliseringen af humus ikke kan følge med, vil den tilgængelige kobbermængde i jorden falde. Det er givetvis situationen på mange sandede jordtyper, jorde rig på humus og på kalkjorde, hvor kobber som følge af jordbundskemien er svært tilgængelig.


## Kobbers funktion i planter

Kobber er et livsvigtigt (essentielt) næringsstof for alle højere planter. Kobbers egenskaber ligner lidt egenskaberne for jern og er derfor knyttet til processer som kompleksdannelse<sup>1</sup> og elektronoverførselsprocesser<sup>2</sup> i planterne. Kobber deltager i en række enzymaktiveringsprocesser og er direkte involveret i syntesen af lignin<sup>3</sup>. Kobber er også nødvendigt i fotosyntesen og i planternes ånding, ligesom det også deltager i opbygningsprocesserne af mange sukkerstoffer og proteiner. Hos visse plantearter indgår kobber også i farvestoffer.

## Hvordan ser man kobbermangel?

I landbruget er kobbermangel kendt som gulspidssyge, fordi kornets bladspidser bliver hvidgule, trådagtige og hænger slapt ned samtidig med, at man også kan se slappe og hængende stængler. Kobbermangel reducerer pollendannelsen og har derfor negativ virkning på bestøvning og dermed også på kernesætningen.

Kobbermangel er kendt i skovbruget (Holstener-Jørgensen & Lauritsen 1983), hvor det bl.a. er blevet kaldt "hedeopdyrkingssyndrom", men forekomsten er ofte blevet anført som relativt sjælden. Hidtil har de flestes opfattelse været, at kobbermangel er sjælden i juletræer, og Karl Peter Lyhr skrev da også i dennes skadenøgle fra 1994, "at symptomerne ikke er beskrevet på nordmannsgran og nobilis".



Nordmannsgran på 2,5 meter med udpræget hængende vækst og dermed tydelige tegn på kobbermangel. Træet står i en skovkultur ved Nørre Snede.





Afbøjning af sidegrene i kultur med pletter, der fremviser akut mangel på kobber og jern. Bøjningen foregår i tæt tilknytning til de gulfarvede nåle, som er karakteristisk for jernmangel.

Kobber er ikke særlig mobilt i planterne, og mangelsymptomer hos nåletræer ses derfor først på de yngste nåle, men kan sidenhen også ses på ældre nåle. Begyndende og mild kobbermangel giver sig ofte udslag i svagere vækst, som kan være meget vanskelig at se (skjult mangel), men også i forøget følsomhed overfor tørke.

Det mest almindelige symptom på kobbermangel er permanent afbøjning af grene og topskud med overhængende vækst til følge på grund af dårlig forvedning. Den dårlige forvedning er sekundær og skyldes, at mangel på kobber hæmmer transporten af kalcium til vækstpunkterne, hvorved strukturen af side- og topskud skades gennem dårlig indlejring og opbygning af lignin.

Forsinket afmodning, øget forgrening, busket vækst, skudrosedannelse og topskudsdød nævnes også i litteraturen i forbindelse med kobbermangel hos nåletræer. Desuden nævnes, at nålenes størrelse mindskes, de kan blive lettere snoede, og de kan mørkfarves ofte i en blålig tone med nekrotiske døde partier/blegning/gulfarvning/brunfarvning af nålespiden.

De synlige symptomer på kobbermangel kan let forveksles med andre typer af næringsstofmangel (N, P, K, S), skader fra skadevoldere og plantebekæmpelsesmidler, og disse kan let

forekomme samtidig med mangel på andre næringsstoffer. Kobbermangel forekommer ofte i pletter på marken og kan optræde både på unge og gamle planter. Symptomerne er normalt kraftigst efter perioder med sommertørke. Det er velkendt, at planter, der er velforsynet med kobber, lettere modstår sygdomsangreb.

Det er også velkendt, at forhøjet kvælstofgødning samt høje fosfor- og kaliumtal i jorden kan fremme kobbermangel.

### Kobber i jord

Kobber findes bundet i utilgængelige forbindelser i lermineraller men også i en mere tilgængelig form på lerminerallernes overflade. Desuden bindes kobber endog meget kraftigt i en ikke plantetilgængelig form til jordens organiske forbindelser, hvilket fremgår af følgende række med aftagende bindingsstyrke: Kobber (Cu) > Nikkel (Ni) > bly (Pb) > Kobolt (Co) > Kalcium (Ca) > Zink (Zn) > Mangan (Mn) > Magnesium (Mg) > Kalium (K). Derfor ses kobbermangel ofte på jorde rige på humus, f.eks. tørve- og mosejorde, men også på sortsandede groft teksturerede udvaskede jorder, som f.eks. podsoller, samt på jorde, hvor der kun tilføres mineralsk handelsgødning. Tilgængeligheden af

- 1 Komplekser kan tolkes som værende et metal atom hvortil der er bundet et antal andre stoffer, som kan være både neutrale molekyler eller negative ioner.
- 2 En elektron ( $e^-$ ) er en atomar partikel med en negativ ladning. Kobber findes på to former afhængig af optagelse/afgivelse af en elektron:  $Cu^{2+} + e^- \rightleftharpoons Cu^+$ . Førstnævnte kobber kaldes for "cupri", som er mere stabil end sidstnævnte, der kaldes for "cupro". Den bedst kendte cupriforbindelse repræsenteres nok af de grønne irrede kobbertage, hvor kobber er blevet iltet under tilstedeværelse af kultvællte og svovldioxid. Ir består af mineralet malakit ( $Cu_2CO_3(OH)_2$ ). Når kobber optager en elektron, kaldes det en oxidation (iltning), og når kobber afgiver en elektron, kaldes det for en reduktion. Kobber deltager især i enzymatiske processer, hvor sådanne elektronudvekslinger er vigtige.
- 3 Lignin kaldes også vedstof. Det indlejres i plantecellernes midtlem og cellevæg, hvor det har en afstivende virkning. Lignin er efter cellulose det stof, der forekommer i størst mængde i planteriget. Særligt i nåletræer er indholdet højt. Udover at virke afstivende forstærker lignin også de vandledende celler (xylemet), så de kan modstå tryk fra det transporterede vand.



Kobbermangel i byg (gulspidsyge). Efter [www.cropnutrition.com](http://www.cropnutrition.com).





Ved udpræget kobbermangel kan nålenes farve på træets nedre grene antage blålige toner, som på dette træ. Endvidere er der partier på de ældre nåleår-gange, som er uden nåle på grund af nåledød. Samtidig kan den hængende vækst af disse grene iagttages.



Dårlig forvædning som følge af kobbermangel. Måske gør den dårlige forvædning ved kobbermangel det lettere for topskuddet at sno sig om fuglepinden?

kobber aftager med reaktionstallet. Bl.a. derfor ses kobbermangel også på kalkjorde med højt reaktionstal, hvor karbonater især binder kobber. På almindelige lerjorde ses kobbermangel forholdsvis sjældent. På lerjorde skal man dog være opmærksom på, at der i sandede områder/pletter kan være et lavt kobberindhold og dermed optræde kobbermangel. Tørke kan desuden fremme kobbermangel.

#### Kobbertallet (Cut) er for lavt

Kobbertallet (Cut) er et mål for jordens tilgængelige mængde af kobber. Kobbertallet udtrykkes i mg/kg jord. Cut i den danske dyrkningsjord ligger generelt mellem 0,8 og 16 svarende til mellem 2 og 40 kg/ha i de øverste 20–30 cm af jorden (1 enhed svarer til 2,5 kg Cu/ha). De generelle anbefalinger siger, at Cut bør ligge mellem 2 og 5 (tabel 1).

Cut analyseres ikke så hyppigt i forbindelse med juletræer og klippegrønt. Danske Juletræers database indeholder derfor kun 751 analyser. Her er middelværdien på 2,2 med et minimum på 0,2 og et maksimum på 18. Fordelingen af kobbermålingerne peger tydeligt på, at de tilgængelige mængder er til den lave side. Faktisk ligger næsten 50 % af kobbertallene under den nedre

grænse af det generelle anbefalede interval (2–5), og hele 14 % ligger under 1, – kun nogle ganske få analyser ligger alt for højt (figur 1). Det er bemærkelsesværdigt og ganske urovækkende, at så høj en andel af prøver har alt for lave værdier. Landbrugets landsforsøg viser samme mønster, hvor halvdelen af jordprøverne udviser for lavt Cut (Landbrugsavisen 13. marts 2017).

Planter optager kobber fra jordvæsken, og her er koncentration meget lille i dyrkede jorde, i størrelsesordenen 0,0050–0,080 Cu mg pr. liter afhængig af jordbundstype. Dette svarer nogenlunde til, hvad der er fundet i jordvæsken i rodzonen under juletræer tilbage i 90'erne og 00'erne. Den lave koncentration skyldes, at kobber er temmelig immobilt i jorden (bindes kraftigt til jordpartiklerne), hvorfor rodoptagelsen af kobber også kun sker fra områder i umiddelbar nærhed af roden. Derfor er en god rodudvikling og en god fordeling af kobber i jorden nødvendig for at sikre kobberoptagelsen.

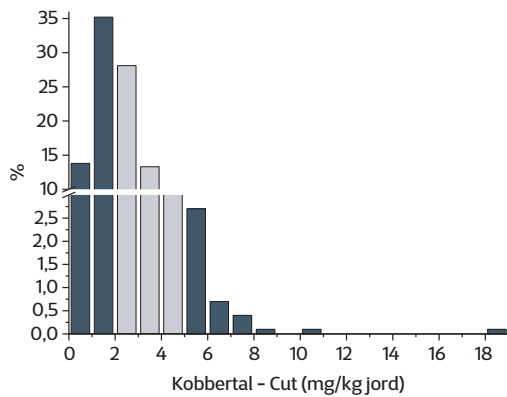
#### Nålenes indhold er for lavt

Kobber er et mikronæringsstof og et af de stoffer, som planter har mindst behov for. Generelt ligger indholdet af kobber under 10 mg/kg i plantemateriale. Danske Juletræers nåledatabase

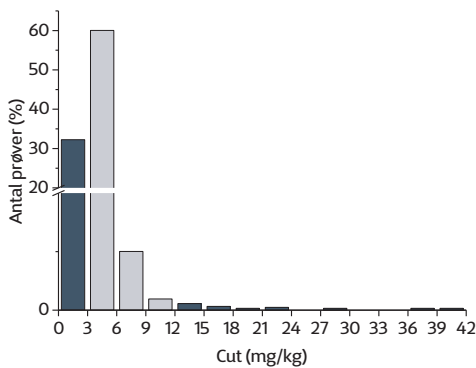
Tabel 1. Niveauer af kobbertallet (Cut) i danske jorder. Den generelle anbefaling er 2–5 svarende til et middelniveau.

	I	II	III	IV	V
	Meget lavt	lavt	Middel	Højt	Meget højt
Cut	<0,8	0,8-2,0	2,1-5,0	5,1-8,0	>8





Figur 2. Hyppighedsfordeling af kobbertallet. Data fra Danske Juletræers jorddatabase. De lyseblå søjler repræsenterer værdier indenfor det anbefalede interval (2-5).



Figur 3. Hyppighedsfordeling af kobberkoncentrationen i nåle. Data fra Danske Juletræers nåledatabase. De lyseblå søjler repræsenterer værdier indenfor det anbefalede interval (3-12 mg/kg).

har et gennemsnit på 4 mg/kg med en maksimumværdi på 41 mg/kg samt en minimumværdi på under 0,1 mg/kg. Anbefalingerne fra Danske Juletræer tilsiger, at koncentrationerne bør ligge i intervallet 3-12 mg/kg. Af alle prøver har under 1,5 % en større værdi end 12, og 1/3 har en koncentration, der er under den nedre grænseværdi på 3 mg/kg (figur 2). Sidstnævnte er stærkt foruroligende, og desværre er mangelsituationen eskaleret indenfor de sidste par år. Således var det før 2016 under 5 % af alle nåleanalyser, der udviste kobbermangel. I 2016 og 2017 udviste ikke mindre end henholdsvis 75 % og 55 % af nåleanalyserne kobbermangel. Helt så slemt står det tilsyneladende ikke til i landbruget, hvor "kun" 25 % af planteanalyserne udviste kobbermangel (Landbrugsavisen 13. marts 2017).

### Hvor meget kobber fjernes der ved høst?

Der er ingen målinger, der viser hvor meget kobber, der fjernes gennem høsten af juletræer, men ud fra biomasseundersøgelser over nålemængderne kombineret med nåledatabasens gennemsnitskoncentration af kobber kan udtaget med høsten estimeres til 200 - 300 g kobber pr. ha på en omdrift på ca. 10 år. Det virker som en anelse mindre end i landbruget, hvor der regnes med en fjernelse på 20 og 120 g pr. ha. pr. år afhængigt af afgrøden.

### Tilførsel

Den naturlige tilførsel af kobber er uhyre beskednen. Novana (Aarhus Universitet) har estimeret den årlige tilførsel over landområder til lidt over 7 g pr. ha., altså langt mindre end, hvad træerne forbruger.



Kobbermangel med dårlig forvedning af sidegrene på jord med højt reaktionstal. Kobbermanglen (koncentrationer i nålene ned til 1 mg/kg) forekom samtidig med mangel på andre næringsstoffer, bl.a. jern som formentlig er stærkt medvirkende til nålenes gullige farve som følge af manglende dannelse af klorofyl.



Kobberoxychlorid er et turkisfarvet finkornet gødningsprodukt. Farven minder om ældre kobbertage som følge af, at kobberformen er den iltede "cupri"-form.



### Forebyggelse

Kobber bør tilføres med forsigtighed og baseres på jord- og/eller planteanalyser. Det er relativt let at forbedre jordens kobberindhold, da kobber bindes stærkt til jordpartiklerne og ikke udvaskes. Det betyder på den anden side set, at kobberindholdet i jorden let kan opbygges til (for) høje niveauer ved gentagen gødskning. Hvis der er tilført for meget kobber kan det være særdeles vanskeligt at reducere. En forøgelse af jordens Rt til omkring 7, hvor kobber er mest mobilt i jorden og dermed mest udsat for udvaskning, vil nok være den hurtigste løsning, men dette er ikke særligt velegnet til juletræsproduktion. Tilføres der for meget kobber, kan det have en giftvirkning med især hæmning af rodvæksten, men kobber kan også undertrykke optagelsen af både jern og kalcium.

Fra landbruget er der erfaring med, at tilførsel af 2,5 – 5,0 kg kobber pr. ha svarende til 10– 20 kg blåsten (kobbersulfat) eller 5– 10 kg kobberoxychlorid pr. ha vil være effektivt til at hæve kobbertallet på mineraljord, hvis det er for lavt (under 2). Dette vil formentlig dække behovet for kobber i 5–10 år på sådanne jordtyper. På humusrige jorde kan 10–15 kg kobber pr. ha (40 – 60 kg blåsten) eller 20 –30 kg kobberoxychlorid pr. ha være nødvendig. På grund af kobbers ringe mobilitet i jorden vil effekten være bedst, hvis det oplandes godt i jorden.

Det er kun ganske få faste fuldgødninger, der indeholder kobber. NPK 14–3–15 fra Yara er en af disse gødninger med et indhold på 0,05 %. Tilføres der f.eks. 100 kg N/ha af denne gødning, vil der samtidig tilføres ca. 0,4 kg kobber, som bestemt vil være med til at kompensere fjernelse med høsten.

Når de fleste faste fuldgødninger ikke indeholder kobber, er det nødvendigt at gødske med kobber fra tid til anden og efter behov, eventuelt sammen med andre mikronæringsstoffer. Der findes produkter, som kan udbringes ved bredsprøjtning for at øge jordens kobberindhold. Erfaringer med at tilsætte et egnet kobberprodukt ved afskærmet sprøjtning mod ukrudt om foråret er mangelfulde.

Flere typer af organiske gødning indeholder kobber, f.eks. Øgro-, Fertikal- og Binadan-gødningerne. Kobber er i disse gødningstyper ofte bundet hårdt til det organisk stof, og er ikke umiddelbart tilgængeligt, hvorfor disse gødningstyper ikke vil være egnede til hurtig udbedring af akut kobbermangel. På den lange bane vil tilførslen herfra dog være at betragte som et tilgængeligt tilskud, som kan vedligeholde kobberpuljen i jorden. På jorder, der er tilført husdyrgødning, er kobbermangel sjælden.

### Afhjælpning med bladgødskning

Bladgødskning kan bruges til akut afhjælpning eller som forebyggelse. Kobber er et mikronæringsstof, så det er ikke særlig store mængder, der skal passere nålenes voksbarriere for at opnå en effekt. Virkningen af kobber vil være størst på nye nåle uden et tykt vokslag, men her er risikoen for svidning også størst. Da kobber kun translokteres i begrænset omfang i træet, kan det være nødvendigt at opdele bladgødskningen i flere sprøjtninger gennem vækstsæsonen. Der er eksempler på sprøjtning fra april og hen over sommeren, med både bomsprøjte og tågesprøjte med blandinger af ca. 0,3 til 0,8 % (kobberoxychlorid) ved brug af 300 – 500 liter vand pr. ha. De mest anvendte midler til afhjælpning af kobbermangel er blåsten (25 % kobber) og kobberoxychlorid (50 %). Landbruget anbefaler 2 kg blåsten i 300 l vand pr. ha eller 1 kg kobberoxychlorid i 300 l vand pr. ha. Vær opmærksom på, at blåsten kan svide, selv ved lave koncentrationer. Undgå at sprøjte om morgenen på dug og i stærk sol. Blåsten er meget aggressivt overfor sprøjtens metaldele og kan være vanskelig at opløse i sprøjtevæsken. Kobberoxychlorid er lettere at opløse og svider mindre end blåsten. Vær også opmærksom på, at kobberprodukter kan være problematiske at blande med planteværnsmidler.



Bionutria har desuden et produkt (biokobber 70), der anvendes i juletræer til både afhjælpning og forebyggelse. Doseringsvejledningen er her 1-2 liter pr. ha. Optimin Easy Green er et eksempel på en bladgødning der, ud over en række andre næringsstoffer, også indeholder kobber.

### Bidrag til den fælles database!

Kobberproblematikken, som skitseret overfor, er kun blevet opdaget, fordi de kemiske analyser af nåle og jord gemmes i en fælles database. Dette skaber et væsentligt grundlag for fastsættelsen af de anbefalede grænseværdier og et unikt materiale til vurdering/overvågning af den generelle sundhed af danske juletræer og klippegrønt samt til en specifik vurdering af de enkelte medlemmers analyseresultater. Derfor kan vi kun opfordre til, at de medlemmer, der får udført analyser på andre laboratorier end Eurofins (vi får via vores samarbejde analyserne herfra automatisk) også bidrager til databasen. Send derfor gerne jeres analyser til artiklens forfatter (lbp@christmastree.dk) med en angivelse af datoen for prøveudtagelsen og eventuelt nåleårgangen (årsnåle/ældre nåle). Data bruges altid anonymiseret!

### Litteratur

Holstener-Jørgensen, H. & Lauritsen, G. 1983: Kobbermangel hos sitkagran på Meilgaard. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, beretning nr. 328, bind XXXIX.

Lyhr, K.P. (1994): Håndbog til identifikation af skader på nordmannsgran og nobilis. Dansk Skovforenings pyntegrøntsektion.

Novana (2006): Atmosfærisk deposition 2015. Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet.

Landbrugsavisen (2017): Hver anden jordprøve viser kobbermangel – og det kan du gøre (13. marts) 📌



© MORTEN NEDERGAARD, NEDERGAARD SKOVBRUG OG NATUR

Udtalt kobbermangel med udgået topskud. En jordprøve fra kulturen viste et Cut på 1,1.

## Ekspertise og tæt samarbejde

Vi garanterer den genetiske og tekniske kvalitet hver gang



**JOHANSENS PLANTESKOLE**

Damhusvej 103, 7080 Børkop, Tlf. +45 75 86 62 22  
salg@johansens-planteskole.dk, www.johansens-planteskole.dk

**SUSÅ PLANTESKOLE**

Borupvej 62, 4683 Rønnede, Tlf. +45 20 14 60 52  
jho@susaaplanteskole.dk