



Velfarvet skud med god nålefarve og nålefyldte skyldes en optimal velbalanceret gødskning.

KVÆLSTOF, MAGNESIUM OG NÅLEFARVE

Næsten alle næringsstoffer påvirker træernes nålefarve, der i stort omfang tillægges det grønne farvestof klorofyl, som også sørger for planternes fotosyntese. Nogle næringsstoffer har kun perifer tilknytning til fotosyntesen, andre forbruges i processen, mens to er særlig vigtige, fordi de indgår som byggesten i klorofylmolekylet. Denne artikel omhandler disse to næringsstoffer, kvælstof og magnesium, og deres betydning for nålefarve.



≡ LARS BO PEDERSEN,
PH.D. I STOFKREDSLØB

Den gode nålefarve opnås gennem optimal gødskning, mens utilstrækkelig nålefarve ofte går hånd i hånd med manglen på næringsstoffer. Ved utilstrækkelig tilførsel vil træerne uvægerligt bevæge sig over i en sundhedstilstand med skjult mangel. Det er en tilstand, hvor der umiddelbart ikke ses tydelige mangelsymptomer på nålene, men hvor både den overjordiske og underjordiske vækst gradvist bliver hæmmet. Tilstanden går gradvist over i decideret mangel med klare misfarvninger af nålene, ofte med dertil hørende deklassificering af træerne. Tilstanden udvikler sig i værste fald til markant vækstretardering og plantedød. Danske Juletræers nåledatabase viser, at mangelsymptomer ofte forekommer i forbindelse med mangel på kvælstof (N) og magnesium (Mg).

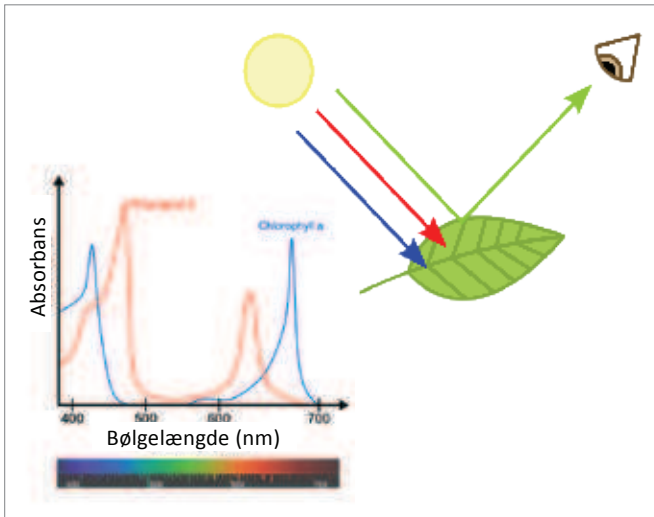
Indre og ydre forhold

Når blade og nåle ser grønne ud, er det fordi lysets grønne bølgelængder reflekteres, mens andre som de røde og blå absorberes (figur 1). Farvepigmenterne udgør

grundlaget for den nålefarve, vi oplever, men andre forhold som angreb af insekter og svampe, skygge, nedbør og lysindfald (1) påvirker også farveindtrykket. Farveændringen på træerne, når vejret skifter fra f.eks. klart solskin til skyet vejr med regntunge skyer, kender vi alle til. Denne artikel omhandler ikke ydre forhold, men alene forhold i nålen, der er knyttet til især kvælstofs og magnesiums påvirkning af nålefarven.

Farvepigmenter og ændring i deres refleksion

Nålene indeholder en række farvepigmenter, der påvirker det samlede farveindtryk, men ændringer i f.eks. plantecellernes pH og vokslagets beskaffenhed kan også ændre farveindtrykket. Førstnævnte er bl.a. andet kendt fra planteslægten hortensia, mens sidstnævnte bl.a. er kendt fra nobilis (2) og blågran (3), hvor tykkere vokslag giver en mere blå farve. Endelig kan nedbrydning af farvepigmenter til andre farvepigmenter og ændringer i farvepigmenternes koncentration påvirke nålefarven. Gode eksempler her på er nedbrydning af klorofyl ved magnesiummangel (4) og den alment kendte reducerede dannelse af klorofyl ved kvælstofmangel.



Figur 1. Langt de fleste planter fremtræder grønne, fordi lysets blå og røde bølgelængder absorberes af bladene/nålene, mens de grønne reflekteres.

Farvepigmenter

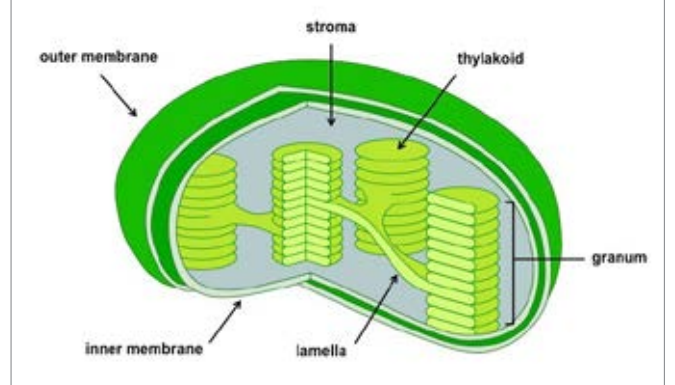
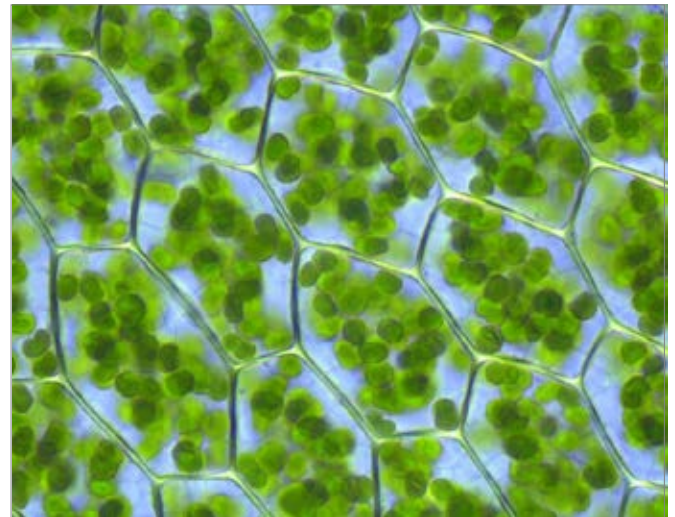
Der findes forskellige typer af farvepigmenter i planter, bl.a. klorofyl, karotin, xanthophyl og anthocyanin. Klorofyl er en gruppe af grønne farvestoffer, karotin er gulorange til røde farvestoffer, mens xanthophyl især er gule farvestoffer. Anthocyaninerne er ansvarlig for de mere sjældne blå, lilla, og stærkt røde farver, som i blomsterne på f.eks. riddersporer, kornblomst og hjulkrone.

De forskellige farvestoffer har forskellig funktion i planterne, men det er kun klorofyl, der udfører fotosyntese. Karotenoiderne (fællesbetegnelse for karoten¹ og xanthophyl) er ikke i stand til at overføre absorberet lys direkte til den fotosyntetiske vej, men de kan overføre deres lys til klorofyl og dermed hjælpe til i fotosyntesen. Derfor er de også ofte til stede i grønkornene (kloroplasterne) sammen med klorofyl. De over 600 anthocyaniner er derimod ikke knyttet til fotosyntesen, men beskytter ofte planterne mod både biotisk og abiotisk stress, takket være deres antioxidantegenskaber.

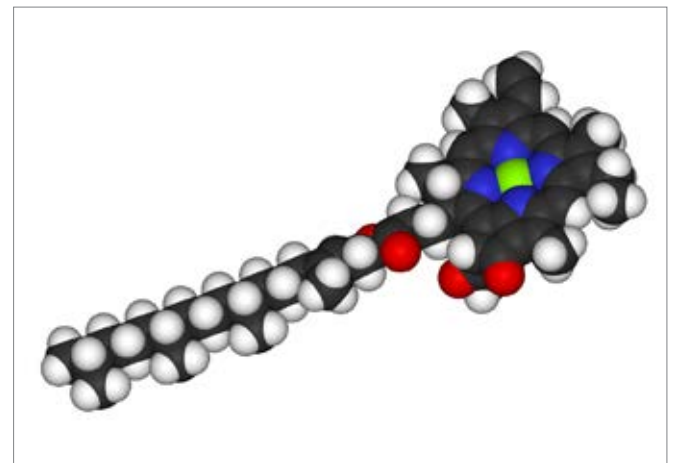
Klorofyl

Der findes seks forskellige klorofylmolekyler, hvoraf klorofyl a og b findes hos de højere grønne planter. Klorofyl er hovedansvarlig for nålenes farve hos langt de fleste juletræsarter, selvom både nobilis og blågran udmærker sig ved flotte vokspåvirkede blågrønne farver.

Kigger man på en nål igennem et lysmikroskop, kan man se en masse små grønne korn. Det er grønkornene, som er fyldt med klorofyl (figur 2). Klorofyl er det lysfangende pigment, der sørger for omdannelsen af sollys til kemisk bundet energi (glukose) gennem fotosyntesen. Klorofylmolekylet består af brint, ilt, kulstof, kvælstof og magnesium (figur 3). Udover disse stoffer, forbruges der indirekte flere andre næringsstoffer, både under opbygningen



Figur 2. Plantecellers kloroplaster genkendes let i et almindeligt lysmikroskop som talrige små grønne organeller. Kloroplaster er fyldt med thylakoid-membraner, der er organiseret i grana. Det er her klorofylet (og karotinerne) findes og her fotosyntesen foregår.



Figur 3. Klorofyl a og b er de vigtigste lysfangende pigmenter, der medvirker i fotosyntesen hos juletræer. Klorofyl består af en porfyri-ring med et magnesiumatom (grøn) i midten omgivet af fire kvælstofatomer (blå). Derudover indgår der også større mængder af kulstof-, ilt- og brintatomer (henholdsvis sort, rød og hvid). Forskellen på typerne af klorofyl er en lille gruppe af atomer, der er bundet øverst på molekylet (type A en CH_3 -gruppe og type B en CHO -gruppe). Klorofylets grundstruktur har flere ligheder med hæmoglobinmolekylet, hvor det dog er et jernatom, der sidder i midten af porfyri-ringen i stedet for magnesium.

¹ Det mest kendte karoten er betakaroten, der giver gulroden dens farve.



Fra moderat over udtalt til ekstrem kvælstofmangel.

af klorofylmolekylet og til den efterfølgende fotosyntese. Bedst kendt er nok kalium (K), der f.eks. bruges til regulering af spalteaåbningerne, der søger for udvekslingen af kuldioxid og ilt, og mangan (Mn), der bruges til at spalte vandmolekylerne i fotosyntesen².

Kvælstof

Forholdet mellem kvælstof og magnesium i klorofylmolekylet på præcis 4:1 peger på et lignende forhold i



nåleanalyserne. Sådan er det dog langt fra. Omregnes de procentuelle koncentrationer i nåleanalyserne til atomer, finder man forhold mellem 250:1 og 350:1. Med andre ord indgår kvælstof i særdeles mange andre molekyler og processer end lige netop i klorofylmolekylet og fotosyntesen.

Symptomerne

Når træet lider af mangel på kvælstof, bliver nålene lysegrønne til gule, alt afhængig af manglens omfang. Både ældre og yngre nåle kan rammes. Kvælstofmangel starter typisk ved, at de ældre nåle rammes først af



GØDNING TIL JULETRÆER

Organisk gødning baseret på recirkulerede genanvendte animalske råvarer

Find vores gødningssortiment på Øgro.dk

Læs mere på www.Øgro.dk eller kontakt os på:
Tlf.: 5156 4709 eller e-mail: Øgro@daka.dk

en jævn gulfarvning/gulgrønfarvning af hele nålen. På grund af kvælstofs meget høje mobilitet i træet, ses symptomerne dog hurtigt i hele træet. Kvælstofmangel medfører ikke kun en formindsket dannelse af klorofyl, men også at mange vigtige aminosyrer, vitaminer, enzymer og proteiner kun kan dannes i utilstrækkeligt omfang. Så at sige påvirkes alle processer i træerne.

Når der i sommerens strækingsperiode opstår kvælstofmangel, følger der også en reduktion i både nål-længde og nålfylde. Kvælstofmangel fører desuden til nedsat vækst af top- og sideskud – selv under intensiv top- og bredderegulering. Dette blev senest set i gødningsforsøget med organiske gødninger (5). Akut mangel fører til dværgvækst.

Træet optager kvælstof både gennem nålene og rod-systemet. Selvom bladgødsning kan farve nålene op i sensommeren/efteråret, så skyldes kvælstofmangel især, at rødderne ikke optager nok. Årsagen kan være udvaskning med nedbøren, lille mineralisering i jorden, som følge af for lav fugtighed og temperatur, for lavt Rt, eller som oftest en for lille tilførsel gødning eller fravær af splitgødsning eller farvegødsning. Da kvælstof er meget mobilt i både plante og jord, ses kvælstofmangel

ofte efter store nedbørshændelser, som både udvasker kvælstof fra nåle og jord. Modsat kan tørke også give mangel på kvælstof, fordi optagelsen og den videre transport i træerne er hæmmet.

Jordens betydning

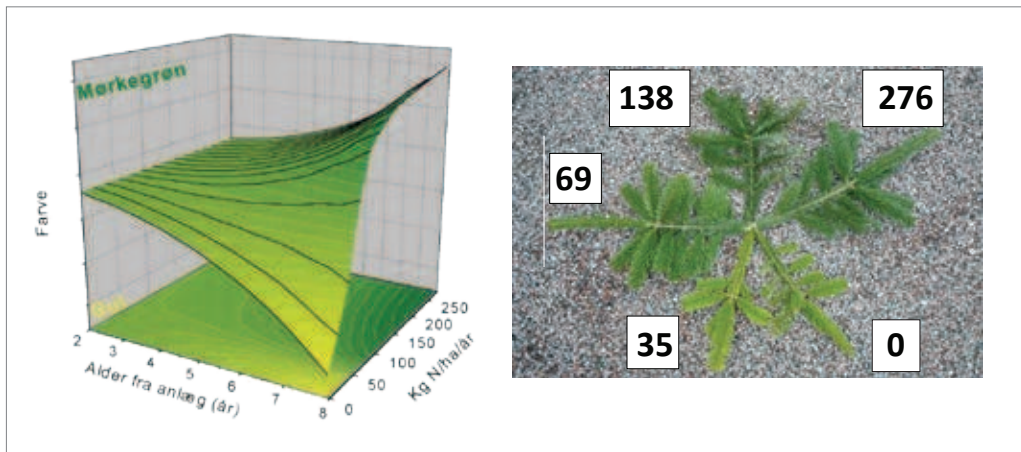
Kvælstofformen har også betydning. Nitrat (NO_3^-) er langt mere mobil i jorden og dermed hurtigere virkende end ammonium (NH_4^+). Til gengæld virker ammonium længere og er langt fra så udsat for udvaskning som nitrat. Dette skyldes, at det positivt ladede ammonium bindes midlertidigt til jordens negative partikler, mens det negativt ladede nitrat frastødes.

Kvælstofudvaskningen fra dagens juletræsproduktion ligger omtrent på 15-20 kg N/ha/år. Alle gødningsundersøgelser fra 90'erne og frem til i dag har vist, at udvaskningen af ammonium ligger under 0,1 kg N/ha/år.

Organiske gødninger indeholder organisk bundet kvælstof, og mange er tilsat urea ($(\text{NH}_2)_2\text{CO}$). Disse gødninger virker ofte i længere tid, fordi kvælstof-forbindelserne først skal nedbrydes til ammonium eller nitrat, før de kan rodoptages. Det hævdes, at organiske gødningerne er mere økonomiske end mineralske gødninger. Det kan der være noget om, fordi tabet



Skud med udtalt kvælstofmangel.



Figur 4. Til venstre ses årsnålenes farverespons på varierende gødningstilførsel (NPK 23-3-7). Forsøgene er udført på fire lokaliteter (Hastrup skov, Paludans planteskole, Rye Nørskov, Salten Langsø). Gødnings-tilførslen var konstant over årene i alle gødningsbehandlinger. Til højre er vist kviste fra de enkelte behandlinger. Tallene angiver tilførslen af N i kg/ha/år.

gennem udvaskning er mindre (6), men man skal huske på, at noget af det organisk bundne kvælstof er så hårdt bundet, at det i praksis regnes for utilgængeligt. Der er derfor fastsat udnyttelseskrav til denne type gødninger (afhængig af den enkelte gødning), som muliggør en større dosering, end hvad de gængse kvælstofnormerne angiver.

Tilgængeligheden af kvælstof er størst, når jordens pH er neutral ($R_t = 6,5$), men skal der tages hensyn til optimal forsyning af alle næringsstoffer, især mikronæringsstoffer og fosfor, vil et optimalt dyrkningsinterval (R_t) ligge mellem 5,5 og 6,5, - aldrig højere. Kalkning af sure jorde kan derfor også øge tilgængeligheden af kvælstof. Især på tidligere skovjorde med meget organisk stof, kan kalkning dramatisk øge tilgængeligheden af N gennem øget mineralisering.

Enorm effekt – men med loft

Kvælstof har enorm påvirkning af stort set alle vækstparametre hos nordmannsgran. Gødsning med kvælstof er et tveægget sværd. Kvælstof giver flere og længere grene, flere og længere internodier, øger diameter- og rodbiomassen, forbedrer vitaliteten samt øger højde- og topskudsvæksten. Øget tildeling af kvælstof giver et mindsket rod/top-forhold. Nogle af de mest markante og positive påvirkninger er dog på nålefarven og nålefylden. Træerne vokser imidlertid ikke ind i himlen, fordi påvirkningen følger loven om det aftagende udbytte, sådan som der hvert år diskuteres på gødningskurserne.

I det største gødningsforsøg i nordmannsgran til dato udført tilbage i 90'erne (7), viste resultaterne på fire lokaliteter i fem gødningsbehandlinger med konstant tilførsel af kvælstof, at tilførslen hurtigt blev utilstrækkelig i forhold til farven i behandlingerne, hvor tilførslen var lav (0, 35 og 69 kg N/ha/år) (figur 4). Anderledes så det ud i behandlingen med meget høj tilførsel af kvælstof (276 kg N/ha/år). Her var tilførslen mere end rigelig (og forårsagende en gigantisk udvaskning i nærheden af 200 kg N/ha/år), fordi den ikke gav bedre farve end behandlingerne med mindre tilførsel af kvælstof (138 kg N/ha/år). Disse tal understreger, at farveresponsen på gødningstildelingen følger det aftagende udbyttes lov, og havde der været etableret en behandling med endnu højere tilførsel af kvælstof, ville farveresponsen givetvis være aftaget som følge af forgiftning af træerne.

Nålefarven er stærkt koblet til N-koncentrationen

Der eksisterer normalt en tæt korrelation imellem blades farve og kvælstofkoncentration. Det gælder lige fra blomsterplanter over ris og andre kornarter til frugttræer og nåletræer.

Sammenhængen mellem planteproduktion og kvælstof er så tæt, at man har udviklet flere typer apparater og kort over plantefarver, der ud fra scanninger eller visuelle farvesammenligninger bestemmer planternes kvælstofstatus og dermed gødningsbehov. Desværre er de fleste af disse apparater udviklet til blade med plan flade, og de er derfor vanskelige at bruge til runde nåle. Det er dog i en canadisk undersøgelse (8) lykkedes at skabe en god



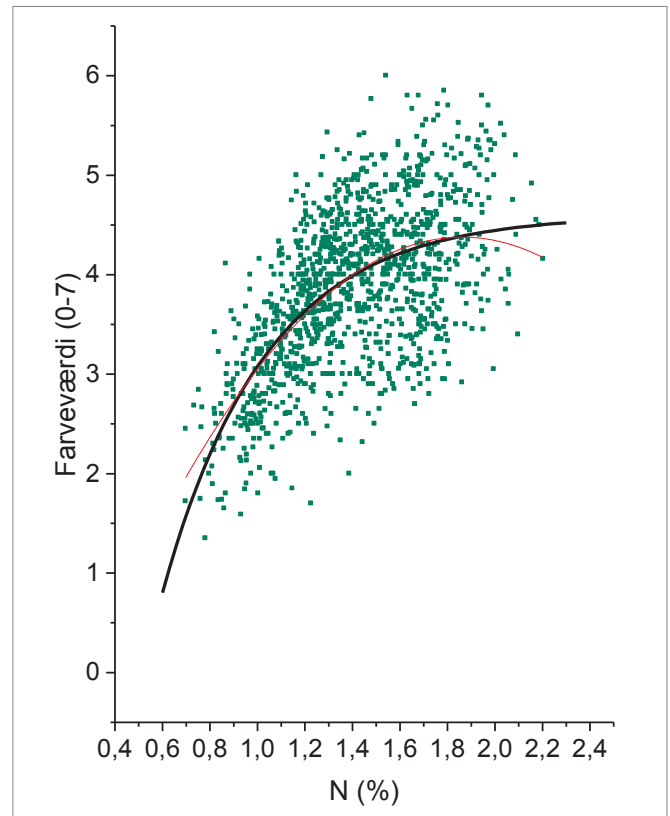
FORSTPLANT
 Stort udbud
 Gode kvaliteter
 Skarpe priser

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

sammenhæng, omend af indirekte karakter, hvor man vurderede nålenes farve visuelt ved hjælp af plant color charts, for derefter at scanne farverne på kortets flader til korrelation med kvælstofkoncentrationen i nålene³.

I figur 5 er vist et eksempel på en sådan sammenhæng i nordmannsgranjuletræer. Her kan man genkende en tendens til et faldende farverespons ved de meget høje kvælstofkoncentrationer, hvor den ene røde regressionskurve peger på et fald i farve ved de helt høje koncentrationer. Kurverne viser desuden, at fra omtrent 1,4% N i nålene, sker der et fald i farvestigningen. Dette tal er det kritiske punkt, der adskiller nåle med mangel og nåle, der indeholder tilstrækkeligt med kvælstof. I takt med at kvælstofkoncentrationen stiger, vil luksusoptagelse øges, og ved 1,8% kvælstof i nålene er stigningen i farven så lille, at en forøgelse af gødningstildelingen af kvælstof ikke kan svare sig. Det er derfor Danske Juletræer anbefaler, at koncentrationen i nåleanalyser ligger mellem 1,4 og 1,8%.

³ Danske Juletræer har som standard benyttet en farvescoring på 2. grenkrans årsnåle udtaget i træernes hvileperiode. Der vælges tre referencekviste med gennemsnitlig grøn, gulgrøn og mørkegrøn, som hver især farvefastsættes ud fra Munchells Color Charts for Plant Tissues med henblik på korrekt gentagelse årene imellem. Der scores i syv kategorier, hvor 2 er gulgrøn, 4 er gennemsnitlig grøn og 6 er mørkegrøn. Der er suppleret med en ekstra kategori for døde rødfarvede nåle (7).



Figur 5. Nålefarven i årsnåle som funktion af kvælstofkoncentrationen i årsnåle. Målingerne er fra forskningsprojektet beskrevet i figur 4.

Aktuelle produkter til sæson 2022

Trænger dine juletræer til farve? Opti-N kan hurtigt hjælpe dig!



Så meget skal du bruge:

Dosering er 25 liter per hektar.

- Leveres i dunke á 20 liter
- Må ikke udsættes for frost

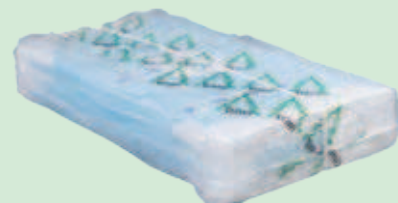
HD 2412

Skovudstyr · alt til juletræer

Gl. Skivevej 91 · 8800 Viborg
T: 87 281 281 · F: 87 281 291
hd2412@hd2412.dk · www.hd2412.dk

Kvalitetsnet på lager til omgående levering!

Kontakt os for aktuelle priser



Triwi net, 3.000 meter



Nova VacuNet, 4.000 meter



Hvad er normalt N-indhold?

Mange afgrøders kvælstofkoncentration i blade ligger omkring 3%, mens løvfældende træarter ofte ligger noget lavere, omtrent 2-3%. Nåletræarter ligger lavest ofte med koncentrationer mellem 1,3 og 2,0%.

Koncentrationen af kvælstof i nålene i nordmannsgran og nobilis er som i de øvrige nåletræarter lav i forhold til andre planter. En stor del af årsagen er det tykke vokslag, som "fortynder" kvælstof og andre næringsstoffer i totalanalyserne. Formodentlig er den intracellulære (aktive) koncentration meget lig andre plantearter.

Danske Juletræers nåledatabase viser et gennemsnit i analyser siden 2014 tæt på 1,6%, altså perfekt i midten af det anbefalede interval. Desværre viser de samme analyser, at ikke mindre end 28% har en koncentration, der er lavere end anbefalingerne. Formodentligt er andelen af prøver med mangelsymptomer overestimeret, men det ændrer ikke ved, at flere gødsker med for lidt kvælstof.

Forebyggelse og afhjælpning

Nåleanalyserne peger på, at mange dyrkere stadig slås med for lave koncentrationer af kvælstof i træerne. Det er ærgerligt, for manglen er ikke vanskeligt at bekæmpe. Både mineralske og organiske kvælstofholdige gødninger



Skud med udtalt magnesiummangel.



Fra moderat over udtalt til ekstrem magnesium mangel.



forekommer som regel i anden grenkrans og på ældre stammestykker, og starter som en svag gulfarvning af ældre nåle. Først gulfarves nålespidsen, hvorefter misfarvningen breder sig ned mod nålens basis. I takt med at gulfarvningen tiltager, kan nålespidsen brunfarves og dø. Er manglen på magnesium stor, vil træet ultimativt tabe nålene og "bare skuldre" være symptomet. I modsætning til symptomerne ved kaliummangel, som sygdommen let kan forveksles med, er overgangen mellem det misfarvede og det sunde væv på nålen ofte forholdsvis skarp. Det er kun i meget sjældne tilfælde, at manglen er så stor, at det også går ud over årsnålene. Siden 2014 har mangeltilstanden været mere eller mindre hyppig. Afhængig af forekomsten anslås det, at sygdommen let årligt kan koste branchen mellem 20 og 50 millioner kroner.

Årsagen til gulfarvningen

Klorofyl nedbrydes til det gule pheophytin og efterfølgende til det gulbrune pheophorbid samt frit magnesium (Figur 6). Magnesium fra porfyrinringen mobiliseres tilsyneladende relativt let, mens kvælstof først frigives langt senere i nedbrydningsprocessen.

virker, med henholdsvis hurtigere og langsommere virkning. Er manglen akut virker mineralske gødninger med et stort indhold af nitrat hurtigst. Ofte er det slet ikke tilstrækkeligt at gødske af én ombæring. Jo mere sand der er i jorden, des mere stiger behovet for at dele gødskningerne. Kvælstofnormerne er tilstrækkelige på både sand- og lerjorde, så længe der laves en "omvendt Robin Hood": Tag fra de små og giv til de store. Typisk gives der til de salgsklare og de nær salgsklare kulturer omkring 100 kg N/ha/år. Ofte lidt mere på sandjorde og lidt mindre på lerjorde. Har nedbøren været stor i løbet af sommeren med stor udvaskning af kvælstof til følge, kan det være nødvendigt at farvegødske – enten med bladgødninger eller f.eks. med fast kalksalpeter for at få en hurtig effekt. Du kan få mere detaljeret viden om gødskning af nordmannsgran og nobilis i gødningsanbefalingerne fra Danske Juletræer eller ved at deltage i de årlige gødningskurser.

Magnesium

Magnesium er også et mobilt næringsstof, men mangelsymptomerne er noget anderledes end for kvælstof, hvilket bl.a. skyldes, at magnesium langt fra findes i så store mængder i træerne som kvælstof. Selvom magnesium også er nødvendig i forbrændingen af sukker og til stabilisering af cellemembraner, er stoffets altafgørende rolle knyttet til klorofylets funktion i fotosyntesen. Sammenholdt med at magnesium let translokteres (flyttes) fra ældre til yngre nåle, hvor behovet er størst, vil mangel på magnesium navnlig ses i forbindelse med nedbrydning af klorofyllet i de ældre nåle – helt i modsætning til kvælstofmangel, der berører så godt som alle processer i hele planten.

Symptomerne

Typisk fører magnesiummangel til misfarvninger og nåletab af ældre nåle, ofte i de et år gamle nåle. Skaden

Egedal

Juletræsmaskiner

Wickelmaschine type Net Let EASY
 Pakker hurtigt og nemt dit juletræ
 Med miljøvenligt bindegarn
 Betjenes nemt af en person
 El-motor med fodpedal 220 volt
 Ø45 cm standard tragt



Netmaskine type Net Let III
 Effektiv maskine til netning af juletræer
 med 3 tragte
 25 cm, 34 cm, 45 cm
 Hydraulisk anlæg med
 13 HK Honda motor
 Selvkørende



Juletræsmaskine type E2H
 med fældeudstyr
 Fælder op Ø 16 cm
 Fælder 250-400 træer i timen



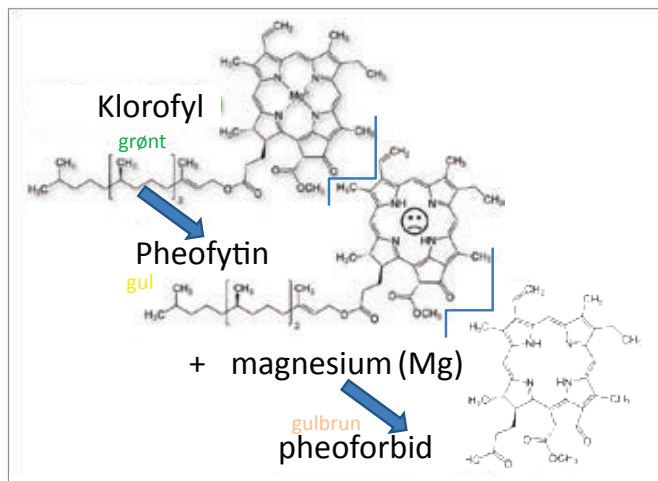
Egedal

MASKINFABRIK A/S

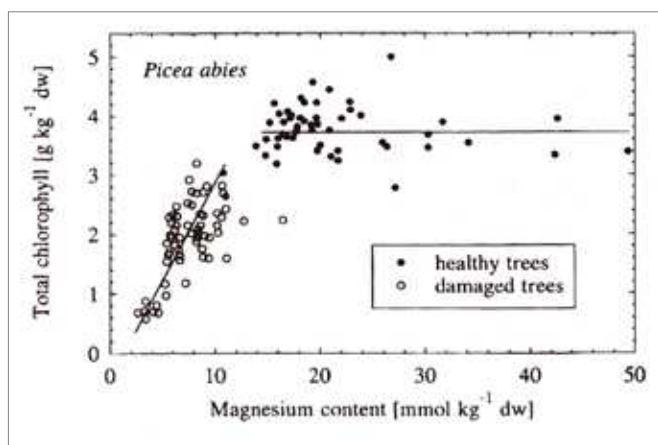
Torvegade 39
 DK-7160 Tørring
 Telefon +45 75 80 20 22
 Telefax +45 75 80 20 33
 e-mail: Info@egedal.dk
 www.egedal.dk

Egedal tilbyder et komplet maskinprogram og kan også tilbyde individuelle løsninger

Download brochure og video på egedal.dk



Figur 6. Nedbrydning af klorofyl.



Figur 7. Tyske undersøgelser af klorofylkoncentrationen som funktion af årsnåles magnesiumkoncentration i rødgran. 10 mmol/kg svarer til 0,025 % Mg.

Klimapåvirkning

Skaden udvikler sig typisk fra sent i udspringet hen over sommeren og i efteråret. Udviklingshastigheden er betinget af, hvor akut manglen er, men afhænger også meget af vejret. Erfaringer fra Risk-projektet (9) og udenlandske undersøgelser (10) peger på, at varmt og tørt vejr i vækstperioden fremmer sunde træer uden bare skuldre, mens køligt og fugtigt sommervejr fremmer mangelsygdommen. Det danske klimascenarie trækker desværre i den gale retning, da det fremsiger, at somrene bliver både varmere og fugtigere.

Det giver mening

Bare skuldre udvikles, når træerne ikke får nok magnesium. Dette kan ske på flere måder, men translokationen, flytningen af allerede inkorporeret magnesium, fra ældre til yngre nåle spiller en afgørende rolle. Vi ved ikke nok om, hvad der fremmer og hæmmer denne proces, men vi ved, at det er en naturlig proces, hvor planter sikrer, at nyt optimalt placeret væv altid er velforsynet med næringsstoffer.

Det giver derfor mening, at rodoptagelsen af vand og næringsstoffer er stor, når vækstperioden er tør og regnfattig med tilfredsstillende fugtighed i rodzonen, fordi

rodoptagelsen i sidste ende drives af fordampning fra træernes nåle til den tørre luft. 2018 var et godt eksempel på et sådant år uden bare skuldre. De tilstødende år, 2017 og 2019, havde begge en meget fugtig vækstperiode med hyppig forekomst af bare skuldre.

Der er også meget, der peger på (9), at magnesium kan flyttes både i det sene efterår, vinterperioden og foråret, så længe luft- og jordtemperaturen er tilstrækkelig høj til at træerne er aktive og vejret er meget fugtigt over en længere periode.

Flytning fra lagre

Udenlandske undersøgelser (primært rødgran) viser, at op til 50% af nålenes magnesium er knyttet til grønkornene, men at det kun er omkring 10%, der er bundet til klorofylmolekylet. Denne andel stiger markant til over 30% hos træer med magnesiummangel, hvilket viser, at "lageret" af magnesium tømmes før, der sker en egentlig nedbrydning af klorofyl. Undersøgelserne peger desuden på, at magasiner andre steder end i nålene betyder meget for translokationen af magnesium. Således er det kun omtrent halvdelen af træernes magnesium, der findes i nålene, hvoraf 1/3 findes i årsnålene. Den resterende del findes i grene, kviste og bark, mens der kun findes en ganske lille del i stammeveddet (10).

Danske undersøgelser af nordmannsgran peger på det samme (10). Dette har ført til hypotesen om, at magnesium til dels flyttes fra "depot til depot" opad og udad i træet fra grene til kviste til ældre nåle og videre til årsnålene. Sådanne depoter udgør de såkaldte "sources", hvorfra magnesium flyttes til de såkaldte "sinks" – årsnålene. Gødsning med magnesium bør derfor tilsigtes, at disse lagre er fyldt tilstrækkeligt op. Logisk set vil enhver stabklipping fremme bare skuldre gennem en negativ effekt på størrelsen af magnesiumdepoterne, mens nipning omvendt vil have en positiv effekt på bare skuldre, fordi "kaldet" på magnesium mindskes af mindre nyt plantevæv.

Det er også velkendt, at magnesiummangel fører til stivelseophobning i nålecellerne med en mindsket transport til rodsystemet som følge. Det giver også et mindsket rod/top-forhold og en mindsket optagelse af andre næringsstoffer. På denne måde skubber magnesiummangel også til mangel på andre næringsstoffer.

Kobling af nålefarve med magnesium?

Jo mere klorofyl jo mere mørkegrønne nåle. Det viser talrige undersøgelser. Når alle danske gødningsforsøg i nordmannsgran analyseres samlet eller hver for sig, ses der ingen sammenhæng imellem årsnålenes nålefarve og magnesiumkoncentrationerne. Det hænger naturligvis sammen med, at det i langt den overvejende del af gødningsforsøgene har været kvælstofdoseringsen og ikke magnesiumdoseringsen, der blev varieret. Udføres der statistiske analyser, hvor både kvælstof og magnesium indgår som forklaring på nålefarven, viser det sig



Forskellige doseringer med NPK 23-3-7 efter seks vækstsæsoner med gødningsforsøg i Hastrup Skov (7). Fra højre mod venstre er det kontrolbehandling (0), 150-, 300-, 600- og 1200 kg/Ha 23-3-7 kg N/ha/år,

også (modsat kvælstof), at magnesium ikke har en sikker indflydelse på årsnålenes nålefarve. Alt tyder således på, at tilførslen af magnesium til årsnålene i danske nordmannsgranjuletræer er optimal (på godt og ondt).

Udenlandske undersøgelser i rødgran har imidlertid for længst påpeget, at der er en sammenhæng (figur 7), og at det ser ud som om, at sammenhængen følger det aftagende udbyttets lov, hvor koncentrationer over ca. 0,04% ikke fører til mere klorofyldning og dermed mørkere grønfarvning. Dette harmonerer ganske fint med de danske magnesiumanbefalinger til nordmannsgran (0,06-0,14%).

Forebyggelse og afhjælpning

Kalkning med dolomitmalk eller magnesiumkalk giver bedst forebyggelse, da magnesium herfra bliver i jorden langt længere end magnesium fra f.eks. kieserit, fordi magnesium er bundet til det tungtopløselige karbonat og ikke til det meget mobile sulfat, der let trækker magnesium ud af jorden. Forebyggelse gennem kalkning bør dog kun ske, når Rt er tilstrækkeligt lavt. Ellers kan forebyggelse ske med specialprodukter som f.eks. kieserit ($MgSO_4$) og SoluMag®. Desuden indeholder flere organiske gødninger store mængder magnesium.

Doseringen skal tilpasses til jordens Mg og Kt med en maksimal udbringning af 50 kg Mg/ha pr. gang. Mange har i en god vilje de forløbne år tilført alt for meget magnesium. I den sammenhæng skal det nævnes, at rodoptagelsen kun er på 3-5 kg Mg/ha/år i gennemsnit for en juletræsodrift.

Det er vanskeligt at angive præcise tilførselstidspunkter, da manglen tilsyneladende kan udvikle sig, så snart de "rette" klimaforhold er til stede, og træerne er aktive. Når vintrene er blevet varmere og årene generelt mere fugtige, må det derfor være et mål at sikre sig, at tilgængeligheden af magnesium i jorden er tilstrækkelig over hele året, dog især i vækstperioden.

Bladgødninger kan også bruges forebyggende, ofte flere gange i løbet af vækstperioden. Hyppigheden afstemmes efter mangelrisikoen og produktanbefalinger. De hyppigt anvendte produkter er bittersalt med og

uden urea, Biomagnesium, Magtrac. Er nålen først for alvor gulfarvet, vil akut afhjælpning gennem bladgødskning ikke virke. Alle afprøvninger af Danske Juletræer har vist, at bladgødskning med magnesium hjælper men også, at virkningen ofte er begrænset, hvorfor det er spørgsmålet, om denne type gødskning kan betale sig (10, 11, 12).

Kilder

1. Finn Vanman Jørgensen Kan grenkvaliteten i nobilis påvirkes af lysmængde og lyskvalitet? PS Nåledrys 51, 67-70.
2. Finn Vanman Jørgensen Farven i nobilis skyldes vokslaget på nålene PS Nåledrys 50, 23-25.
3. Hanover T.W. og Reicosky, D.A. (1971): Surface Wax Deposits on Foliage of Picea pungens and Other Conifers. American Journal of Botany, 7, 681-687.
4. Pedersen, L.B.: (2018): Bare skuldre – nogle har stadigvæk problemet tæt på kroppen. Nåledrys, 103, 8-17.
5. Klausen, K. & Pedersen, L.B. (2022): Forsøg med organiske og mineralske gødninger på sandjord. Nåledrys, 119, 38-42.
6. Pedersen, L.B. & Christensen, C.J. (2005): Organiske gødninger i nordmannsgran. Nåledrys, 51, 19-24.
7. Christensen, C.J., Pedersen, L.B. & Friis, E. (2001): Bevoknings- og farvegødskning af nordmannsgran juletræer – resultater fra 6 års forsøg på tidligere agerjord. Pyntegrøntserien, 16, 101 sider. Skov & Landskab.
8. Parent, E.E, Khiari, L. og Pettigrew, A. (2005): Nitrogen diagnosis of Christmas tree needle greenness. Canadian Journal of Plant Science, 85, 939-947.
9. Pedersen, Månsson, A. K. & Klausen, K. (2020): Nåleanalyser peger på klimaet og frikender kvælstof som væsentlige årsager til bare skuldre, Nåledrys, 111, 37-44.
10. Pedersen, L.B. (2018): Bare skuldre – nogle har stadigvæk problemet tæt på kroppen. Nåledrys, 103, 8-17.
11. Pedersen, L.B., Asmussen, R.V. & Rasmussen, P. (2016). Bittersalt – et bidrag til bekæmpelse af bare skuldre i juletræer? Resultater fra et forsøg på Løndal Skovbrug. Nåledrys, 95, 20-26.
12. Asmussen, R.V., Pedersen, L.B. & Klausen K. (2017): Bladgødskning mod bare skuldre. Nåledrys, 99, 54-65
13. Månsson, A.K. & Pedersen, L.B. (2020): Forsøg med bladgødskninger mod bare skuldre. Nåledrys, 112, 14-19. 📄