

Farven i nobilis skyldes vokslaget på nålene

Af Ph.D. Finn Vanman Jørgensen, Skov & Landskab

Figur 1. Skud fra en af de øverste grenkranse i et nobilis træ.

Nobilis er kendt for sine udprægede blåhvide nåle, og nålefarven er en af de karakterer, der bedst beskriver kvaliteten af nobilis klippegrønt, men hvad er det egentlig, der giver nålene den eftertragtede blåhvide farve, som ses på figur 1?

Hvorfor er vokslaget interessant?

Ved nærmere eftersyn kan man konstatere, at nålenes farve består af en grøn grundfarve og et hvidt vokslag på nålenes overflade. Det kan man forvisse sig om ved forsigtigt at gnide en nål mellem fingrene. Ved denne behandling bliver voksen gennemsigtig, og den indre grønne farve fra nålenes klorofyl, træder frem. Nålene indeholder også gule og røde farvestoffer som anthocyaniner og carotenoider. De bliver synlige, når klorofyllet bliver nedbrudt ved næringsmangel eller sygdom. I sunde og velgødede bevoksninger er grundfarven stærkt grøn, og de forskellige farvetoner mellem grøn og blåhvid er bestemt af vokslaget. Det er altså med hensyn til vokslagets tykkelse og omfang, at nobilis skiller sig ud, for eksempel i sammenligning med nordmannsgran.

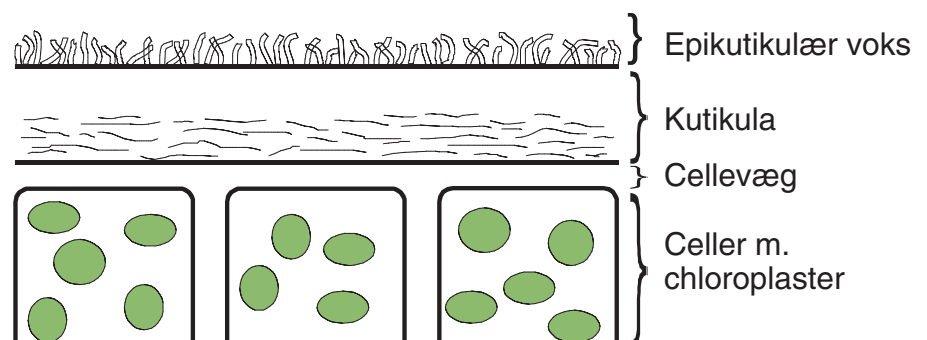
Da farven varierer fra træ til træ og mellem grenene indbyrdes, spiller både arvelige og miljømæssige forhold tydeligvis ind. Et kendskab til vokslagets dannelse, funktion og ned-

brydning har betydning for at finde metoder til at fremme den eftertragtede blåhvide farve.

Hvad består vokslaget af?

Alle planters blade er forsynet med en kutikula, der ligger som et beskyttende lag på det yderste cellelag. Kutikulaen består af en lang række forskellige voks- og fedtagtige stoffer, og er svært gennemtrængelig for de fleste gasser og væsker. Således sker næsten al udveksling af vand, ilt og kuldioxid gennem bladets spalteåbninger. Uden på kutikulaen har de fleste planters blade et såkaldt epikutikulært vokslag, som danner bladets yderste grænse mod omgivelserne (figur 2). Vokslaget består af ganske små vokstråde eller voks-

krystaller, som udgår fra overfladen, og har forskellig form og struktur alt efter, hvilken planteart, der er tale om. Selv indenfor samme plantegruppe, som eksempelvis nåletræer, kan der være store forskelle på voksens udseende. Vokslaget er i sig selv næsten farveløst, men når lyset bliver brudt i de tynde vokstråde, får laget et hvidligt skær, der på baggrund af nålens grønne farve opfattes som blåhvid. Dette lag er, som tidligere beskrevet, sårbart og kan let ødelægges (figur 3). Voksens betydning for farven ses også ved, at de fleste plantearter med grønne blade har et glat vokslag, mens dette lag hos arter med blågrønne eller blåduggede blade består af mikroskopiske vokstråde, som danner et fint net. På samme måde som kutikulaen,



Figur 2. Schematisk snit gennem bladoverflade med kutikula og epikutikulært vokslag (Efter Hallam 1982).

er vokskrystallerne sammensat af en lang række forskellige kemiske stoffer indenfor gruppen af kulbrinter. De forskellige stoffer bidrager til at give voksen forskellige egenskaber, hvoraf en af de vigtigste er, at voksen er vandafvisende.

Hvordan dannes det?

Ved bladenes udspring er voksdannelsen allerede i gang, og den fortsætter i en kort periode, indtil bladet er foldet helt ud. Der er flere teorier om, hvordan vokslaget bliver til. En teori er, at vokstrådene dannes gennem små porer i kutikulaen, og bliver presset ud i lange kæder – omtrent som dannelsen af hår hos pattedyr. En anden teori går ud på, at de kemiske forstadier til voksen er flydende. Når disse stoffer trænger ud gennem kutikulaen til overfladen, udkrystalliseres de og danner enten trådformede eller kantede vokskrystaller.

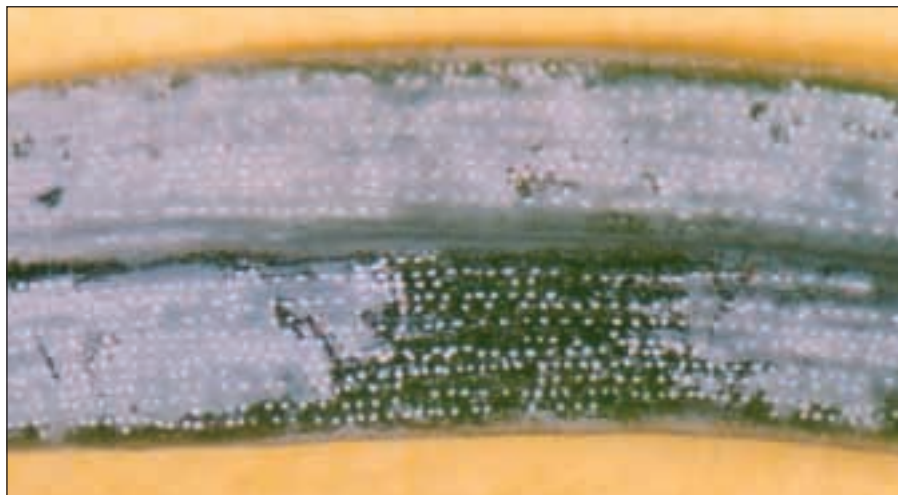
Uanset hvordan voksen bliver dannet, er det vigtigste, at denne proces foregår omkring udspring og i en relativ kort periode, indtil bladet er fuldt udfoldet. De ydre forhold, som hersker i tiden for skuddets tidlige udvikling, påvirker dermed voksdannelsen afgørende. En nål kan ikke forøge eller gendanne sit vokslag senere, selv om skuddet skulle få bedre betingelser for at danne voks i de følgende år.

Vokslagets funktion

Vokslaget på bladene er selvfølgelig ikke kun til pynt, og vokslaget tjener tilsyneladende flere formål. Det er sandsynligt, at lagets væsentligste funktion er at beskytte bladet mod udtørring.

Langt det meste af en plantes vandforbrug sker ved fordampning gennem bladenes spalteåbninger. Det er samtidig gennem spalteåbningerne, at bladet får den kuldioxid, der skal bruges til stofdannelse i fotosyntesen. Når vandforsyningen til planternes blade er begrænset, står planten over for at skulle afbalancere de to hensyn. Hvis spalteåbningerne er åbne for fotosyntesen, mister planten vand, men hvis de lukkes for at bevare vandbalancen, sker der ingen vækst. Her har vokslaget sin betydning. Det findes nemlig primært omkring spalteåbningerne (figur 4), og medvirker her til at øge det tynde grænselag omkring bladets overflade. Når grænselaget bliver tykkere, nedsættes luftbevægelsen. Herved bliver fordampningen sænket, samtidig med at udvekslingen af kuldioxid kun i mindre grad begrænses. Vokslaget er således en fordel, når der er tørke, eller der er større vindpåvirkning.

Den anden væsentlige funktion af vokslaget synes at være, at beskytte bladet mod skadelig solstråling. Det er således almindelig kendt, at ultraviolet stråling, og især UV-B stråling i store doser, er skadelig for plantevækst. Strålerne kan nedbryde cellernes



Figur 3. Epikutikulær voks på oversiden af en nål fra meget blåhvid nobilis gren. Vokslaget er fjernet på et område midt på nålen.

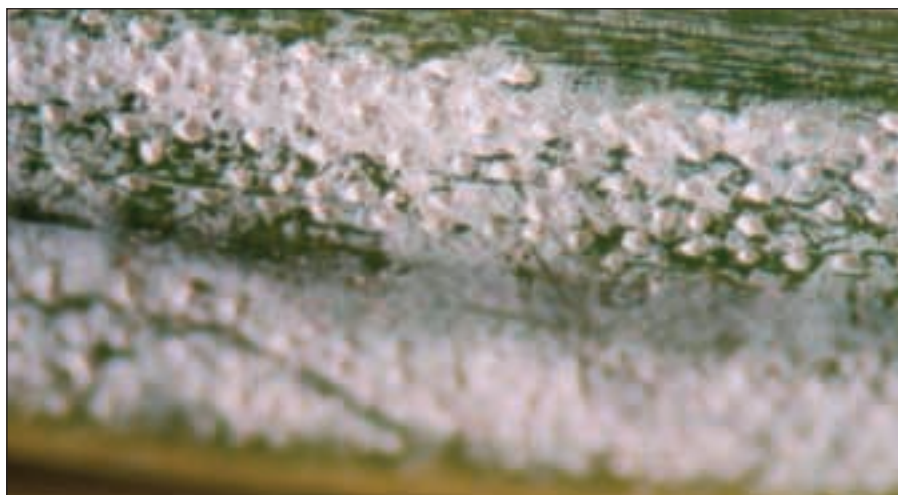
DNA, og kan ødelægge cellernes normale vækst gennem påvirkningen af proteiner og fotosynteseapparatet.

For at imødegå denne påvirkning, har bladene forskellige pigmenter i det yderste cellelag. Disse pigmenter opfanger næsten al stråling, før den når bladets indre, hvor fotosyntesen foregår. I blade, der er udsat for direkte solbestråling i lang tid, er en yderligere beskyttelse af værdi. Her viser det sig, at det epikutikulære vokslag medvirker til at reducere strålingen ved at reflektere lyset, når det rammer bladoverfladen. Det epikutikulære vokslag vil typisk reducere mængden af UV-B stråling med 10 – 20 %.

Vokslaget udgør den yderste barriere mod omgivelserne, og har derfor også andre beskyttende funktioner. Blandt disse er at beskytte mod fysisk slid af underliggende celler samt at fungere som en barriere mod regn, vind og frost. Desuden har dette lag betydning for koloniseringen af bladoverfladen med organismer som svampe, alger, insekter, bakterier og virus. Effekten af laget kan her både være en fordel og en ulempe for bladet.

Vokslagets nedbrydning

Som tidligere beskrevet bliver det epikutikulære vokslag dannet i begyndelsen af bladets første vækstsæson. Nåletræer, hvor bladene sidder på træerne i helt op til 8–10 år, er derfor afhængige af, at voksen er særlig robust. Det viser sig dog, at voksnettet forandrer sig med nålenes alder og gradvis nedbrydes. Nydannet voks består af vokstråde med en krystallinsk struktur, men efterhånden som nålen ældes, fusionerer de enkelte vokstråde i klumper og flager, og enkelte områder af vokslaget får et smeltet udseende. Ved denne proces mister voksen sin hvidlige farve og bliver mere gennemskinnelig for underlaget. Derfor er ældre årsskud på nobilis mere grønne end de nyeste årsskud. Vokskrystallerne bliver under naturlige forhold nedbrudt af solstråling, frost, regn og vindpåvirkning, og hvor der er meget luftforurening, forstærkes nedbrydningen. Det sker eksempelvis, når svovldioxid (SO₂) fra afbrænding opløses i regnvand og danner svovlsyre. I takt med, at voksen nedbrydes og omdannes, bliver dens egenskaber forringet,



Figur 4. Overside af nål fra nobilis med epikutikulær voks i spalteåbningerne.

og sandsynligvis er de ældre nåles bidrag til aktiv fotosyntese begrænset blandt andet af denne grund.

Hvad påvirker dannelsen af voks?

Når nålefarven nu er så vigtig for grenkvaliteten, er det oplagt at spørge om, hvad der styrer udviklingen af farven. Eller sagt med andre ord: Er der nogle faktorer, vi kan regulere, for at fremme den blåhvide farve (voksdannelsen)?

Det er almindeligt kendt, at der skal lys og luft til for at udvikle den blåhvide farve. Det regulerer vi gennem klippeteknik og stamtalsafvikling, men om det er et resultat af øget lysmængde eller øget luftbevægelse, har hidtil været uvist. Det har heller ikke været klart, om den øgede hvidfarvning i toppen af gamle nobilis skyldes, at træerne er ældre – en såkaldt ontogenetisk effekt, eller om det skyldes, at gamle træer har større vandstress i toppen, og derfor har brug for bedre vandkontrol. Hvis det er lyset, der regulerer voksdannelsen, er det også uvist, om det er mængden af lys eller lyskvaliteten, der påvirker nålene til voksdannelse. Altså om det er lys i det synlige del af spektret eller ultraviolet stråling eller måske balancen mellem forskellige bølgelængder, der har betydning. Disse spørgsmål vil blive taget op i en række kommende artikler her i PS Nåledrys.

Tak til

Denne artikel indgår som en del af rapporteringen af projektet "Etablering af basisviden for udvikling af en produktionsmodel i nobilis klippegrønt – Fase II", og vi vil gerne takke Produktionsafgiftsfonden for juletræer og pyntegrønt for at have medvirket til finansieringen. Jeg vil samtidig takke Hanne N. Rasmussen og Christian Nørgård Nielsen, Skov & Landskab for grundig gennemlæsning og kommentarer til artiklen.

Referencer

- Baker, E.A. (1982):** Chemistry and morphology of plant epicuticular waxes. In: Cutler, D.F., K.L. Alvin and C.E. Price (Eds.), The Plant Cuticle. Academic Press, London, pp. 139-165.
- DeLucia, E.H., T.A. Day and T.C. Vogelmann (1992):** Ultraviolet-B and visible light penetration into needles of two species of subalpine conifers during foliar development. Plant, Cell and Environment 15, pp. 921-929.
- Esch, A. and K. Mengel (1998):** Combined effects of acid mist and frost drought on the water status of young spruce trees (Picea abies). Environmental and Experimental Botany 39, pp. 57-65.
- Hallam, N.D. (1982):** Fine structure of the leaf cuticle and the origin of leaf waxes.

In: Cutler, D.F., K.L. Alvin and C.E. Price (Eds.), The Plant Cuticle. Academic Press; London, UK, pp. 197-214.

- Kinnunen, H., S. Manninen, R. Peura, K. Laakso, S. Huttunen and E. Paoletti (1998):** Effects of UV-B treatment on the distribution of wax tubes of Scots pine needles. Chemosphere 36, pp. 847-852.
- Oros, D.R., L.J. Standley, B.R.T. Simoneit and X.J. Chen (1999):** Epicuticular wax compositions of predominant conifers of western North America. Zeitschrift für Naturforschung. Section C, Biosciences 54c, pp. 17-24.
- Prior, S.A., S.G. Pritchard, G.B. Runion, H.H. Rogers and R.J. Mitchell (1997):** Influence of atmospheric CO₂ enrichment, soil N, and water stress on needle

surface wax formation in Pinus palustris (Pinaceae). American Journal of Botany 84, pp. 1070-1077.

- Sæbo, A. og L.M. Mortensen (1993):** Effekter av UV-B stråling på planters fysiologi, vekst og utvikling. Norsk Landbruksforskning 7, pp. 235-253.

Ud over disse referencer stammer oplysningerne i denne artikel fra en lang række videnskabelige artikler, som det vil være for omfattende at liste op her. Hvis du har en speciel interesse i de beskrevne forhold, kan oplysninger om kilder fås hos forfatteren eller også henvises til PAF, som har en fuldstændig referenceliste i forbindelse med af rapporteringen af projektet.



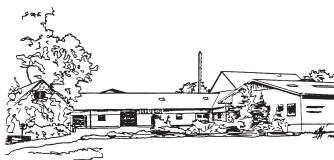
Til juletræsfældning

Brug denne maskine – skån dit helbred og bevar dit humør!

- Sparer dig for at stå på hovedet under arbejdet.
- Sparer dine lunger for en masse udstødningsgas.
- Du kan ikke komme til skade ved fældeprocessen.
- Let at bruge – fælder op til 400 træer i timen ved normalt tempo.
- Klipper træer op til 15 cm Ø afhængig af frostgrader.
- Robust og driftssikker – arbejder ved hydraulik.
- Klipper helt ved jorden – kniven tåler jord og sten. Skal ikke files.
- Leveres også med hydraulisk træk på hjulene.
- Kræver ikke besværligt sikkerhedstøj.
- 4-takts Honda motor 3 eller 5,5 hk – ren udstødning og god lyd dæmpning.
- Minimale omkostninger til drift og vedligeholdelse.
- Maskinen er velegnet til fælleskøb.
- Tilfredse brugere har i år 2003 fældet ca. 4 million træer med vore maskiner.

Efter fældning af ca. 10.000 træer har du tjent maskinen ind ved sparet arbejds-løn og ved at sælge den stub du plejer at lade sidde i jorden – og med dit helbred i god behold!

Kom og prøv – lån en video – se vores hjemmeside



Fremstilling og salg:

JØRGEN JENSEN

Sønderbyen 1 · 9510 Arden · Tlf. 98 56 12 89
www.nordmanniana.dk

CE-mærket og brugsmodebeskyttet.