

# LÆBECELLER

## er planters dør til omverdenen

Røde nåle opstår i et samspil mellem klimaet og et lavt niveau af mineralnæringsstoffer. Desværre kan bladgødsning ikke umiddelbart løse problemet for juletræer dækker sine læbeceller med et vokslag. Vi skal derfor enten udvikle nye metoder til hurtig og effektiv optagelse af næringsstoffer gennem nålene eller finde nye plantetyper med større nedarvet modstandsdygtighed overfor de faktorer som skaber Røde nåle.

≡ BJARKE VEIERSKOV<sup>1)</sup> HELLE JUEL MARTENS<sup>2)</sup>

1) LEKTOR EMERITUS KØBENHAVNS UNIVERSITET,  
INSTITUT FOR PLANTE- OG MILJØVIDENSKAB

2) LEKTOR KØBENHAVNS UNIVERSITET,  
INSTITUT FOR GEOVIDENSKAB OG NATURFORVALTNING

### Transport af mineraler og kulhydrater i planter

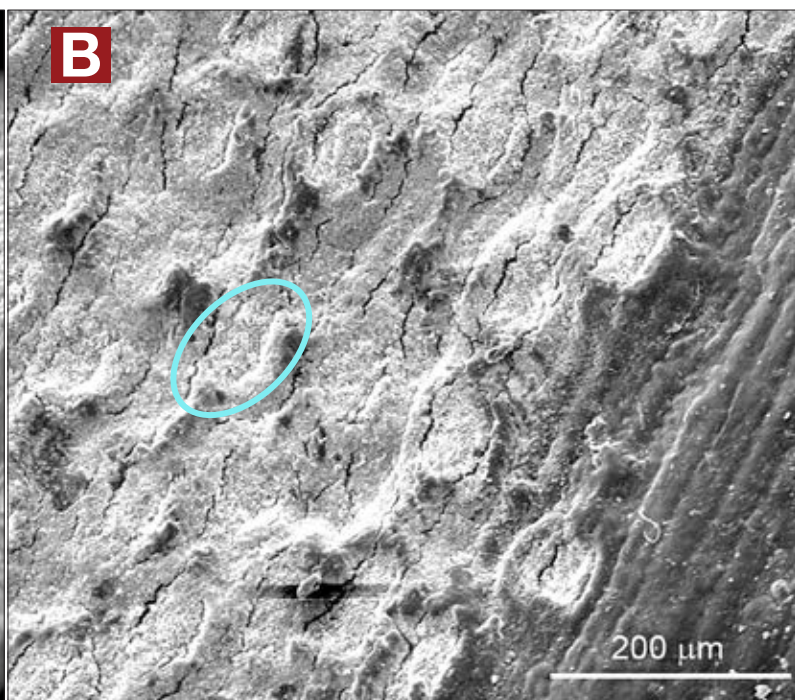
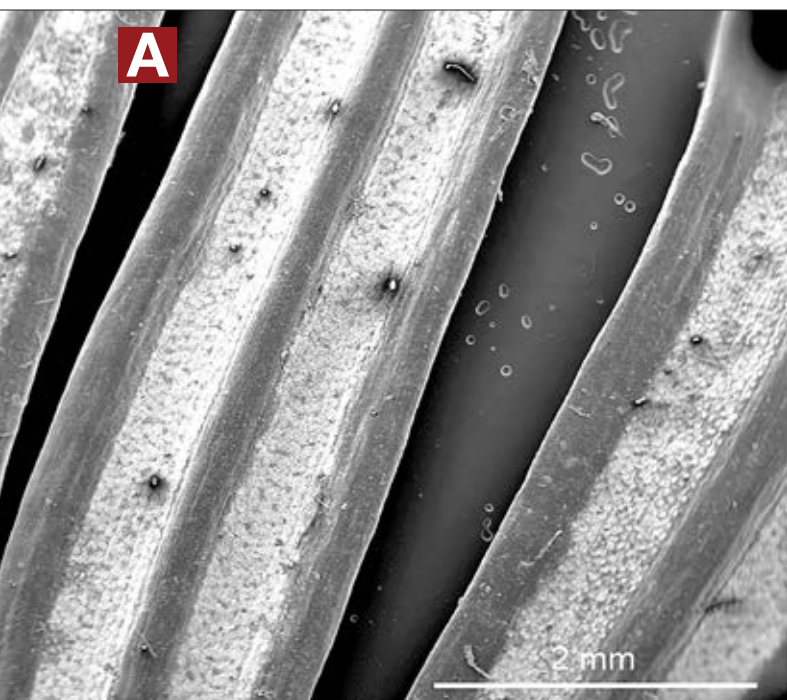
Alle levende organismer skal bruge mineraler og kulhydrater til at opbygge og vedligeholde deres levende celler. I flercellede organismer (f.eks planter og dyr) er det nødvendigt med et transportsystem for at fordele næringsstofferne til de rigtige celler på det rigtige tidspunkt.

I planter består transportsystemet af to typer streng, vedvævet og sivævet. Rodspidsen optager mineralerne

fra jordvæsken, mens blade og nåle producerer kulhydrater. Et effektivt transportsystem, som kan styre transporten mellem rod og top, er vigtigt. Hvis planterne ikke selv kunne styre dette transportsystem, ville plantevækst ske meget tilfældigt.

Transportsystemet i planter er opbygget som et kredsløb af de to typer ledningsstreng. I vedvævet flyttes vand og mineraler fra roden til bladene. I sivævet transporteres kulhydrater (sukker) fra bladene til roden.

Når roden optager mineralerne, kommer vand med ind på grund af osmose. Der kommer nu et overtryk i vedvævet i rodspidsen, og dette tryk (rodtryk) pumper vandet op mod toppen. I bladet laver fotosyntesen sukker, som også er et osmotikum, der trækker vand ind i cellerne. Dette vand kommer fra vedvævet i



bladene. I vedvævet er der således et tryk i roden og et sug i bladene. Sammen med vandet kommer nærings-saltene op til bladene og nålene, hvor de straks fjernes for at blive brugt til cellernes vækst. Tilbage er så vandet, som bliver suget ind i sivævvet til sukkeret dér. Det skaber et overtryk. Overtrykket i sivævvet i trætoppen presser vand med sukker ned til roden. I roden bruges sukkeret straks til cellevækst, og vandet kan nu flyttes over i vedvævet og tage en ny tur op til toppen med nærings-saltene.

### Nødvendigt vokslag på nåle

Vi har således et fint lukket transportsystem, men det har et par problemer. Selvom osmose er en effektiv metode til at flytte vand, foregår det meget langsomt. Der er derfor brug for et pumpesystem til at sikre, at vand kan transporteres op til toppen af 100 meter høje træer. Et pumpesystem, der vil kunne dette, ville kræve meget energi.

Planter har dog ikke en pumpe som vores hjerte, men har et alternativ, som ikke koster energi at drive. I stedet for at pumpe vandet 100 meter op til toppen på de største træer, har planterne sat et kraftigt sug på enden af vedvævet vandsøjle. Luften kan lave dette sug, fordi tør luft har en enorm sugeevne. Så snart luftfugtigheden er under 98 %, kan luften trække vand ud af planten. På en god sommerdag med lidt vind oveni er det tale om en meget kraftig sugekapa-citet.

Hvis planten kun havde nogle åbne ender på vedstren-gene, ville det være umuligt for roden at optage nok vand. Planterne har derfor sat en 'dør' i oppe i bladene. Det er spal-teåbningerne, som planten selv kan styre til at være åbne eller lukkede. Når der er vand nok, er spalten

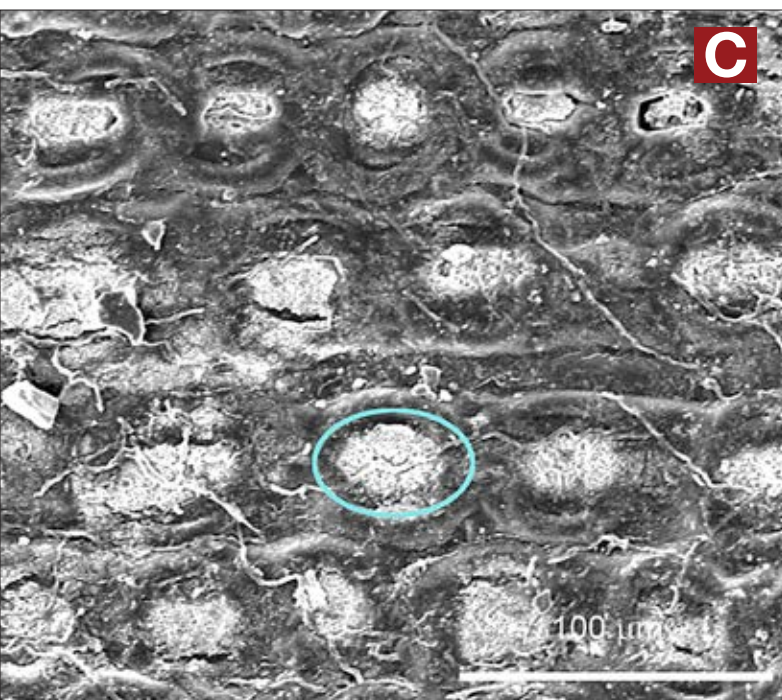
mellem læbecellerne åben. Men kommer roden i proble-mer med at skaffe vand nok, falder trykket i læbecellerne, spal-teåbningen lukker, og vandfordampningen stopper. Se faktaboksen næste side.

Planten benytter også spal-teåbningerne til at optage CO<sub>2</sub> til sukkerproduktionen. En åben læbecelle sikrer således masser af CO<sub>2</sub> til fotosyntesen og alle de nødvendige mineraler til de voksende skud.

Alt dette fungerer fint i løvtræer, som smider bladene, når forholdene bliver ugunstige om vinteren. Det er fornuftigt, fordi kredsløbet alligevel stopper, når vandet fryser.

Hvad så med de stedsegrønne planter som vores nordmannsgraner? De har en anden strategi, og den har sine omkostninger. Så snart der kommer solskin i vintermånederne, får nålene hurtigt så meget varme, at temperaturen kommer over 0°C. Så går fotosyntese-nen i gang. Hvis jorden er frossen, er vandoptagelse umulig, og så kan nålene ikke borttransportere den dannede sukker. Det omdannes i stedet til stivelse, som kan gemmes til foråret. Nu er problemet, at hvis læbecellerne er åbne for at stimulere fotosyntesen, fordamper der hurtigt så meget vand, at nålene udtør-rrer. Derfor dækker planterne læbecellens åbning med et porøst vokslag, som hæmmer fordampningen. Det svarer til at hænge et tyndt gardin op i en åben dør for at bremse luftskiftet.

Planterne samler alle læbecellerne i to bånd på undersiden af nålene, hvorved det er betydeligt lettere at dække dem alle med et vokslag. Det er de to hvide striber på nålenes underside.



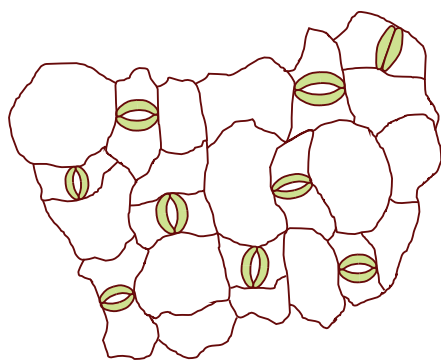
Voksbelægning over spal-teåbningerne på nordmannsgrannåle. De blå cirkler viser spal-teåbninger.

**A** er undersiden af en 1-årig nål, hvor de 2 hvide vokslags bånd ses.

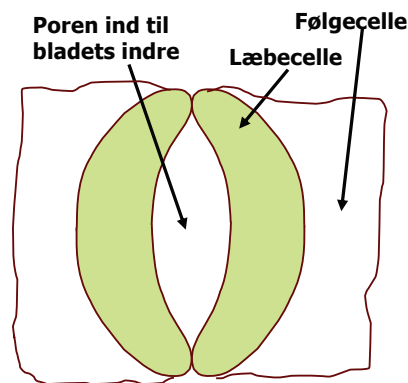
**B** er et nærbillede af samme. Hele området med spal-teåbninger er dækket af et kraftigt vokslag.

**C** er en 3-årig nål hvor spal-teåbningernes porer stadig er fyldt med voks, mens det meste er vasket væk fra resten af overfladen.

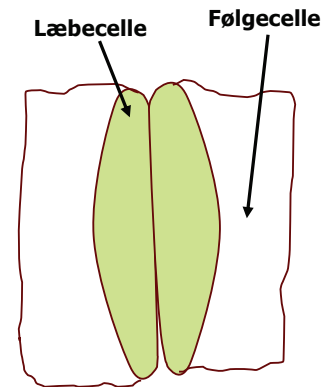
# SPALTEÅBNINGER ER PLANTERNES DØR TIL OMVERDENEN



**Spalteåbninger i bladets overhud**



**Åben spalteåbning**



**Lukket spalteåbning**

Typiske spalteåbninger i blade. En spalteåbning består af 2 læbeceller som kan være åbne eller lukkede.

Spalteåbningen består af to lange celler, læbeceller, som er gode til at optage vand. Disse celler er bundet ind, så de ikke kan blive tykkere, når de optager vand. De bliver længere, men blokeres i enderne af andre celler, så når de strækker sig, buer de udad. Derved opstår en spalte mellem dem (spalteåbningen).

Vandoptagelsen, som åbner spalten, sker ved at læbecellerne optager enorme mængder kalium (K) fra deres naboceller (biceller). Lys aktiverer denne proces. Så snart det bliver lyst, aktiveres en pumpe, som trækker K ind i cellerne. K-niveauet stiger med en faktor 10 i læbecellerne, og denne høje saltkoncentration giver en stærk osmotisk effekt, som trækker meget vand ind og danner et stort overtryk.

For at det kan fungere, er læbecellerne afsondret fra de andre celler, og de har deres eget fotosyntesystem. Når det bliver mørkt, stopper K-pumperne på grund af manglende energi fra solen. K-ionerne løber nu ud af læbecellerne, og med dem forsvinder vandet. Trykket falder i læbecellerne, og det lukker spalteåbningen.

Når det bliver tørke, og roden har svært ved at finde vand nok, dannes hormonet abscisinsyre i roden, som transporteres med vandet op til læbecellerne, hvor hormonet hæmmer den pumpe som optager K. Det betyder mindre K i læbecellerne, dermed et lavere overtryk, og dermed at spalteåbningen ikke mindre åben.

Spalteåbningerne udgør mindre end 20 % af bladenes overflade, men fordampningen fra dem svarer til 80% af fordampningen fra en fri vandoverflade. Det betyder at planter har god mulighed for at styre hvor stor fordampningen skal være.

## Vores undersøgelser af vokslaget

Vi har gennem 2019 set nærmere på dette vokslag og fundet, at det dannes straks efter at knoppen er brudt, således at læbecellerne er dækket 2 uger efter knopbrydning. Selvom vokslaget med tiden langsomt bortvaskes, forbliver det i selve spalteåbningerne i mindst 4 år.

At dække en bladoverflade med et netværk og derved forhindre for stor fordampning er velkendt hos kaktus og andre ørkenplanter, hvor roden heller ikke kan skaffe vand til toppen. I vores juletræskulturer, har mekanismen dog en bagside: Når de nye nåle bliver dækket af vokslaget straks efter knopbrydning, fordampes der ikke ret meget vand fra disse nye nåle, og dermed kommer der

ikke så meget vand med næringssaltene op fra roden. Problemet er ikke det manglende vand, men manglen på de næringsstoffer som skulle være kommet op til de voksende celler med vandet.

Vores målinger har vist, at i slutningen af juni, hvor væksten er kraftigst, kan vi i de nye nåle ikke genfinde noget af det calcium (Ca) eller magnesium (Mg), som vi havde tildelt roden. Denne manglende mineraltransport op til de nye nåle, antager vi, er en af de faktorer, som er årsag til syndromet 'Røde nåle'. Mangel på K i de nye celler betyder, at cellervæggene bliver svage og ikke kan modstå det osmotiske tryk, som er en naturlig del af vandets kredsløb i planterne.



Vores observationer viste, at ledningsstrengene var kollapsede nedenfor de områder, hvor nålene bliver røde. Et sådant kollaps af cellerne medfører, at deres indhold af sukker og næringsstoffer flyder ud i plantevævet, hvor det vil være næringskilde for svampe. Det kan være årsagen til korrelationen mellem forekomsten af røde nåle og svampen *Sydowia polyspora*.

Det er velkendt, at røde nåle især er et problem i år med en våd og kold forsommer efterfulgt af sol og varme. Denne kombination betyder mindre rodvækst i forsommeren og dermed færre og mindre nye rodspidser til at optage vand. Den hurtige overgang til sol og varme sætter herefter maksimalt pres på fordampningen. Undertrykket i nålecellerne bliver en smule større, og det øger sandsynligheden for at cellerne kolliderer.

Det er sandsynligvis ikke alene en mangel på Ca, som fører til røde nåle. Der er samtidig også en mangel på andre mikronæringsstoffer, som er essentielle for fotosyntesen. Manglen på disse næringsstoffer formindsker planternes evne til at forsvare sig mod de frie radikaler, som dannes når celler udsættes for kraftigt sollys. Disse frie radikaler bevirker at cellerne bliver røde, ligesom vi andre også bliver røde af samme årsag, hvis vi går ubeskyttet ud i solen midt om sommeren.

Det grundlæggende problem er, at planterne har udviklet en vækstform, hvor nyvækst i stort omfang er baseret på remobilisering af næringsstoffer fra ældre væv. Et sådant system mobiliserer ikke flere næringsstoffer til nyvækst end strengt nødvendigt, hvorved niveauet af nogle mineraler ikke bliver meget over det minimumsniveau, som kræves til naturlig vækst. Der skal derfor ikke meget til at forskyde balancen i en ugunstig retning.

### Konklusion

Vores undersøgelser har vist, at de røde nåle opstår på baggrund af et samspil mellem klimaet og et kritisk lavt niveau af mineralnæringsstoffer i de nye nåle.

Hvis der var tale om en traditionel landbrugsafgrøde, ville en bladsprøjtning med mikronæringsstoffer løse problemet, men her kommer vokslaget igen ind og forstyrrer. Læbecellerne er en af de vigtigste veje ind i bladene for næringsstoffer sprøjtet på bladene, men i juletræerne er dette en vej med store forhindringer på grund af vokslaget over læbecellerne. En anden mulig optagelsesmetode er gennem bladoverfladen, men her har nålene en meget tyk overhud, som er vanskelig at gennemtrænge.

Bladgødskninger er således umiddelbart ikke den løsning der akut ville kunne afhjælpe problemet. Vi skal derfor enten udvikle nye metoder, der kan sikre en hurtig og effektiv optagelse af næringsstofferne gennem nålene, eller gennem klonselektering finde nye plantetyper, som har større nedarvet modstandsdygtighed overfor de faktorer som skaber syndromet 'Røde nåle'. 📌



## Dragone AZ 2

### Tågesprøjter for juletræer

Tågesprøjter fra én af Europa's førende fabrikker i specialsprøjter:

Trailersprøjter fra 3.200 l - 5.500 l

Liftsprøjter fra 400 l - 1.200 l

Rækkevidde: Op til 60 m vandret og op til 35 m lodret

Pumpe med stor ydelse og tryk

Fås med drejbar flextud eller ståltud m.m. galvaniseret ramme



**NYHED fra SKMAS,**  
gødningsspreder til juletræer, spreder til en eller begge sider, fås som 1100L 1900L 2700L  
Kan leveres med kran.



**Dragone Klippere og Knusere, et stærkt produkt, som bruges i skoven og til naturpleje, Ring for demo eller tilbud.**

Ring for yderligere information tlf. 74 75 12 05

**Skærbæk Maskinforretning**

v/Bent Sørensen · Aabenraaavej 17 · 6780 Skærbæk · Tlf. 74 75 12 05 · Fax 74 75 05 55

[www.skmas.dk](http://www.skmas.dk) · [info@skmas.dk](mailto:info@skmas.dk)

CVR-nr. 1573 7905 · Bank: Sydbank · Reg. 7971 konto nr. 200191-0