

# Hvorfor de alternative bekæmpelsesmidler mod alm. ædelgranlus gav svidninger i 2003

Thomas Lisborg og Hans Peter Ravn, Skov & Landskab, KVL,  
Bjarke Veierskov, Institut for Plantebiologi, KVL.

1. januar 2003 ophørte anvendelsen af konventionelle sprøjtemidler på offentlige arealer, herunder i Statsskovbruget. Siden 1995 har en række alternative bekæmpelsesmidler været afprøvet med en vis succes og har derfor opnået off-label godkendelse til anvendelse mod alm. ædelgranlus i nordmannsgran. På et antal pyntgrøntproducerende statskovdistrikter blev midlerne i maj-juni 2003 anvendt til bekæmpelse af alm. ædelgranlus. Ved alle forudgående forsøg havde der ikke forekommet tegn på skadevirkning, men i august måned 2003 viste der sig til alles forbavselse omfattende skader på de behandlede træer. Skadesymptomerne bestod i gule misfarvninger af nålene og beskadigede voksstriber på nåle undersiden. Der

var mange gæt på årsagerne til skaderne: Ætsning på grund af høj pH, kombinationer med næringsstofmangel, solskoldning og andre vejr-årsager. For at søge at afklare årsagerne blev der iværksat en undersøgelse støttet af Produktionsafgiftsfonden for Juletræer og Pyntegrønt. I denne artikel beskrives undersøgelsens resultater i kort form.

## Væksthusforsøg

I væksthushorsøg med pottede nordmannsgran blev det forsøgt at fremprovokere skader under forskellige tørke- og temperaturstressforhold. I væksthuset reguleres temperaturen gennem termostatstyret vindueslukning til dagtemperaturer omkring 25°C og nattemperaturer på ikke under 8°C, svarende til mini-

mums-nattetemperaturen i juni-juli 2003, hvor sprøjteskaderne forekom. Hos halvdelen af disse planter induceredes desuden tørkestress, ved at reducere vandforsyningen. Til sammenligning blev et tilsvarende antal træer holdt uden for temperaturstress, hvoraf også halvdelen af disse blev udsat for tørkestress.

Dermed dannedes to niveauer af temperaturpåvirkning og to niveauer af vanding. Planterne blev behandlet med seks sprøjtemidler (tabel 1) i ligelig fordeling mellem de fire kombinationer af temperatur- og vanding, og stod tilfældigt fordelt imellem hinanden. Sprøjtning fandt sted efter, at planternes knopper alle var brudt. Sprøjtemidler og kontrolgruppe, med to variationer i vanding og to variationer af temperaturforhold udgjorde ved kombination således i alt 28 led.

Ved resultatopgørelsen blev der bl.a. benyttet en undersøgelse af nålenes farve og vokslag under stereomikroskop, elektron-mikroskopisk undersøgelse af nålenes overflade, undersøgelse af oxidationsniveauet i nålenes proteiner, undersøgelse af næringsstofindholdet i nålene, samt en undersøgelse af nålenes evne til at udnytte sollyset.

## Forandringer på nålenes underside

Behandlingerne resulterede i sikre forskelle i andelen af farveændring (= beskadiget vokslag) på nålenes underside (figur 1). Især for Florina Prof. var ændringerne omfattende, idet gennemsnitligt 90 % af nålenes underside havde farveændringer. Men også Emulsion 1, Tanaco insektsæbe og Duxon Insektsæbe skilte sig klart ud fra Spruzit Eco, IT-Cypermethrin og den ubehandlede kontrol. Spruzit Eco havde endvidere større udbredelse af farveændringer end IT-Cypermethrin og den ubehandlede kontrolgruppe, men havde lave værdier i forhold til de øvrige alternative bekæmpelsesmidler (figur 2). For



Figur 1. Normalt har nordmannsgran to hvide striber af voks på undersiden (tv.). Ved behandling med Florina Prof. under varme og tørkestress svarende til sommeren 2003, ses, at vokslagets hvide striber er forsvundet (th.)

Florina Prof fandtes også signifikant effekt på undersiden af 2. års-nålene.

Hverken placering/temperatur (væksthus vs. udenfor) eller vandingsforhold havde alene indflydelse på mængden af voksforandringer på nålenes underside. Der var dog en tendens til interaktion mellem de to, således at forandringer i vokslaget var større hos planter udsat for kombinationen af varme- og tørkestress end for planter ved udendørs temperatur og normal vanding.

## Farveændring på nålenes overside

De forskellige behandlinger medførte tydelige forskelle i nålefarven, hvor træer behandlet med Florina Prof., Tanaco Insektsæbe og Emulsion 1 havde lysere nåle end de øvrige behandlinger (figur 3 og 4). Spruzit Eco, Duxon Insektsæbe og IT-Cypermethrin havde ikke negativ effekt på farven på nålenes overside.

Træer placeret udendørs havde lysere nåle end træer placeret i væksthuse, og i modsætning til forandringerne i vokslaget på nålenes underside, var effekten af placering på nålefarven entydig for alle behandlinger. Planter udsat for tørke havde ligeledes klart lysere nåle end planter med normal vanding.

## Beskrivelse af skadebilledet for hver behandlingstype ud fra elektronmikroskopi

Betragtes undersiden af en nordmannsgran nål med det blotte øje, ses tydeligt to hvide striber. Ved lav forstørrelse ses, at hver stribe udgøres af hvide prikker, hver bestående af et fortykket vokslag over nålens læbeceller. Strukturen af voksen over læbeceller på de unge nåle er et finmasket net af tråde (figur 5A).

Ved svindningsskader ses farveskiftet på nålenes overside i forbindelse med, at den hvide voksfarve på nålenes underside forsvinder helt eller delvist. Forandringerne ses med det blotte øje. Elektronmikroskopi bekræftede, at voksen på nålenes underside påvirkes stærkt af flere af midlerne.

Ligesom Florina Prof. har størst påvirkning på nålens farve, afslører elektronmikroskopi også størst forandring på undersidens vokslag ved behandling med Florina Prof. Der er ikke tale om, at vokslaget forsvinder; men voksens fine "dun" struktur nedbrydes og erstattes med en tæt grødlignende struktur (figur 5D). Udover en højere skadevirkning, har Florina også en høj spredsevne, som gør skadevirkningen procentuelt/arealmæssigt mere omfattende (figur 4). Florina er det eneste middel, hvor vokslaget er fuldstændigt og entydigt beskadiget.

Også ved behandling med Emulsion 1 (figur 5C) ses forandringer, hvor de hvide striber på

nålenes bagside fremstår plettede. Under elektronmikroskopet ses en pletvis grovere gitterstruktur, med pladeagtige voksstruktur.

Pletvis skadevirkning ses også hos Duxon Insektsæbe (figur 5B) og Spruzit ECO (figur 5F), men her mere spredt og i mindre grad, hvor det optræder. Hos det konventionelle insecticid IT-Cypermethrin ses ingen effekt på vokslaget.

## Undersøgelse af solstrålingens betydning for skadesudvikling

Nålenes vokslag har til formål at beskytte de underliggende celler mod udtørring og indtrængning af skadelig UV-stråling. Under normale omstændigheder bliver lysets energi omsat til kemisk energi inden i bladet. Vokslagets sammensætning og fysiske tilstand kan derfor have stor betydning for

om cellerne kan fungere normalt. Hvis en ændring i nålenes vokslag medfører at cellerne mangler vand og/eller modtager mere lys end de kan omsætte, kan der opstå skadevirkninger i form af oxidering af DNA og proteiner. Den visuelle betegnelse for disse skader kaldes "solskoldning", og ses som gul-farvning af nålene. Fra forskellig side blev det foreslået, at en sådan "solskoldning" er en sekundær årsag til skaderne. Niveaueet af oxiderede proteiner i nålene blev derfor bestemt. Undersøgelsen afslørede ikke sammenhæng mellem anvendt bekæmpelsesmiddel og mængden af oxiderede proteiner i nålene. Resultatet understøtter dermed ikke hypotesen om, at nålene solskadedes grundet ændringer i vokslaget. Dette stemmer også overens med dataindsamlingerne, som viste, at skaderne optrådte ligeligt på træer i skygge og på træer fuldt eksponeret for solen (Ravn, 2004).

## Til juletræsfældning

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

SE HER!

- 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.
- Snild og handy – nem at komme rundt med.
- Tilfredse brugere har i år 2004 fældet ca. 5 millioner træer med vore maskiner.
- Miljøet spares nu årligt for ca. 1 tons savkædeolie.

Også god til skrottræer

Efter fældning af ca. 10.000 træer har du tjent maskinen ind ved sparet arbejdsløn 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 brugsmodeibeskyttet.

**Tabel 1. Bekæmpelsesmidler anvendt i væksthushorsøg til vurdering af midlernes skadevirkning på nordmannsgran. Midlerne blev udbragt med en motoriseret Hardy ryg-tågesprøjte. Sprøjtning fandt sted efter knopbrydning.**

Middel	Indhold	Anvendt fortynding
Duxon Insektsæbe Koncentrat	Sæbeprodukt	2 %
Tanaco Insektsæbe	Sæbeprodukt	5 %
Emulsion 1(sæbe)	Sæbeprodukt	0.5 %
Spruzit Eco	4.59 g/l naturpyrethrum 825,3 g/l rapsolie	1.5 %
Florina Prof.	Parafinolie	2 %
IT-Cypermethrin	Konventionelt insekticid (pyrethroid).	0,04 %
Til sammenligning anvendtes et syvende led, uden behandling		

## Nålenes evne til at udnytte sollyset

En plantes evne til at udnytte lys til fotosyntese kan være en god indikator på plantens stressniveau (Little & Rolando, 2003). Ved at måle den andel af lysenergien, som nålene ikke anvender, men i stedet genudsender som lys, klorofylfluorescens, kan nålenes evne til at udnytte solens lys til fotosyntese sammenlignes mellem nåle behandlet med forskellige midler. Såfremt måling af klorofylfluorescens kunne påvise sprøjteskader på nåle af nordmanns-

gran, før disse kan ses ved visuel inspektion, ville denne ikke-skadelige metode være en lettilgængelig måde at kvantificere skader på, og dermed lette muligheden for monitorering af sprøjteskader.

En undersøgelse viste sikre behandlingsforskelle og viste især et højt stressniveau ved behandling med Florina Prof. For at finde sikre behandlingsforskelle skulle der dog anvendes et stort antal stikprøver, og metoden skønnes i praksis derfor at være uhensigtsmæssig til diagnosticering af sprøjteskader.

relle ændringer i voksens sammensætning. Den fine gitteragtige struktur blev ved behandling afløst af mere kompakte former. Størst udbredelse havde skaden fra Florina Prof., hvor vokslagetets struktur fik en "grødagtig" eller "smeltet" struktur. Det kan undre, at der er stor forskel på forandringer i vokslaget ved anvendelse af Florina Prof. og ved anvendelse af Spruzit ECO, idet begge midler har olie som hovedbestanddel.

Det er på undersiden af nålene at læbecellerne befinder sig, og et godt luftskifte (meget CO<sub>2</sub> ind, lidt vand ud) er en forudsætning for at fotosyntesen kan forløbe normalt. En tæt struktur af voks hen over læbecellerne kan formodes at påvirke nålens udveksling af vand, ilt og kuldioxid negativt. En undersøgelse viste dog ikke variation i vandindholdet mellem skaderamte nåle og normale nåle. Trods generelle voksskader blev evnen til at anvende lys til fotosyntese kun reduceret ved anvendelse af Florina Prof. Det var dog også dette middel som udviste de mest markante skader (figur 1 og 3).

Sammenhængen mellem vokslagetets struktur og skader på nåletræer er velbeskrevet i litteratur vedrørende luftforurening. Her bruges ændringen af vokslagetets struktur til indikation af luftforureningens omfang (Günthardt-Goerg et al., 1994). Det kan derfor antages at ændringerne i vokslaget har været en forudsætning for at skaderne har kunnet opstå.

## Konklusioner

### Forandringer i vokslaget

Skader i form af gule nåle hænger tydeligt sammen med forandringer i vokslaget på nålenes underside. Undersøgelse af vokslaget i elektronmikroskop viste store struktu-

### Hypoteser om årsag til skader

Analyse af næringsstofferne i nålene afslørede ikke tegn på, at næringsstofniveauet

**ØNSKER DU LANDETS  
BEDST EGNED E PLANTER TIL  
NETOP DIN PLANTNING?  
SPØRG PLANTEMÆGLERNE®**

FORSTPLANT

**Bent Hansen**  
Tlf. 87 52 20 00  
Mobil 40 40 98 91  
Fax 87 52 20 01  
nbh@forstplant.dk  
www.forstplant.dk  
Porskærvej 49, Agri  
8420 Knebel



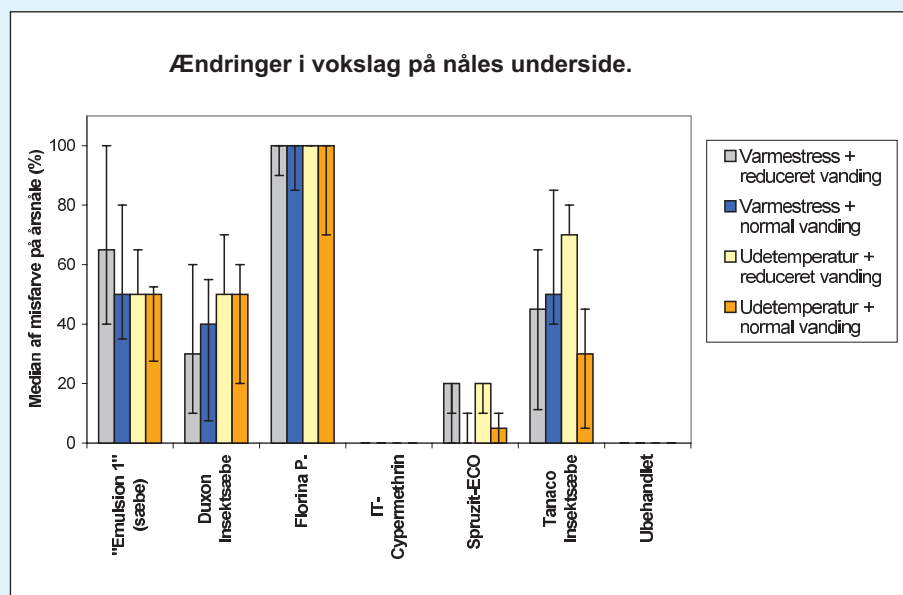
**Steen Hougard**  
Tlf. 86 54 53 20  
Mobil 21 40 30 21  
Fax 86 54 53 43  
shj@forstplant.dk  
www.forstplant.dk  
Faugårdsvej 128  
8300 Odder



**Jens Houkjær**  
Tlf. 76 82 90 90  
Mobil 40 45 44 80  
Fax 76 82 90 91  
jh@forstplant.dk  
www.forstplant.dk  
Staksrodevej 39  
7150 Barrit







**Figur 2. Visuelle ændringer i vokslaget på undersiden af årsnåle på 2-årige nordmannsgran. Træer sprøjtet med Florina, Emulsion 1, Tanaco insektsæbe og Duxon Insektsæbe havde signifikant større andel af skadet vokslag end træer sprøjtet med Spruzit Eco, IT-Cypermethrin og den ubehandlede kontrol. Også træer behandlet med Spruzit Eco havde hyppigt forekommende forandringer, men på et signifikant mindre areal. Søjler angiver median-værdier (miderste tal), fejllinier viser 1. og 3. kvartil.**



**Figur 3. Misfarvningen af nålene ses umiddelbart på de pottede nordmannsgran. To væksthuderplanter: én sprøjtet med Florina (th.) og én ubehandlet (tv.).**

indvirker på eller påvirkes af svindningen fra sprøjtning. Næringsstofniveauet divergerede ikke tydeligt mellem misfarvede og normale nåle, og de testede stoffer var til stede i så høje koncentrationer, at næringsstofmangel ikke kan have forstærket svindningen. Gødskning vil således ikke være en afhjælpende faktor.

Blandt hypoteser om årsagen til svindningernes opståen, har også været foreslået, at bekæmpelsesmidlerne har for skræppe pH-værdier. "Emulsion 1" er i følge producenten bl.a. fremstillet med henblik på at opnå en neutral pH-værdi. Dette resulterede ikke i et produkt uden skadevirkning, og pH-værdien af midlerne kan derfor ikke alene være ansvarlig for de opståede skader.

*Vejrforholdenes indflydelse på opståen af skader*  
Ved skaderne, der ramte statsskovarealerne i 2003, er der grund til at hæfte sig ved, at der gik lang tid mellem behandlingen og de observerede skader. Det drejer sig derfor ikke om 'svindninger' i almindelig forstand fra aggressive opløsningsmidler eller herbicid sprøjterester i sprøjtetanken. Denne type skader ses som regel 1- 2 uger efter behandlingen. Skadebilledet tyder snarere på, at behandlingerne har gjort træerne modtagelige for en påvirkning udefra.

En tidligere undersøgelse af vejrforholdene under udbringning har vist, at de observerede skader ikke havde sammenhæng mellem vejrforhold under udbringning og den valgte udbringningsmetode, men at udbringningsmetode og træernes størrelse påvirker omfanget af skaderne (Ravn, 2004).

Opmærksomheden blev tidligt rettet mod det særlige vejr for hele sommerhalvåret

2003. I perioden fra februar til den 25. april faldt der kun ca. en tredjedel af den normale nedbør. Samtidig var der 40 % flere soltimer end normalt. Hele perioden marts til august, og især juli var varm. Laveste minimumtemperatur i juli nåede ikke under 8°C. Så høje minimumstemperaturer er ikke registreret siden målingerne startede i 1874. I august var der igen næsten 40 % underskud af nedbør i

forhold til normalen (Ravn, 2004).

Indeværende forsøg viste en meget stærk tendens til, at kombinationen af tørke og høje temperaturer forstærker skadebilledet. Træer placeret i væksthuder var, som de skaderamte træer i 2003, udsat for ekstreme vejrforhold, og disse træer havde mere omfattende skader. Skader i form af lyse nåle havde en klar sammenhæng med forandringer i nålens underside, men vejrforholdene havde imidlertid ikke tendens til effekt på vokslaget. Dette sandsynliggør, at mens voksskader forekommer som resultat af behandlingen, forekommer gule nåle som resultat af voksskaden og vejrliget. Forsøget understøtter derfor, at de ekstreme vejrforhold i 2003 havde betydning for de omfattende skader.

Skader kan imidlertid også opstå uden ekstremt vejrlig, og især brugen af Florina Prof. har vist at kunne forårsage misfarvning af nåle. Særligt er dette middels omfattende effekt på vokslaget på nålens underside tydelig. På den baggrund anbefales det ikke at benytte midlet eller lignende paraffinolie til bekæmpelse af ædelgranlus på nordmannsgran.

De testede sæbe-opløsninger Emulsion 1, Duxon Insektsæbe og Tanaco Insektsæbe forårsagede ligeledes vejrafhængig misfarvning af nåle. I modsætning til Florina Prof., var forandringer i vokslaget på undersiden

## **SCHAUMANN PORTALTRAKTOR**

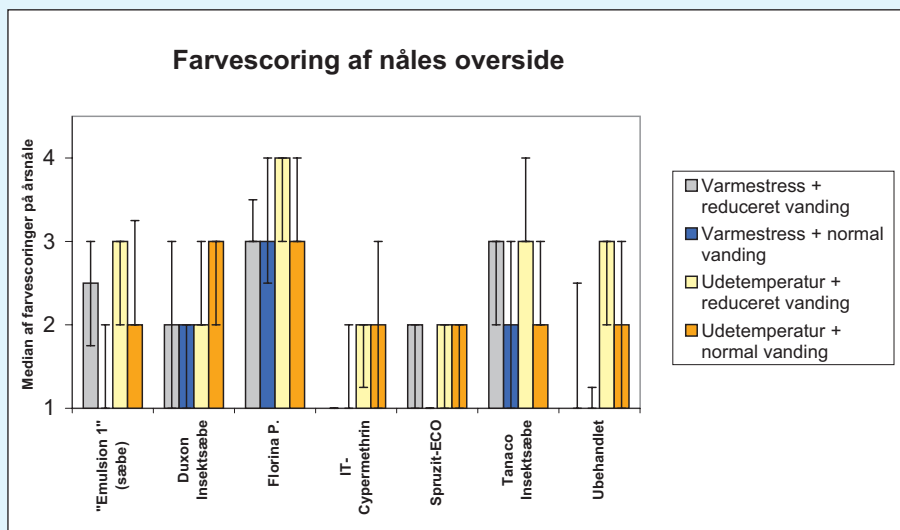


3-hjuls træk, frihøjde 2,4 m, trinløs justerbar bredde 2,0-3,0 m (udv. dæk)  
37 HK dieselmotor, trinløs kørehastighed 0-12 km/t, 5 liftophæng  
redskaber som bundklipper, gødningsudlægger og sprøjteskærm kan også leveres

### **Maskinfabriken SCHAUMANN**

v/ Hugo Kaas-Pedersen

Landevejen 19, DK 5882 Vejstrup, Telefon 62 28 12 78, Fax 62 28 12 68,  
e-mail: [schaumann@schaumann.dk](mailto:schaumann@schaumann.dk), homepage: [www.schaumann.dk](http://www.schaumann.dk)



**Figur 4. Farvændring på 2-årige nordmannsgran. Nålenes farve blev bedømt på de nye årsskud ud fra et scoringssystem (1-4), hvor scoren 1 blev tildelt for mørkegrønne nåle, 2 for mellemgrønne nåle, 3 for lyse nåle og 4 for meget lyse nåle. Jo højere score, jo lysere nåle.**

af 2-årige års-nåle dog begrænset ved anvendelse af disse sæbepræparater, særligt for Duxon Insektsæbe, og generelle skader på 2-årige års-nåle blev ikke observeret. Ved store tætheder af ædelgranlus umiddelbart før skudbrydning kan der derfor stadig være grund til at anbefale anvendelse af et af disse off-label godkendte midler. Behandlingen skal i så fald udføres før skudbrydning, og de anbefalede doseringer overholdes.

Eneste alternative bekæmpelsesmiddel mod ædelgranlus, som i 2004-forsøgene ikke viste tendens til at misfarve nålene, var Spruzit ECO. Mens der hos både pottede træer og i de praksisnære effektivitetsforsøg observeredes et mindre omfang af forandringer i vokslaget på nålenes underside, er der ikke observeret generelle skader på nålene. Det vil derfor være interessant at forsætte videnindsamling om dette middels bekæmpende og skadevirkende effekter, men før et større praksisnært forsøg er gennemført, er det endnu for tidligt at anbefale midlet.

Undersøgelserne af de afprøvede midlers skadelige effekt på nålene underbygger teorien om, at det er midlernes beskadigelse af nålenes vokslag, der gør træerne disponerede for klimatiske skader. Da skaderne ikke forekommer ved behandling før udspring, må det anbefales, at de alternative, sæbebaserede midler anvendes på dette tidspunkt.

## Referencer

- Günthardt-Goerg M.S., Keller T., Matyssek R. & Scheidegger C., 1994: Environmental effects on Norway spruce needle wax. Eur. J. For. Path. 24: 92-111.
- Little, K. M. & Rolando, C. A. 2003: Using chlorophyll fluorescence to determine

## FOX MOTORI RYGSPRØJTER



Batteri drevne

Til udbringning af:

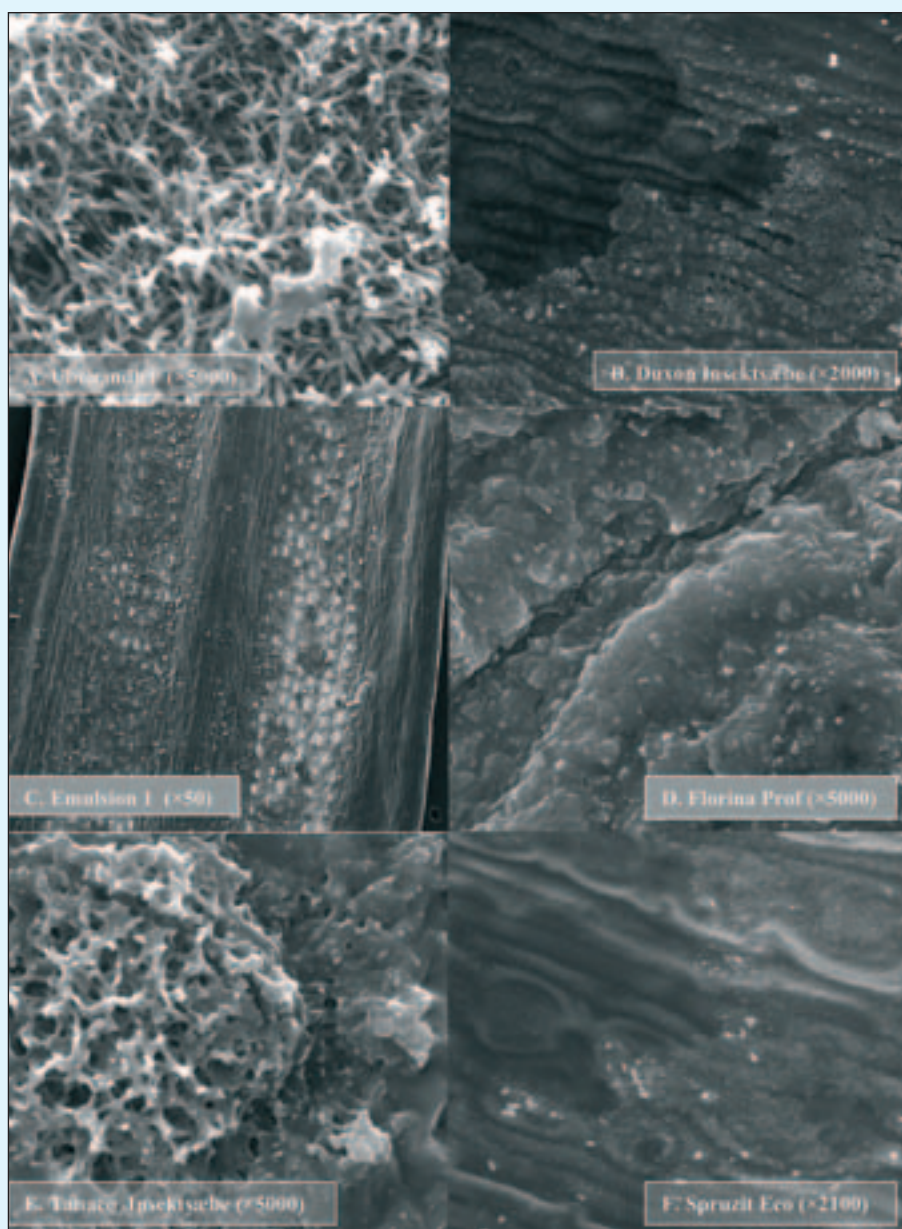
- Ukrudts- & insektmidler
- Topskudsregulering af juletræer
- Omrøring i tanken
- Op til 8 timer på en opladning

(Pris fra: 1695,- ex. moms)

K.S. Jeppesen Tlf/Fax: 86 99 55 21 Bil: 40 52 55 21

stress in Eucalyptus grandis seedlings. Southern African Forestry Journal No.197, 5-12.

Ravn, H. P. 2004: Dokumentation af effekten af alternative midler mod alm. ædelgranlus. Rapport til Produktionsafgiftsfonden for Juletræer og Pyntegrønt. Skov & Landskab. 9 pp.



**Figur 5. Eksempler på billeder af undersiden af nordmannsgran nåle taget vha. ESEM-elektronmikroskopi og elektronmikroskopi med guld-coating. Alternative bekæmpelsesmidler mod ædelgranlus har forårsaget strukturelle ændringer i vokslaget på nålenes underside.**