

Vanding og gødskning

Topskudsvækst i nordmannsgran – betydning af gødskning og klima

Af Lars Bo Pedersen, Skov & Landskab, Københavns Universitet, Claus Jerram Christensen, Dansk Juletræsdyrkerforening & Mikkel Holm Olsen, Danmarks Tekniske Universitet.

Manipulation med vand og gødning på en sandet juletræslokaltet peger på, at klimaforandringerne i form af et ændret nedbørsmønster i Danmark alt andet lige vil reducere nordmannsgranens topskudsvækst. Gødskning forlænger vækstperioden, men udbringes gødningen af to eller tre omgange bliver påvirkningen af topskudslængden mindre, og vækstafslutningen indfinder sig tidligere. Undersøgelsen peger også på, at der i fremtiden skal tages anderledes gødningsstrategier i brug for at imødekomme klimaændringernes virkning på træernes muligheder for at optage næringsstoffer og på tabet af næringsstoffer gennem udvaskning.



Foto 1. Webcamera i vandtæt fotohus.
Foto: Lars Bo Pedersen.

Indledning

I forbindelse med et større gødnings- og vandingsforsøg af nordmannsgranjuletræer i Klelund plantage, (FANTOM-projektet) blev der i 2004 bevilget midler fra PAF og Skov & Landskab til en undersøgelse, der skulle belyse betydningen af gødskning og klimavariationer på nordmannsgranens topskudsvækst. Projektet fik akronymet "TOOL". Projektet har affødt en hel række resultater herunder forhold omkring udspring, sæsonlængde, vækstophør og helt særegne optagelser af filmtopskuddets daglige bevægelser. Denne artikel omhandler dog udelukkende de resultater, der vedrører gødskningens og klimavariationernes betydning for topskudsvæksten. I de næste numre af Naledrys følger yderligere resultater fra projektet.

Klelund-lokaliteten

Klelund-lokaliteten, der ligger øst for Varde, er meget sandet og forsøgsanlægget med nordmannsgrantræer er beskyttet af et ca.

6-8 meter højt sitkagran-læhegn mod vest og øst. Arealet drives med løbende indplantning og er i 1978 plantet til med nordmannsgran af overvejende tyrkiske provenienser. Enkelte af de oprindelige træer står tilbage som overstandere, men ellers er alle de oprindelige træer skovet. Siden 1978 er indplantningen af nordmannsgran sket med forskellige provenienser – i prioriteret rækkefølge:

- Borshomi,
- Ambrolauri, Tlugi og
- Savsat Kirazlidere

Da aldersklassfordelingen er meget jævn, vurderes de proveniensvise forskelle i vækst og udspring, at være ligeligt fordelt mellem de forskellige behandlinger, og derfor uden større betydning for de samlede konklusioner i relation til vanding og gødskning.

For at følge den daglige topskudsvækst blev der i udvalgte gødnings- og vandingsbehandlinger i det tidlige forår 2004 opstillet 15 webcams. Disse kameraer blev opsat i vandtætte fotohuse (foto 1) og tilkoblet til en central PC i forsøgsanlæggets skur. Bortset fra mindre udfald har systemet kørt stabilt i vækstsæsonerne 2004, 2005 og 2006.

I vækstsæsonerne (defineret som 1. maj – 31. august) er der blevet taget billeder hvert kvarter i døgnets lyse timer. Nogle få kamera tog billeder af et enkelt træes topskud, mens flertallet tog billeder af to eller flere træers topskud. Træerne blev påmonteret en målestok, som har muliggjort en opmåling af topskudshøjden på dagsniveau (foto 2). I alt er der blevet taget 209.072 billeder svarende til i alt 25 Gb. Disse billeder er siden, alene eller sammensat til filmstrips, blevet gennemmålt ved registrering af de daglige topskudshøjder. Dette har ikke altid været lige let, bl.a. har genskin og solblænding samt afsatte vanddråber på den beskyttende plastkasse vanskeliggjort topskudsmålingerne. Det store antal billeder har imidlertid sikret, at det dagligt altid har været muligt at finde passende billeder.

Vækstmålingerne af topskuddene er foretaget i gødningsbehandlinger vist i tabel 1. Vandingen (foto 3) blev udført automatisk med sprinklere om natten med brøndvand. Vandingsperioden varede fra ca. 1. juni til 1. september og udgjorde ca. 350 mm. I sammen periode i 2004, 2005 og 2006 faldt der henholdsvis 246 mm, 214 mm og 192 mm regn på friland. Tørken blev foretaget med presenninger sammenspændt i træærkerne i perioden 1. juni til ca. 1. juli (foto 4). Reduktionen i vandtilførslen er ud fra

målinger af jordens fugtighed skønnet til at være omtrent 85 % af den faldne nedbør. I 2004, 2005 og 2006 faldt der henholdsvis 73, 50 og 24 mm nedbør i denne periode.

Topskudsvækst og vandtilførsel

Det er velkendt, at gødskning forøger topskudsvæksten (Christensen *et al.* 2001a, 2001b samt Pedersen *et al.* 2005a, 2005b), men måden den ændres på, ved vi ikke så meget om. Vores viden er også begrænset om, hvordan manipulation med vand (tørke, øget kunstig nedbør) ændrer topskudsvæksten. Dette er måske ikke så interessant i forhold til et dyrkningsmæssigt tiltag, men snarere i relation til hvad vi kan vente os af de tiltagende klimaforandrings betydning for juletræsdyrkingen, - både på kort og på lang sigt.

I figur 3 er vist en sammenstilling af topskudsvæksten i en standard gødningsbehandling, samme behandling udsat for henholdsvis tørke og øget vandtilførsel samt i den ugødskede kontrolbehandling. Den ugødskede kontrolbehandling udviste den klart mindste topskudsvækst ca. 30 cm i gennemsnit. Dernæst fulgte tørkebehandlingen med ca. 35 cm, standardbehandlingen (42 cm) og til sidst vandingsbehandlingen med 48 cm i gennemsnit.

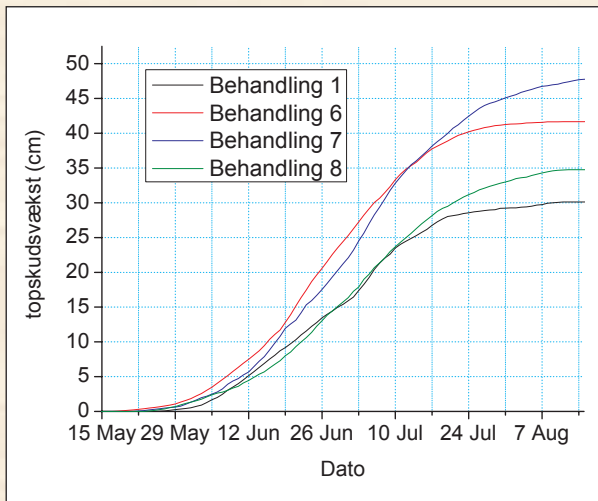
Forløbet af topskuddets vækst var næsten identisk i tørke- og kontrolbehandlingen før ca. 10. juli, formodentlig fordi den tilførte gødning i april ikke har været afgørende mere tilgængelig for træerne på grund af manglende vand i jorden. Juni-gødsningen i "tørke-behandlingerne" blev foretaget umiddelbart førend presningerne blev lagt på, og var derfor i praksis ikke tilgængelig førend presningerne var fjernet igen. Efter 10. juli var topskudsvæksten generelt nedgående, hvorfor træerne i tørkebehand-



Foto 2. Klargøring af webcams, fotohuse og måletræer til den kommende sæson. Bemærk målepindene på måletræerne. Foto: Lars Bo Pedersen

Tabel 1. Udvalgte gødningsbehandlinger hvor der foretages målinger af topskudsvækst. I gødningsbehandlingerne er gødningen udbragt som bredgødsning i alle årene.

Behandling	Udbringnings-tidspunkter	Dosering (kg N/ha/år)	Totaltilførsel (kg N/ha/år)	Vand-regime
1	Kontrol	0	0	Nedbør
3	April	75	75	Nedbør
4	April	75	75	Nedbør+vanding
5	April	90	90	Nedbør
6	April/Juni	45/30	75	Nedbør
7	April/Juni	45/30	75	Nedbør+vanding
8	April/Juni	45/30	75	Nedbørsreduktion
10	April/Juni	45/45	90	Nedbør
11	April/Juni/August	45/15/15	75	Nedbør
12	April/Juni/August	45/30/15	90	Nedbør



Figur 3. Absolut topskudsvækst af måletræerne vægtet i forhold til behandlingsgennemsnit for alle forsøgsår. Behandling 1 er kontrolbehandlingen. I de øvrige behandlinger gives der 75 kg N/ha/år som delt gødning. I behandling 6 manipuleres der ikke med vand (standardbehandling). I behandling 7 tilføres der vand, mens der etableres tørke i behandling 8. Behandlingerne er forklaret detaljeret i tabel 1.

lingen kun nåede at lægge yderligere 5 cm til i forhold til kontrolbehandlingen.

Standardbehandlingen og vandingsbehandlingen fulgte hinanden vækstmæssigt frem til den 10. juli (figur 3), men med en svag tendens til hurtigere vækst i standardbehandlingen. En mulig forklaring kan være, at der i juni måned generelt har været tilstrækkeligt med vand i jorden til at un-

derstøtte noget nær den maksimale topskudsvækst på lokaliteten. Vandingen kan desuden i denne periode have mindsket tilgængeligheden af næringsstoffer gennem en forøgelse af udvaskningen, hvorved topskudsvæksten er blevet reduceret svagt.

Når topskudsvæksten for alvor forøges i vandingsbehandlingen i forhold til de andre behandlinger efter 10. juli, skyldes dette

formodentlig, at vandindholdet i jorden i denne behandling holdes på stort set samme niveau som i maj og juni, mens tørke- og standardbehandlingernes vandprocent reduceres kraftigt med flere procent (figur 4).

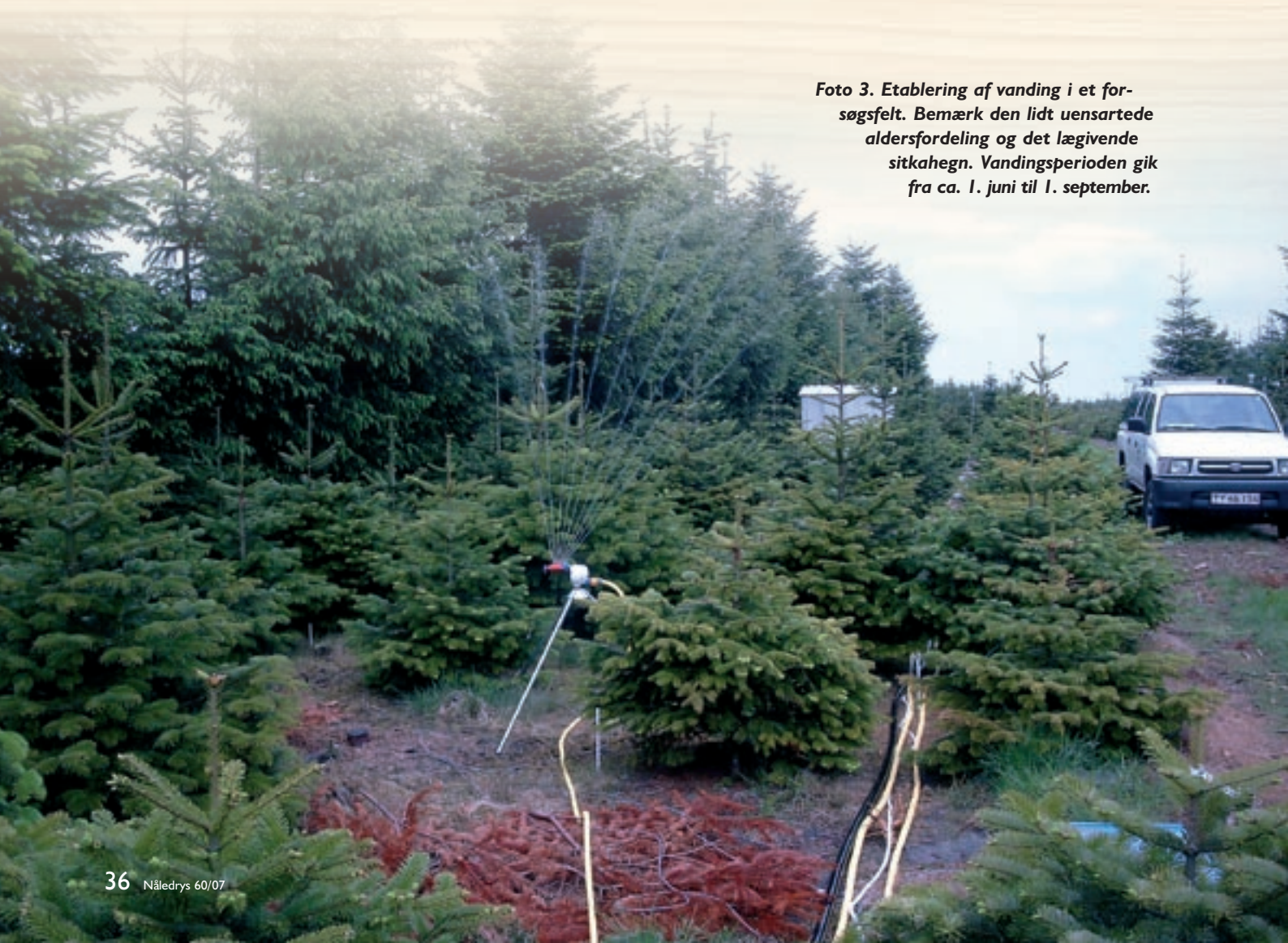
På den sandede Klelund-lokalitet forøges topskudsvæksten med 15 % i gennemsnit ved at øge nedbøren 1,6 gange gennem vandning, uden at vækstsæsonens længde umiddelbart samtidig forøges. Den øgede topskudslængde sker i juli måned på grund af et højere vandindhold i jorden i denne ellers tørre måned. Tilsvarende er topskudslængden blevet reduceret med lidt over 15 % gennem tørkepåvirkningen, selvom vækstperiodens længde også her forblev uændret.

Ingen af de øvrige behandlinger gav et væsentligt anderledes kvalitativt forløb af topskudstilvæksten end beskrevet her, selvom der var stor kvantitativ forskel mellem den opnåede topskudsvækst i behandlingerne.

Samspillet mellem gødsningen og vandtilførslen

Resultaterne peger på, at gødsningen forlænger vækstsæsonen (tabel 2). Den ugødskede kontrolbehandling (behandling 1) når

Foto 3. Etablering af vandning i et forsøgsfelt. Bemærk den lidt uensartede aldersfordeling og det læggivende sitkahegn. Vandingsperioden gik fra ca. 1. juni til 1. september.



i gennemsnit halvdelen af topskudsvæksten efter 26 dage, mens topskudsvæksten er opført efter 57 dage. Gødskning med 75 kg N/ha/år som forårsgødning (behandling 3) forskubber disse punkter med henholdsvis 6 og 8 dage. Tilførsel af vand til dette gødningsregime (behandling 4) synes ikke at ændre på dette forhold. Øges gødningsdoseringen fra 75 til 90 kg N/ha pr år uden at der vandes (behandling 5), sker der derimod en lille forøgelse af vækstsæsonens længde.

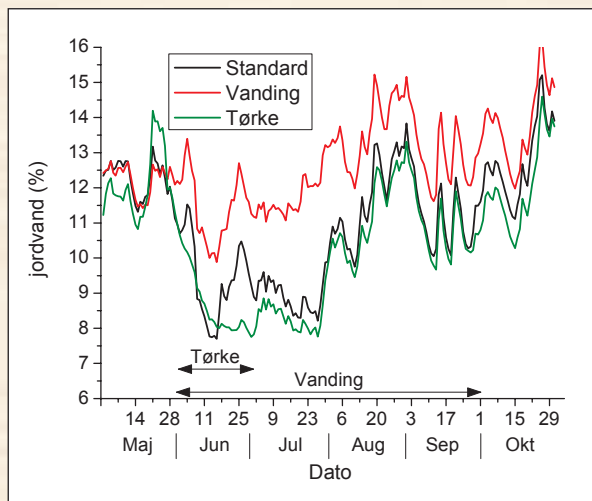
I behandlingen med delt 75 kg N/ha/år (45/30) (behandling 6) nås halvdelen af væksten efter 31 dage og væksten slutter efter 63 dage, en smule hurtigere end behandling 3, hvor der gives samme gødningsmængde, blot af en gang om foråret. Tilføres der vand til ovennævnte behandling 6 (behandling 7) nås halvdelen af topskudsvæksten samtidigt, mens vækstafslutningen forskybtes i 2 dage. Udsættes standardbehandlingen for tørke (behandling 8) giver dette tilsyneladende ikke anledning til ændring af vækstsæsonens længde sammenlignet med behandling 6.

Behandling 5, 10 og 12 tildeles alle 90 kg N/ha/år (tabel 1), men repræsenterer henholdsvis ren forårsgødning, 2 gange delt gødning (april (45) + juni (45)) og 3 gange delt gødning (april (45) + juni (30) + august (15)). Når disse behandlinger sammenlignes, synes der at være tale om en generel og tydelig reduktion af vækstsæsonens længde, når gødskningen deles. På samme måde repræsenterer behandling 3, 6 og 11 behandlinger med 75 kg N/ha/år henholdsvis som ren forårsgødning, 2 gange delt gødning (april (45) + juni (30)) og 3 gange delt gødning (april (45) + juni (15) + august (15)). Også her er der en tendens til faldende længde af vækstsæsonen, når gødskningen deles. Tendensen til reduceret længde af perioden hvor topskuddet vokser når gødskningen deles skyldes muligvis at den sidste gødningstildeling ikke bidrager nævneværdigt til forøget vækst, men mere til bl.a. forbedring af træernes nålefarve.

Gødskning forlænger således isoleret set vækstperioden og topskudslængden, men udbringes gødningen af to eller tre omgange bliver påvirkningen af topskudslængden mindre i hvert fald i indeværende sæson, og vækstafslutningen indfinder sig tidligere.

Topskudsvæksten og klimaforandringer

Tilgængeligheden af vand synes at spille en afgørende rolle for nordmannsgranens topskudsvækst, især i juli måned. Resultaterne af tørkepåvirkningen og vandpåvirkningen er vigtig set i lyset af de forventede klimaforandringer. I Danmark forventes der på årsbasis mere nedbør, mens sommerpe-



Figur 4. Jordens vandindhold (volumenprocent) i vækstperioden i standardbehandling med og uden vandning samt tørke. Vandings- og tørkeinterval angivet ved pile.

Tabel 2. Antal dage fra topskudsvæksten start til de forskellige behandlings opnåede procentuelle vækstandel. Behandlingerne er beskrevet i tabel 1.

Behandling	Procentuel andel af topskudsvækst i forhold til slutlængde på topskud						
	10 %	20 %	40 %	50 %	60 %	80 %	100 %
1	8	12	21	26	29	36	57
3	13	19	27	32	36	45	65
4	13	21	27	32	35	45	65
5	14	21	28	33	37	45	67
6	15	20	27	31	34	42	63
7	16	18	27	31	34	45	65
8	10	17	27	31	34	43	63
10	10	17	27	29	33	42	64
11	14	19	27	32	36	46	66
12	10	15	23	27	30	39	60

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

Trailersprøjter fra 1.000 l – 3.000 l
Liftsprøjter fra 400 l – 1.000 l

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

Pumpe med stor ydelse og tryk

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



Ring for yderligere information tlf. 74 75 12 05



Skærbæk Maskinforretning

v/ Bent Sørensen · Aabenraavej 17 · 6780 Skærbæk · Tlf. 74 75 12 05 · Fax 74 75 05 55
www.skaerbaekmaskinforretning.dk · info@skaerbaekmaskinforretning.dk



Foto 4. Tørkefelt med udlagt presenning, der leder vand væk fra forsøgsparcellen. Tørkeperioden fra ca. 1. juni til 1. juli.

riden vil blive mere tør. Temperaturen vil øges om sommeren ligesom storme vil blive mere hyppige, hvilket yderligere vil fremme sommerudtørring. Meget tyder således på, at topskudsvæksten i fremtiden vil reduceres, men det afhænger sandsynligvis meget af hvornår nedbøren falder og hvor meget der falder.

Fra et gødningsmæssigt synspunkt er det også nyttigt at vide om klimaændringerne vil anspore til en anderledes gødningsstrategi. Dette spørgsmål trænger sig på, og vi har ikke et tilfredsstillende svar ud fra dette projekts undersøgelser. Hertil mangler der nye undersøgelser med manipulation af vand og gødsning på både lerjord og sandjord i forskellige egne af landet. Der er dog ingen tvivl om, at øget årsnedbør isoleret set vil øge risikoen for udvaskning af den tilførte gødning, hvis der gødskes, som i dag. Særligt den ensidige forårgødsning kan resultere i en forøget udvaskning, når der kræves tilførsel af større gødningsmængder.

Formodentlig vil delt gødsning blive endnu vigtigere i fremtiden, dels fordi resultaterne peger på, at vækstsæsonen reduceres med denne gødningsmetode sammenlignet med traditionel forårgødsning og dels fordi

man ved denne metode, i hvert fald i forbindelse med farvegødsning, får tildelt en stor del af gødningen i sommerperioden, hvor optaget er stort og topskudsvæksten er lille. Delt gødning vil formodentlig også være en endnu vigtigere gødningsstrategi i fremtiden, fordi den reducerer gødnings-tabet til miljøet. Endelig vil brug af organiske gødningsstyper som forårgødning gå en større fremtid i møde, idet disse gødningsstyper typisk ikke er så udsat for udvaskning som den almindelig mineralske gødning (Pedersen & Christensen, 2005b).

De tiltagende klimafordringer peger således på, at der allerede i nær fremtid skal tages anderledes gødningsstrategier i brug, – strategier der peger i retning af øget gødningsforbrug og muligvis anderledes udbringningsmetoder.

Tak

Klelund Plantage drives af Per Ramsgaard, som vi takker for gode idéer, sparing og hjælpsomhed, når vi i tide og utide har bedt om hjælp. Herudover takkes PAF for tilskud til projektets gennemførelse. I forbindelse med den årlige opstilling og nedtagning, samt drift af hele af hele webcamerasyste-

met vil også gerne takke Mads Krag og Allan Overgaard Nielsen for deres store indsats og tålmodighed.

Litteratur

- Christensen, C.J.; Pedersen, L.B.; Friis, E. (2001a). Bevoksnings- og farvegødsning af normannsgranjuletræer – resultater fra 6 års forsøg på tidligere agerjord, Pyn-tegrøntserien, 101 s. ill. *Skov & Landskab*, Hørsholm.-
- Christensen, C.J.; Ingerslev, M.; Pedersen, L.B.; Nielsen, U.B. (2001b). Gødningsrespons hos nordmannsgranprovenienserne Ambrolauri og Langesø afd. 6., Pyn-tegrøntserien, 17, 64 s. ill., *Skov & Landskab*, Hørsholm.
- Pedersen, L.B., Christensen, C.J. Nielsen A.O., Krag, M. M., 2005a: Sekventiel udbringning af gødning til nordmannsgranjuletræer. Arbejdsrapporter ved *Skov & Landskab*, pp.52.
- Pedersen, L.B. & Christensen, C.J., 2005b: Organiske gødninger i nordmannsgran. PS Nåledrys nr. 51 s.19-24. Dansk Juletræsdyrkerforening

