



Podninger af nye plustræer til ny frøplantage.

Forædling: NY FRØPLANTAGE

til nobilisjuletræer på vej

Der forventes en gevinst på ca. 16 % i juletræskvalitet og en forbedret grenvinkel i form af mere oprette grene. For farve og tæthed er der forbedringer på 4-5 %, mens vækstkraften er uændret set i forhold til en almindelig kultur med FP.623. Denne artikel beskriver hvordan et offentligt støttet forskningsprojekt har skabt baggrund for at etablere en ny fremtidig nobilisfrøkilde med sigte på juletræsproduktion.

≡ ULRIK BRÄUNER NIELSEN¹⁾, OLE KIM HANSEN¹⁾
JING XU¹⁾ OG POUL ELGAARD²⁾
1) KØBENHAVNS UNIVERSITET, INSTITUT FOR GEOVIDENSKAB OG
NATURFORVALTNING (IGN), 2) HEDEDANMARK

Nobilisjuletræer er lette at sælge, men er i almindelighed svære at producere. I et netop afsluttet GUDP-projekt (Christensen et al. 2014; Klausen et al. 2019) var der lagt en tostrengt strategi til forbedring af juletræsudbyttet i nobilis: I første omgang en her

og nu forbedring af dyrknings- og formningsteknikker og på lidt længere sigt forbedring af det genetiske materiale. I foråret 2018 er der med udgangspunkt i FP.623 C.E. Flensborg podet en ny frøplantage, hvor fokus er på juletræsproduktion i nobilis.

I IGN's nobilisforsøg er der tidligere konstateret moderate forskelle i danske nobilisproveniencers evne til at producere juletræer (Nielsen 2003), mens andre forsøgsresultater har vist store forskelle i enkelttræers egnethed til at give godt juletræsafkom (Landgren et al. 2017).

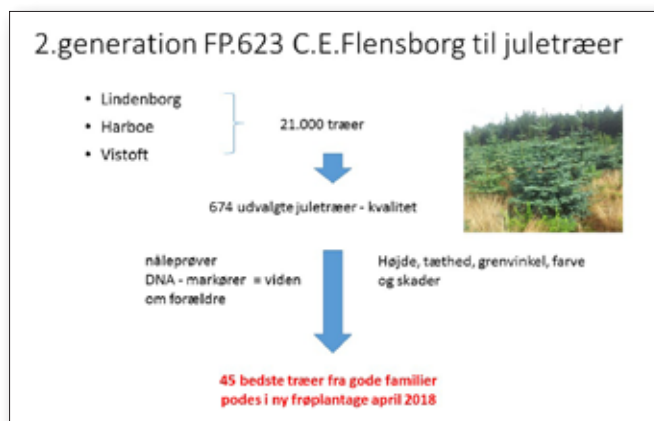
Hvorfor FP.623?

FP.623 C.E.Flensborg er en velafprøvet frøkilde med god blå farve og et rimeligt juletræspotentiale, og med dette for øje, samt af flere andre grunde (se nedenfor), blev det besluttet at tage udgangspunkt i dette plantemateriale. I forsøgsarbejdet med enkelttræsafkom fra FP.623, der består af 100 modertræer (kloner, der hver er podet 10-15 gange på arealet), er der i klippegrøntforsøg set indikationer på store forskelle mellem de forskellige afkoms juletræskvalitet. Der var derfor en klar forventning om en gevinst ved at se nærmere på frøplantagens 100 kloner. Derudover er det tidligere påvist ved brug af effektive DNA-markører i nordmannsgran (Hansen & McKinney 2010), at det er muligt med en forældrepujle på 100 kloner at bestemme slægtskabet mellem træer i almindelige produktionsbevoksninger, som er afkom af denne forældrepujle. En identifikation af de enkelte træers forældre (blandt de 100 kloner i FP.623) kan bruges til at estimere forældretræernes (de 100 kloner) og de opmålte unge træers forventede genetiske formåen i forhold til juletræsproduktion. FP.623 blev således udgangspunktet for forædlingsaktiviteterne på grund af tidligere langsigtede forsøg og et relativt begrænset antal forældre.

Udfordringer har vi nok af

Det var en udfordring at finde bevoksninger i juletræsstørrelse, som var afkom af FP.623, og som ikke var groet sammen i ukrudt, noget nobilijuletræer tåler dårligt. - Opgaven blev yderligere besværliggjort af de senere års lave plantningsrater af nobilis. Der blev dog i foråret 2014 fundet fem gode bevoksninger med træer i juletræsstørrelse af formodet proveniens FP.623, hvor der endnu ikke var klippet grønt. Listen omfattede en bevoksning i Vistoft plantage, to i Harboe plantage (alle på Djursland), en på Lindenberg Gods, samt en bevoksning på Gisselfeld - i alt 31.000 træer.

En anden længerevarende og noget mere kompliceret udfordring i projektet har været at udvikle nye DNA-markører, der er stærke nok til at adskille de enkelte forældretræer i FP.623-frøplantagen og dermed også være i stand til at identificere de forskellige forældrekomponenter til de enkelte træer i produktionsbevoksningerne (afkomene). Det specielle ved dansk nobilis er i denne sammenhæng, at den er langt mere genetisk ens end direkte import fra USA - den har været igennem en såkaldt genetisk flaskehals (Hansen & Cuenca 2008). Sidstnævnte betyder, at dansk nobilis er baseret på en oprindelig import af relativt få træer, som har givet ophav til alle de mange senere frøavlsbe-



Figur 1. Skitse af proceduren for udvalg af plustræer.

voksninger, herunder klonerne i FP.623. De gængse DNA-markørtyper, som er blevet brugt i f.eks. nordmannsgran, har derfor ikke været tilstrækkeligt til at identificere forældrene, hvorfor der skulle en ny type og mange flere DNA-markører til. Dette arbejde startede helt tilbage i 2012, baseret på en generøs donation fra Foreningen Plan-Danmark, og i tæt samarbejde med kolleger på North Carolina State University og senere University of Tennessee. Baseret på afprøvning af en række helt nye og avancerede metoder lykkedes dette endelig i vinteren 2017/2018.

Ved opstart i 2014 var der rigtig mange *Neonectria*-skader rundt om i landet, og det var naturligt at søge at inddrage denne nye skade i opgørelserne - en opgave, der har profiteret meget på det grundlæggende arbejde med svampen i flere ph.d.-projekter ved IGN gennem de senere år.

Udvælgelsen af de bedste træer til fremtidig frøproduktion

Udvælgelsen af træer til den nye frøplantage er baseret på fire trin: 1) udvælgelse af gode juletræstyper i kulturer, 2) DNA-analyser af slægtskab, 3) test af modtagelighed for *Neonectria* og 4) Samlet vægtning af egenskaber og høst af podede træer af de træer, der skal indgå i den nye frøplantage (figur 1).

1) Udvælgelse af gode juletræstyper i kulturer

Der blev udvalgt en række særligt gode juletræstyper, der viste god symmetri og høj kvalitet, en opret grenvinkel og stor tæthed (Figur 2).

Der er udvalgt jævnt på arealet sådan, at det altid er de bedste træer, der vælges sammenlignet med nabotræerne, se f.eks. på Lindenberg (Figur 3 og 4). I alt er der i fire af bevoksningerne udvalgt 674 individer ud af 21.000 mulige træer - alle de valgte er i kategorien primatræer. At der kun er regnet med træer fra fire bevoksninger (og ikke fem som oprindeligt planlagt) forklares nedenfor. Selvom nogle træer havde perfekt form blev de kasseret, hvis der var tegn på røde nåle eller andre deklasserende skader.

FORSTPLANT

Det bredeste sortiment af planter til juletræer og pyntegrønt. Naturligvis til konkurrencedygtige priser.

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



Figur 2. Fotos af udvalgte træer, Vistoft – rigtig gode typer.



◀ Figur 3. Udvalg på Lindenberg – inddeling i blokke. I alt blev de 176 bedste ud af ca. 9.500 træer på arealet valgt som kandidater, og deres forældre blev identificeret. De 9 bedste af de 176 indgår i den nye frøplantage.

▼ Figur 4. Lindenberg forår 2014. Poul Elgaard og skovfoged Jacob Ellemann fra Lindenberg gods betragter plustræ-kandidater udvalgt i juletræsstørrelse.





2) DNA-analyser af slægtskab

Som beskrevet er der gennem en længerevarende indsats udviklet en ny type af DNA-markører (af typen SNP), der blev brugt til at identificere forældrekombinationen for hvert af de udvalgte gode juletræer i bevoksningerne. Nåleprøver fra alle disse træer er blevet analyseret sammen med vores partnere i USA, og det er lykkedes at identificere forældrene til 97 % af de udvalgte træer i 4 af bevoksningerne, men noget overraskende ikke til træerne fra Gisselfeld. Konklusionen er, at bevoksningen på Gisselfeld formentlig er en anden proveniens end oprindeligt antaget.

3) Test af modtagelighed for *Neonectria*

Alle de udvalgte træer er testet i smitteforsøg i laboratoriet. Afklippede grene blev inficeret med svampen og efter tre uger sås særdeles tydelige forskelle (Figur 5). Nogle var helt uskadede, mens hele årsskuddet var slået ihjel på andre grene. Ligesom i nordmannsgran (Jing 2018) kunne der konstateres en meget høj grad af arvelighed i modtagelighed af *Neonectria*; et resultat, der taler for at udelade de mest følsomme.

4) Samlet vægtning af egenskaber og høst af podekviste

I februar 2018 var alle informationer til stede og slægtskabet klarlagt og det endelige valg af de bedste træer skulle foretages. Fokus blev lagt på juletræskvalitet, men med supplerende vægt på både opret grenvinkel og stor tæthed i træet (mange internodiegrene). De mest *Neonectria*-følsomme plustræskandidater blev forlods sorteret fra. De udvalgte træer kunne nu beskrives både ud fra egen formåen (den enkelte plustræskandidat) og deres 'families' egenskaber (= forældretræernes), hvilket giver den bedst mulige baggrund for selektionen.

Yderligere blev klonerne vurderet ud fra gamle data om hyppighed af røde nåle. Ingen af de udvalgte var blandt de følsomme. Man kunne så vælge de bedste af de gamle kloner og pode en ny frøplantage. Dette er undladt, da mange af træerne i FP.623 er over 100 år gamle, hvor podning ikke er så nemt mere. Der har også været et ønske om at forny FP.623-puljen i et generationsskifte og tage de fordele, der følger af dette. Der er langt flere træer at vælge imellem – nemlig de 21.000, som

blev til 674, og tillige et ungt materiale, der netop har juletræsstørrelse og som nemt podes.

Nogle forældrekombinationer var stærkt overrepræsenterede blandt de udvalgte 674 plustræskandidater, og da der ved stor beslægtethed er risiko for indavlsdepression, blev der højst udvalgt 6 træer/afkom fra hver forældreklon i FP. 623. Dog er der næppe grund til stor bekymring for indavlsproblemer, for ganske interessant var to af de bedste udvalgte plustræer selvbestøvere – dvs. at mor og far er én og samme forældreklon.

Og så var det bare om at komme ud i den sidste del af vinteren i marts 2018 og få høstet kviste til podning. Kviste i hvile, der kan nå at gro sammen med deres grundstamme, inden de selv springer ud (figur 3).

Etablering af 2. generationsfrøplantage med fokus på juletræer

Med de opstillede krav blev der udvalgt 45 plustræer ud af de 674 kandidater til en ny frøplantage og disse er afkom fra i alt 26 ud af de gamle og oprindelige 100 forældrekloner i FP.623. De valgte plustræer er fra 2003-høsten, og er derfor nu 15 år fra frø. Når de har vokset på deres grundstammer i ca. 8-10 år har de en alder, hvor nobilis normalt blomstrer villigt. De 10 år er også den tid, der normalt skal til for, at der er nok "krop" på de podede frøplantage træer til, at der både er kogler og pollen. En første kommerciel høst kan dog forekomme tidligere, hvis der kommer et rigtig godt frøår.

Baseret på estimer for arvelighed (tabel 1) og de udvalgte træers formåen i forhold til gennemsnittet af alle træer skønnes det, at der opnås en gevinst på ca. 16 % i juletræskvalitet, og ca. 16 % i forbedret grenvinkel, dvs. mere opadstræbende grene. For farve og tæthed er der mindre forbedringer på 4-5 %, mens vækstkraften er uændret set i forhold til en almindelig kultur med FP.623 (tabel 1).

Generationsskifte og fremtidig forædling

Ud over de 45 træer, der er valgt til den nye frøplantage for juletræer, er der yderligere valgt materiale, så der i alt er 90



Figur 5. Smitteforsøg viste der forskellighed i graden af smitte. Tv. ses gren med kraftige skader af *Neonectria* efter inficering. I midten ses gren med skader på inficeret topskud - ses umiddelbart som nåletab. Th. ses inficeret gren kun med sporadisk skade.

kloner podet i foråret 2018. Disse kloner kan blive grundstammen i næste generation af nobilisforædlingen, og dermed være med til i fremtiden at sikre nye gevinster fra denne vigtige genetiske pulje. Klonerne i FP.623 er udvalgt i begyndelsen af 1960'erne af Hedeselskabets daværende skovtræforædling – og for flere træers vedkommende rækker de helt tilbage til nogle af de første importere af nobilis i 1890'erne. Ting tager tid, og disse langsigtede tiltag er helt centrale for senere at kunne høste gevinsterne.

Tak til

Projektet er finansieret via Landbrugsstyrelsens Grønt Udviklings- og DemonstrationsProgram – projekt nr. 34009-13-0611, årene 2013-2018, se <https://www.christmastree.dk/om/>

[projekter/nobeuro.aspx](#), samt egenfinansiering fra projektpartnerne HedeDanmark, Danske Juletræer og IGN, Københavns Universitet. Danske Juletræer ved Claus Jerram Christensen har været projektleder.

En særlig tak til Foreningen Plan-Danmark, der har muliggjort udviklingen af de nye DNA-markører.

Hedeselskabet har givet støtte til ekstra målinger af juletræskvalitet og ikke mindst test af modtagelighed for svampen *Neonectria neomacrospora*.

Stor tak til vores amerikanske samarbejdspartnere – Kurt Lamour fra University of Tennessee og Ross Whetten fra North Carolina State University – uden hvis bidrag dette ikke ville have været

muligt, og som begge har arbejdet gratis på projektet. Endelig takkes forsøgsværterne for deres velvillighed i forbindelse med udvalg, mærkning af træer og høst af podeskviste.

Citeret litteratur

- Christensen, C.J.; Pedersen, L.B.; Just, J.; Fredslund, H.; Elgaard, P.; Nielsen, U.B. og Hansen, O.K. 2014.** Bedre nobilis juletræer – nyt projekt. Nåledrys 87: 60–64.
- Hansen, O.K. & Cuenca, A. (2008)** Er dansk nobilis deprimeret? Nåledrys 64: 32–37.
- Hansen, O.K. & McKinney, L.V. (2010).** Etablering af feltforsøg i juletræsbevoksninger via DNA-markører-hvilket plantemateriale klarer sig bedst på din mark? Nåledrys 71: 11–16.
- Klausen, K., Nielsen, U.B. og Landgren, C. 2019.** Nobilis juletræer – tilklippet EU-markedet. Nåledrys 107:48–53.
- Landgren C., Nielsen U.B., Chastagner G.A. 2017.** Comparison of noble fir progeny from US Pacific Northwest collection regions and Denmark for Christmas tree traits. Scandinavian Journal of Forest Research. Doi:10.1080/0/02827581.2017.1280077
- Nielsen, U.B. 2003.** Valg af proveniens til produktion af nobilis juletræer? Nåledrys 45: 36–39.
- Xu, J. 2018.** Genetics of susceptibility to *Neonectria neomacrospora* and Christmas tree traits in *Abies* sp. Ph.d. afhandling – Københavns Universitet. 📄

Tabel 1. Juletræsscore, farve, grenvinkel, tæthed og højder opgjort for de fire bevoksninger og for de udvalgte træer. Arveligheden (h^2) er estimeret ud fra de 674 udvalgte træer – og den beskriver, i hvor høj grad egenskaben er genetisk bestemt og kan overføres til næste generation – mellem 0 og 1 – jo større tal jo mere arvelig. Gevinsten ved udvalg af 45 træer til en ny frøkilde er angivet i procent for de anvendte skalaer og for højden i cm.

Egenskab		h^2	Middel af bevoksning	Middel Top 45	Gevinst i %
Juletræsscore år 15	score 1-9	0,13	3,70	8,2	16
Højde år 16	cm	0,23	284	283	0
Nålefarve	score 1-5	0,38	3,30	3,69	4
Grenvinkel	score 1-3	0,37	2,00	2,89	16
Træets tæthed	score 1-5	0,12	2,50	3,60	5