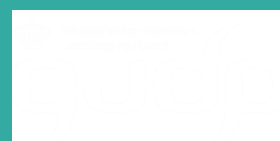

SLUTRAPPORT
GUDP-projekt 2016-2021

**Vegetativ formering af eliteplanter til
økonomisk og økologisk bæredygtig
produktion af juletræer.**



22. FEBRUAR 2020

Af Ulrik Bräuner Nielsen
Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning,
KU



Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram

Projektet, som er beskrevet i denne rapport, er støttet af Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram, GUDP, som er en erhvervsstøtteordning under Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.

GUDP giver tilskud til projekter, der understøtter grøn og bæredygtig omstilling af fødevarerhvervet, og programmet dækker hele værdikæden fra primærproduktion til forarbejdningsindustri og afsætningsled.

Det er GUDP's ministerudpegede bestyrelse, som beslutter, hvilke projekter der skal modtage tilskud. Bestyrelsen betjenes af GUDP-sekretariatet i Landbrugsstyrelsen.

GUDP-sekretariatet i Landbrugsstyrelsen

Nyrupsgade 30, 1780 København V

Augustenborg Slot 3, 6440 Augustenborg | Tlf.+45 33 95 80 00

Mail: gudp@lbst.dk

Web: www.gudp.dk

Denne slutrapport er godkendt af GUDP, men det er alene rapportens forfatter/projektlederen, som er ansvarlige for indholdet. Rapporten må citeres med kildeangivelse.

SLUTRAPPORT

Vegetativ formering af eliteplanter til økonomisk og økologisk bæredygtig produktion af juletræer

FAKTA OM PROJEKTET

- Projektperiode: 1-7-2016 til 30-9-2021
- Projektdeltagere: Københavns Universitet - Institut for geovidenskab og naturforvaltning, Grøn Jul Aps, Jiffy International A/S, Hansen Skovplant, Upgraders Energi Aps, Tyltagergaard I/S, Geil og Berner A/S, Kirstinebjerg A/S. Sune Graae Norsker juli 2016 til juni 2017.
- Bevilling fra GUDP: 7.272.123 kr. Forbrugt 6.932.801 kr.
- Projektleder: 1-7-2016 til 2-12-2016 Jens Ivar Findt, fra 1.1.2017 Ulrik Bräuner Nielsen

FORMÅL

Formålet med projektet er at udvikle kloner af arterne nordmannsgran og bornmüllergran og demonstrere deres potentiale til juletræsproduktion. Klonerne fremstilles ved hjælp af vævskultur. Mere specifikt er målet, 1) at forbedre laboratorie og planteskoleteknik som grundlag for produktion i kommerciel målestok, 2) at etablere nye kloner og udvælge de bedste til juletræsproduktion, og 3) at demonstrere klonernes formåen, samt 4) at etablere kommerciel virksomhed til klonproduktion.

PROJEKTETS RELEVANS

Juletræer er en økonomisk vigtig produktion i dansk skovbrug med en årlig produktion på 10-12 mio. nordmannsgran juletræer og et europæisk marked på ca. 50 mio. træer. Projektet retter sig imod markedet for småplanter til juletræer, der er på 17 og 70 mio. planter i hhv. Danmark og Europa. Et marked der i høj grad er baseret på frøformeret materiale med stor variation. Plantemateriale af ensartet og høj kvalitet vil reducere produktionsomkostningerne væsentligt. Højere udbytte vil øge indtjeningen og reducere brugen af kunstgødning og kemi. Udvalgelse af planter med naturlig modstandskraft imod insekter og svampe kan yderligere reducere kemisk bekæmpelse. Ved hjælp af kloning er det muligt at 'fastholde' et træs genetiske sammensætning – sådan, at man i høj grad får et ensartet udtryk og fastholder kombinationen af ønskede egenskaber. Vævskultur (somatisk embryogenese) er den eneste effektive metode til kloning (vegetativ formering) af nordmannsgran. En dansk metode er udviklet over en årrække, og er nu så velfungerende, at den kan anvendes i kommerciel målestok:

Teknikken baseres på vævskultur, hvor nye planter dyrkes på et kunstigt medium af næringsstoffer og plantehormoner (somatisk embryogenese). En ny klon startes fra et frø, hvorfra en cellekultur initieres, opformeres, nye klonende kim (kopier af det oprindelige frøkim) dannes, modnes, spires, nyetablerede

planter dyrkes sterilt under LED lys, og omplantes derefter til tørvejord (også LED lys) og sendes derefter videre til planteskolen. Herved opnår man, at 'kopiere' det oprindelige kim til i princippet det antal man ønsker sig. Og man opnår derved et genetisk ensartet materiale. De initierede cellekulturer fryse-lagres i flydende kvælstof og de klonede planter sættes i afprøvning i juletræskulturer. De bedste kloner identificeres ud fra målinger i sammenlignende forsøg, når juletræsstørrelse nås efter 6-11 år. Herefter kan de bedste kloner 'tøse op' til kommerciel planteproduktion – og det ønskede antal planter produceres.

HOVEDRESULTATER

Laboratorieteknikken er forbedret på en række punkter, der har øget antallet af succesfulde planter væsentligt. Teknikken baseres på en lang kæde af trin, der i høj grad er indbyrdes afhængige og hvor optimering af et trin påvirker de efterfølgende positivt.

Baseret på 4 forsøg anlagt i efteråret 2014-15 med knap 400 kloner, er der udpeget 20 kloner – som har et kommercielt potentiale.

Der er etableret forsøg med 219 nye kloner af nordmannsgran og 55 af bornmüllergran. Udgangspunktet for disse kloner er nøje udvalgt frø baseret på omfattende forsøg og afprøvninger, og erfaringer fra 30 års forædling.

Der er en naturlig lang responstid på effekterne af projektet – som følge af den relativt lange produktions-tid af juletræer, samt at nyt plantemateriale er 3 år undervejs fra bestilling til levering. Analyser af nålefarve og nåleskader relateret til næringsstofmangel viser stor genetisk variation, og dermed også mulighed for udvalg af materiale med forventet mindre behov for gødskning, eller mere direkte rettet gødskning til den enkelte klon. Øget udbytte mindsker behovet for hjælpepestoffer – færre 'spildtræer' og dermed med mindre arealkrav.

Ud fra antagelsen om, at ingen vil dyrke et grimt insektresistent træ, er undersøgelsen af insektresistens i nordmannsgran delt i to trin: 1) Udvalg for optimal juletræskvalitet og 2) screening for insektresistens. De bedste kloner mht. juletræskvalitet er identificeret ud fra målingerne i 2020/21, og der er i sommeren 2020 (forsøgsmæssigt) og i 2021 på 36 top-kloner taget stiklinger til brug i smitteforsøg. Klonerne vil blive testet for luseresistens i særskilte smitte-forsøg i et overlap mellem dette projekt og et nyt GUDP projekt "FRIJUL – Sprøjtefri juletræer" (J.nr. 34009-20-1656).

Arten bornmüllergran har en naturlig resistens mod ædelgranlus og har dermed et stort potentiale i en sprøjtefri produktion.

PROJEKTFORLØB OG ERFARINGER

Ansøger og første projektleders død kort efter opstart har givet et stort afbræk i projektet og dets kontinuitet og forlænget projektet med et år, men kun resulteret i mindre projektændringer.

Den anvendte kloningsmetode baseres på frøkim, der kunstigt opformerer i det ønskede antal. Kloningen er i princippet en kopimaskine – og derfor er udgangspunktet desto mere vigtigt. Først efter en afprøvning i forsøg (6-10 år) kan det afgøres om frøet giver ophav til en god klon. Jo bedre udgangsmateriale jo større er chancen for at identificere en god klon. I projektperioden er der sideløbende akkumuleret en række erfaringer om forskellige frøkilders egnethed, der har dokumenteret det genetiske

udgangsmateriales store betydning. Dette har bevirket, at der i projektet i højere grad er fokuseret på udgangsmateriale end oprindelig planlagt – både i selve udvalget, men også i frembringelse af denne information.

KONKLUSION OG PERSPEKTIVERING

Projektet har peget på en række kommercielt interessante kloner – der i juletræsdyrkingen vil give et langt mere ensartet materiale og forventet højere udbytte end de 'vildformer' (direkte importeret materiale), der i dag anvendes. Der er endvidere etableret forsøg med ca. 275 nye kloner. Vævskulturmetoden er justeret og optimeret i laboratoriefasen, og pottetyper demonstreret, der vil lette kommerciel produktion. Et spinn-off firma med sigte på kommerciel klonproduktion er etableret.

Juletræer har en 8-11 årig produktionstid i marken. Juletræer er jo et meget traditionsbundet produkt, men ikke desto mindre er det europæiske marked for naturtræer under et mildt pres fra plastiktræer, og der har i de seneste 5 år været faldende priser pga. stort udbud. Endvidere er det blevet vanskeligere at finde egnet arbejdskraft og øgede krav til det færdige produkt har intensiveret produktionen. Dette har i høj grad skærpet konkurrencen mellem producenterne, også på europæisk plan, og øget interessen for et bedre plantemateriale. Et plantemateriale, hvor der efterspørges større ensartethed og mindre behov for korrigerende arbejde som vækstregulering og formning.

Som markedet er nu, kan dette opnås af to veje: 1) I form af frø fra forbedrede frøkilder, der for fleres vedkommende er væsentlig bedre end direkte importeret materiale og 2) Kloner, hvor der især for de visuelle træk tydeligt kan opnås meget stor ensartethed.

I projektets 2021 forsøg er der plantet både kloner og frøplanter fra udvalgt top-materiale fra det danske forædlingsarbejde – dette vil på sigt frembringe et datagrundlag til nærmere vurdering af ensartethed og egnethed.

Pris på selve planten og hvor høj grad af ensartethed producenterne og deres kunder efterspørger, vil formentlig afgøre, hvor stor en markedsandel klonerne vil tage. Klonede planter i kommercielle mængder ventes på markedet om 2 år.

FORMIDLING

Morten Sune Lindegaard Nielsen et al_2017. Bornmulleriana viser potentiale som alternativ til nordmannsgran. Nåledrys 102: 12-17.

Jing XU, Ulrik B. NIELSEN, Ole K. HANSEN 2018: Ad hoc breeding of *Abies bornmülleriana* for Christmas tree production using a combination of DNA markers and quantitative genetics—a case study. *Tree Genetics & Genomes*, Vol. 14, No. 5, 64, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11295-018-1276-7>

Nielsen, U.B, Xu, J. and Hansen, O.K. 2018. Superior ideotypes for Christmas tree production – combining quantitative genetic tools, molecular markers and improved somatic embryogenesis methods. *Proceedings of the 5th International Conference of the IUFRO Working Party 2-09.02 Somatic embryogenesis and Other Vegetative Propagation Technologies*. <https://www.iufro.org/fileadmin/material/publications/proceedings-archive/20902-coimbra18.pdf>

Patent: METHOD FOR GROWING SOMATIC EMBRYOS OF CONIFERS INTO TREES. https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2019007854&tab=PCTBIBLIO&_cid=P12-KV7VP1-60063-1

Valdiani A, Hansen OK, Johannsen VK, Nielsen UB 2019: An efficient bioreactor platform for scaling up the proliferation of Nordmann fir's (*Abies nordmanniana*) somatic embryos. International Journal of Science Technology. <https://doi.org/10.1007/s13762-019-02556-4>

Valdiani A, Hansen OK, Nielsen UB, et al 2019: Bioreactor-based advances in plant tissue and cell culture: challenges and prospects. Critic Rev Biotech 39(1):20-34.

<https://doi.org/10.1080/07388551.2018.1489788>

Dowse TR 2021. Anlægsrapporter feltforsøg: I alt 8 stk. Arbejdsnotater.

Afsluttende markvandring i klonforsøg på Lundbygaard (v. Vordingborg) og hos Chr. Westh (v. Holstebro) hhv. 4. og 6. oktober 2021. Arrangeret i samarbejde med og annonceret via brancheorganisationen Danske Juletræer, med deltagelse af repræsentanter fra firmaet TECHTREE, der orienterede om de kommercielle muligheder. IGN fremviste resultater fra forsøgene og demoparceller blev besigtiget. Deltagere: juletræsdyrkere, herunder centrale planteskoler og flere store producenter.

Film om forsøgene – produceret af projektpartner Grøn Jul. Link:

<https://www.youtube.com/watch?v=Vyr79yd35GQ>



Demonstrationsparceller og forsøg med kloner - Ry: Forrest til venstre del af 2021 plantning og bagerst 2020 plantning, Forrest til højre del af 2019 plantning og bagerst til højre 2014 plantning. Alle plantninger med god overlevelse og vækst.



Klon 2.217 (alias 0.740) er blandt de kommercielt interessante – her 6 træer på stribe. Rettigheder til klonen er udlejet til spinn-out firmaet TECHTREE – med sigte på kommerciel produktion.

Læs mere om GUDP's projekter på www.gudp.dk

