

## Somatisk embryogenes - en ny metod att föröka barrträd

*Håkan Mo, SLU\*, Mats Hannerz, SkogForsk, Sara von Arnold, SLU\*,  
och Karl-Anders Högberg, SkogForsk*



Olika steg i förökningsmetoden somatisk embryogenes. Foto: Håkan Mo

- Somatisk embryogenes är en ny metod för vegetativ förökning.
- Ett obegränsat antal nya embryon kan framställas från ett enda frö eller, på sikt, från ett barr eller en knopp.
- Somatiska embryon kan fryslagras under lång tid till låg kostnad.
- Idag arbetar forskare och skogsföretag över hela världen med att göra metoden användbar i skogsbruket.
- SkogForsk och SLU har inlett ett projekt för att anpassa metoden till praktisk tillämpning för gran.
- Metoden kan bli ett viktigt hjälpmedel i skogsträdsförädlingen.
- Ytterligare forskning behövs för att bl. a. öka andelen somatiska embryon som bildar plantor.
- I ett framtidsscenario förses somatiska embryon av de allra bästa klonerna med ett konstgjort fröskal, så att de kan sås som vanliga frön.

\*Avd. för skogsträdens cellbiologi, Inst. för skogsgenetik.

## Så här fungerar somatisk embryogenes

Varje cell i en växt kan i princip växa ut till en ny planta. Detta utnyttjas i metoden genom att celler i fröembryon stimuleras att bilda nya embryon, somatiska embryon, som alla har samma egenskaper som utgångsmaterialet.

Till skillnad från somatiska embryon är fröembryon, zygotiska embryon, bildade genom sexuell förökning. Varje fröembryo har en unik kombination av arvsanlag och därför delvis okända egenskaper.

- Ur ett granfrö plockas fröembryot ut och läggs i näringslösning.
- Cellerna i fröembryot (den bruna delen) stimuleras med växthormoner (auxin och cytokinin) att bilda somatiska embryon (de ljusa, trådformiga strukturerna).
- De somatiska embryona bildar snart en koloni. Kolonin, som innehåller tusentals embryon, fördubblar sin volym varje månad.
- De somatiska embryona stimuleras att mogna genom behandling med hormonet abskisinsyra. De utvecklas då till ett stadium motsvarande ett moget fröembryo.
- De mogna somatiska embryona gror ut till plantor.
- Efter två månaders tillväxt visade plantor från somatiska embryon (röda) och från frön (vita) ingen skillnad i höjdtillväxt vare sig absolut eller relativ.
- En blommande gran utvecklad från ett somatiskt embryo. Granen har vuxit 5 säsonger i odlingskammare och 3 år i fält.

Foto: Håkan Mo

### Somatisk embryogenes växer i världen ...

Sedan metoden utvecklades för barrträd har den snabbt spritt sig. Idag arbetar många forskargrupper med att anpassa somatisk embryogenes till praktisk tillämpning.

I fältförsök testas plantor av en rad gran-, tall- och lärkarter som är framställda med metoden. Antalet arter som visat sig möjliga att föröka med metoden ökar stadigt.

Några stora företag som driver utvecklingsprojekt är nordamerikanska Weyerhaeuser, främst med douglasgran (*Pseudotsuga menziesii*) och gran (*Picea abies*), och Westvaco, främst med "loblolly pine" (*Pinus taeda*). Dessa tre arter

finns representerade i fältförsök med några tusentals plantor var. I Kanada driver 13C Research och Silvagen plantproduktion av "interior spruce" (*Picea glauca x engelmanni*) från somatisk embryogenes. Företaget planterar redan ut stora mängder plantor och beräknar att inom 3 år ha 1,2 miljoner plantor i fält. På Nya Zeeland arbetar Forest Research Institute med radiatall (*Pinus radiata*) och har ett fältförsök med ca 6 000 plantor.

### ...men metoden "uppfanns" i Sverige

Möjligheten att göra somatiska embryon från barrträd upptäcktes i Uppsala på 1980-talet. Granplantor

framställda 1988 växer nu i fält, och dessa är de äldsta plantorna i världen förökade med metoden. Utvecklingen av somatisk embryogenes drivs av en forskargrupp vid SLU i Uppsala. En viktig uppgift är att kontrollera hur plantorna beter sig i fält. Från kontrollerade korsningar av gran produceras nu plantor via somatisk embryogenes. I samarbete med SkogForsk kommer deras egenskaper att jämföras med fröplantor från samma korsningar. Om testerna faller väl ut kan metoden sedan utnyttjas i skogsträdförädlingen och för massförökning av värdefulla genotyper.

## Effektivare förädling - snabbare utnyttjande av förädlingsframstegen

### Idag ...

Skogsträdsförädlingen utgår från plusträd valda i skogen. Avkommor från plusträden testas i fältförsök, och efter avslutad testning väljs de bästa träden ut som föräldrar till nästa förädlingsgeneration. Mellan de utvalda föräldrarna görs kontrollerade korsningar, och fröplantor från de nya helsyskonfamiljerna testas i korttidsförsök. För gran görs sen en sticklingförökning av de bästa plantorna i korttidsförsöket. Sticklingarna planteras ut i fältförsök, där de enskilda klonernas egenskaper testas. Sedan görs ett förnyat urval, och förädlingen drivs vidare i nya generationer mot en allt högre förädlingsvinst.

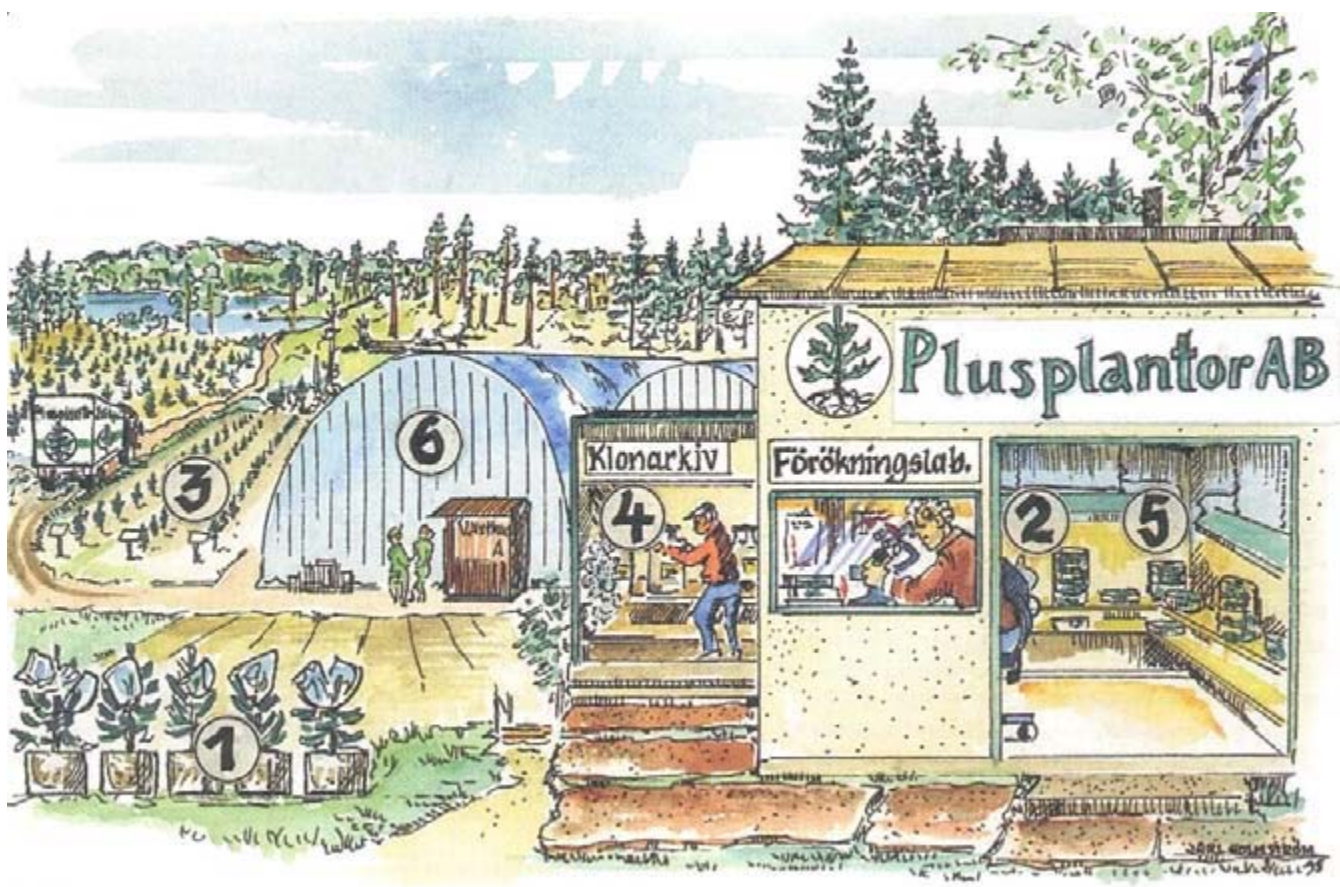
Förädlad material kommer skogsbruket till godo framför allt via frö

från fröplantager. Tiden från urval av kloner till en plantage fram till dess att frö är tillgängligt för skogsbruket kan vara 15-20 år, och därför utnyttjas inte de senaste förädlingsframstegen fullt ut. Klon-skogsbruk med gransticklingar är en metod där förädlingsvinsten kan utnyttjas snabbare. För att kunna ge tillräckligt många kopior av varje klon måste materialet skalas upp i flera omförökningar. Medan klonerna testas i fält måste de sparas i utrymmeskrävande klonarkiv. Dessutom åldras arkivplantorna, vilket bl.a. försämrar rottningsförmågan.

### ... och i morgon

Med somatisk embryogenes kan man komma förbi tids-, lagrings- och åldrandeproblemen. Frön från

de kontrollerade korsningarna kan direkt förökas till ett stort antal plantor per frö, vilket innebär en tidsvinst för förädlingen. Under testtiden fryslagras de somatiska embryona till låg kostnad, och efter urvalet väljs de bästa klonerna ut och förökas till ett stort antal kopior på kort tid. För att metoden ska fungera för *förädling* krävs att i princip samtliga frön kan förökas via somatisk embryogenes. För *massförökning* är inte detta krav lika starkt. Somatisk embryogenes skulle på sikt kunna minska behovet av fröplantager, men den största potentialen ligger troligen i förökning av de bästa klonerna för ett intensivskogsbruk.



Teckning: Jarl Holmström.

Effektivare förädling och massförökning. Utvalda föräldrar korsas för en ny förädlingsgeneration (1). Fröna förökas via somatisk embryogenes (2) till plantor för fälttestning (3). Under testtiden fryslagras klonerna som somatiska embryon (4). Efter avslutad testning görs ett urval av de bästa klonerna. Dessa kan sen massförökas ur det fryslagrade materialet i laboratorium (5) och i växthus (6).

## Frysförvaring

En stor fördel med somatiska embryon är att de kan lagras under lång tid i flytande kväve (-196° C). Vid SLU fryser man rutinmässigt ner alla gran- och tallkloner. Denna s.k. *kryopreservering* av somatiska embryon innebär stora fördelar framför dagens klonarkiv. I en behållare med flytande kväve kan tusentals kloner lagras per kvadratmeter. När som helst kan ett prov tas ut för

plantframställning. Metoden är billig och säker, då den inte kräver någon strömtillförsel. Med den här lagringsmetoden är man oberoende av klimat och skadegörare, som kan ställa till problem i frilandsarkiv. Kryopreservering kan också användas för att bygga upp genbanker.

Kryopreservering.



Foto: Håkan Mo

## Konstgjorda frön

Plantor från somatiska embryon framställs idag i laboratorium för att sedan omskolas till växthusmiljö. Om embryona däremot ska sås direkt krävs ett konstgjort frö, både för att skydda det känsliga embryot och för att ge det en liten "matsäck". Matsäcken ska motsvara frövitans i ett vanligt frö. En intensiv utveckling pågår, och på många platser i världen kan man nu gro konstgjorda frön med somatiska embryon för olika skogsträd.

## Automatiserad odling

Om embryoframställningen automatiseras med odling i vätskefyllda kärl, s.k. bioreaktorer, kan kostna-

den för plantorna troligen minska avsevärt. Idag odlas celler i bioreaktorer för produktion av bl.a. mediciner. Embryoförökning i bioreaktorer görs med framgång i flera länder, om än bara i forskningsskala.

## Förökning av vuxna träd?

Idag framställs somatiska embryon från ung vävnad som fröembryon eller groddplantor. Stora vinster kan uppnås om även äldre träd kan förnygras med metoden. Kloner som visat sig överlägsna i uppvuxna fältförsök kan då förökas och utnyttjas i skogsbruket. Försök med somatisk embryogenes på mogen vävnad pågår på många håll i världen.

## Metoden måste testas

För att tekniken ska nå praktisk tillämpning krävs att plantorna är noggrant testade. Förökningsmetoden som sådan får inte ge upphov till några störningar eller till okontrollerad selektion. Hittills visar erfarenheten att plantor framställda med somatisk embryogenes beter sig som vanliga fröplantor. Man har inte sett någon selektion för tillväxtrytm eller för hårdighet. Innan man kan betrakta metoden som säker krävs dock längre erfarenhet, med stora plantmaterial studerade i fältförsök.

### Somatic embryogenesis, a method for large scale propagation of conifers

Somatic embryogenesis is a non-sexual propagation process where somatic cells differentiate somatic embryos. Somatic embryos originating from the same donor plant are genetically identical.

In conifers, somatic embryogenesis and plant regeneration were first reported in *Picea abies*. The development of somatic embryogenesis in conifers has showed much progress since then. The number of coniferous species from which plant regeneration via somatic embryogenesis has been successful is continuously increasing. Today there is no reason to believe that there are any species from which somatic embryos cannot be obtained.

Evidence is accumulating which suggests that using somatic embryos for clonal propagation is a viable option. The technique is readily available for propagation from juvenile material, although it needs to be adapted for large scale propagation.

If we want to use somatic embryos for practical purposes it is important to test the material and make sure that the regenerated plants grow in a predictable way. There are now large field trials of a number of conifer species comparing plants derived from somatic embryos with seedlings.

**Keywords:** Cryopreservation, *Picea abies*, Somatic embryogenesis, Tree breeding.

### Litteratur

- Högberg, K.-A., Eriksson, U. & Werner, M. 1995. Vegetativ förökning och klonskogsbruk - med tonvikt på gran. SkogForsk, Redogörelse nr 2. 38 s.
- Jain, S.M., Gupta, P.K. & Newton, R.J. 1995. Somatic embryogenesis in woody plants. Vol 3 - Gymnosperms. Kluwer Academic Publishers.
- Mo, H. 1993. Somatic embryogenesis in Norway spruce (*Picea abies*). Institutionen för skogsgenetik, SLU. Rapporter och Uppsatser 49. Doktorsavhandling.
- Wilhelmsson, L., von Arnold, S., Eriksson, U., Mo H. 1992. Förökningsteknik för bra genetik. Skog & Forskning nr 1: 14-26.

©SkogForsk  
Glunten  
751 83 UPPSALA  
Tel: 018-18 85 00  
Fax: 018-18 86 00  
ISSN: 1103-4173  
[skogforsk@skogforsk.se](mailto:skogforsk@skogforsk.se)  
<http://www.skoaforsk.se/>



**Ämnesord:** Gran, kryopreservering, skogsträdsförädling, somatisk embryogenes,  
**Layout:** Ewa Löfstrand  
**Redaktör:** Gunilla Frumerie  
**Ansvarig utgivare:** Jan Fryk  
**Tryck:** Tryckeri AB Primo, Oskarshamn  
**Upplaga:** 3 000 ex. Dec. 1995  
Återgivande endast efter skriftlig överenskommelse med SkogForsk.