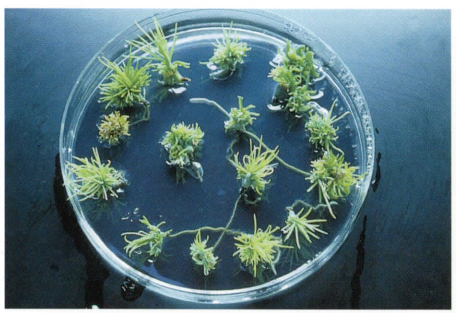


Mikroförökning av contortatall

- Contortatall kan förökas vegetativt på laboratorium.
- I fält växer de mikroförökade plantorna lika bra som fröplantor.
- Preliminära försök att anpassa metoden för vanlig tall har inletts.



Vegetativ förökning innebär att en moderplanta förökas till genetiskt identiska planter som då sägs utgöra en klon. Möjligheterna till vegetativ förökning av skogsträd innebär stora fördelar både vid det långsiktiga förädlingsarbetet och vid massförökning av det förädlade materialet.

Vedartade växter, speciellt barrträd, är generellt sett svårare att sticklingsföröka än örtartade växter, beroende på att rotningförmågan är sämre. Dessutom avtar rotningförmågan hos skotten ju äldre träden blir. Det innebär att när trädet börjar uppvisa önskvärda egenskaper är det för gammalt för att förökas vegetativt. För praktiskt utnyttjande av sticklingsförökningsmetoden i skogsbruket uppstår också problem förknippade med att antalet skott som kan erhållas från en individ begränsar hur många planter som kan framställas.

Mikroförökning

För att kringgå problemen med traditionell sticklingsförökning har nya metoder utvecklats. De senaste 10–15 åren har cell- och vävnadsodlingstekniker förbättrats allt mer. Denna mikroförökning innebär att vävnadsdelar odlas i provrör under sterila förhållanden på laboratorium.

För att stimulera utvecklingen av skott tillförs växthormoner. Tre olika mikroförökningsmetoder har utvecklats: 1) stimulering av redan

befintliga sidoknoppar att utvecklas till skott, 2) framställning av **adventivskott** (se faktaruta) från **adventivknoppar** framkallade på konstgjord väg och 3) framställning av **somatiska embryon**. De två första metoderna baserar sig på att knoppar stimuleras att utvecklas till skott. Dessa skott rotas sedan på liknande sätt som vanliga sticklingar.

Förökning genom redan befintliga knoppar fungerar bäst på lövträd och används t.ex. för att föröka björk, poppel och eukalyptus. Adventivskottmetoden används kommersiellt i Nya Zeeland för massförökning av radiatatal (*Pinus radiata*). Somatisk embryogenes är den mikroförökningsmetod som kanske har den största potentialen att utvecklas till ett värdefullt redskap inom skogsbruket. Metoden är ännu relativt ny och har hittills varit mest framgångsrik för arter tillhörande släktet *Picea*.

För *Pinus*-arter är idag adventivskottmetoden den mest lovande. Generellt gäller att barrträd ännu så länge bara kan mikroförökas från ungt utgångsmaterial (fröembryon eller groddplanter).

En metod att föröka contortatal

Vid institutionen för skogsgenetik har vi utarbetat en metod för mikroförökning av contortatal (*Pinus contorta*) via adventivskott (fig. 1). Vi valde att anpassa en metod som ursprungligen utvecklades för gran (*Picea abies*).

Av de nyisolerade embryon som ges en behandling med växthormonet **cytokinin** bildar ca. 90% adventivknoppar och efter två månader är de helt täckta av knoppar (fig. 1B). Alla knoppar utvecklas dock inte till riktiga skott som kan isoleras och rotas. Ljuskvaliteten och odlingsmediets näringsammansättning är faktorer som påverkar processen. I medeltal anläggs drygt tio skott per embryo, men så många som ett femtiotal har observerats.

Fem månader efter cytokininbehandlingen kan skotten isoleras (fig. 1D) och behandlas med växthormonet **auxin**. Från och med detta steg behöver man inte längre arbeta under sterila förhållanden. Två månader efter auxinbehandlingen har ca 70% av adventivskotten utvecklat rötter. Storleken på adventivskotten påverkar inte rotningförmågan, men de bör vara åtminstone 1 cm långa för att kunna hanteras praktiskt.

Adventivplantornas storlek varierar både mellan och inom klonerna (fig. 1E). Storleken har betydelse för överlevnaden efter plantering i kruka. Större adventivplantor, som har utvecklat en stam, växer lika bra som fröplantor redan under den första tillväxtperioden. De mindre, som saknar stam, växer inte alls under denna period.

Under den andra tillväxtperioden har adventivplantorna samma relativa tillväxthastighet som fröplantor. Men adventivplantorna är mindre

Liten ordlista

Adventivknopp, en knopp som bildats någon annanstans på en växt än i de stamspetsar och bladveck där de normalt utvecklas.

Adventivrot, en rot som utvecklats från ett annat ställe än embryots rotanlag.

Adventivplanta, en planta som utvecklats från ett adventivskott.

Adventivskott, ett skott som utvecklats från en adventivknopp.

Auxin, en typ av växthormon. En viktig effekt av auxin är att den stimulerar adventivrotbildning. För att stimulera rotanläggning på stam-

men hos sticklingar och adventivskott används oftast det syntetiska auxinet indol-3- smörsyra (IBA).

Cytokinin, en typ av växthormon. Det stimulerar bl.a. bildning av knoppar. För att stimulera anläggning av adventivknoppar används ofta benzyladenin (BA), men ett flertal olika cytokininer med samma effekt är kända. Cytokininer har i regel en hämmande effekt på bildandet av adventivrötter.

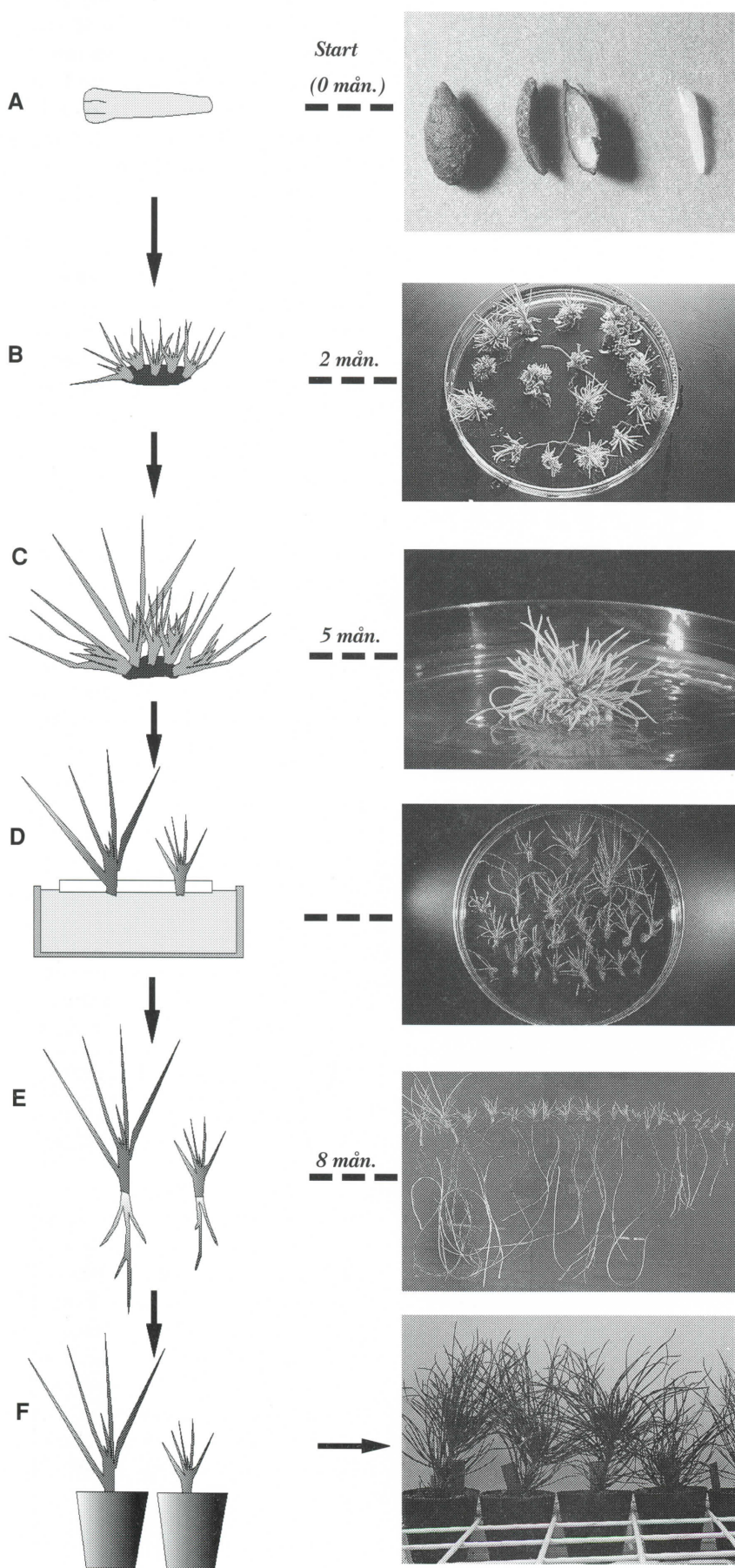
Klon, en grupp planter som framställts genom könlös (vegetativ) förökning och därför är genetiskt identiska.

Plagiotropism, ett lutande till horisontellt växtsätt, som inte är önskvärt hos skogsträd.

Somatiskt embryo, ett embryo som utvecklats från andra celler än köns-celler. Genom att stimulera somatiska celler att genomgå embryogenes (somatisk embryogenes) är det möjligt att framställa ett mycket stort antal embryon från en liten bit växtvävnad. Dessa embryon kan sedan odlas vidare så att de utvecklas till planter.

FAKTARUTA

Figur 1. Så här mikroförökas contortatall via adventivskott



A. Frönas yta steriliseras och embryona tas fram. De behandlas med cytokinin och placeras på näringsrika odlingsmedier i petriskålar.

B. Efter 2 månader har adventivknoppar bildats på embryona. Fotografiet visar en petriskål med 15 embryon.

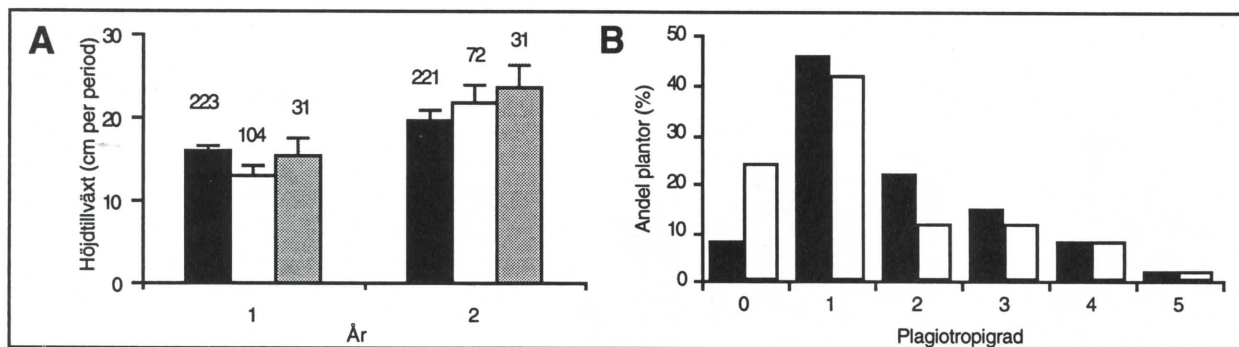
C. Fem månader från starten har adventivknoppar utvecklats till adventivskott. Fotografiet visar en närbild av ett embryo med adventivskott som är färdiga att isoleras.

D. Isolerade adventivskott överförs till flytande näringsmedium och behandlas med auxin, för att stimulera rotbildning. Fotografiet visar nyisolerade adventivskott från ett och samma embryo.

E. Två månader efter auxinbehandlingen har 70% av adventivskotten bildat rötter. Fotografiet visar adventivplantor från ett och samma embryo.

F. Adventivplantorna planteras i krukor. Fotografiet visar plantor som vuxit två tillväxtperioder i odlingskammare.

Omslagsbilden: Plantor framställda med denna metod växer normalt i fält.



FIGUR 2. A. Höjdtillväxt (medelvärde + 95% konfidensintervall, provstorlek ovanför staplar) hos adventivplantor (■ respektive □) och fröplantor (□) under två år i fält. B. Plagiotropism hos 220 st. adventivplantor odlade två tillväxtperioder i odlingskammare (■) och ett år i fält (□). Skalan visar växtsättet med 15° intervall, där 0 innebär ett upprätt växtsätt och 5 ett krypande.

vid starten och blir därför kortare. För att kunna jämföra tillväxthastigheten mellan adventivplantor och fröplantor är det därför lämpligt att använda sig av den relativa tillväxten.

Mikroförökad contortatall i fält

Adventivplantor som odlats två tillväxtperioder i odlingskammare flyttades ut i fält vid SkogForsk i Ekebo. Under de två första åren i fält uppvisade adventivplantorna en höjdtillväxt som liknade fröplantornas (fig. 2 A). Efter ett år i fält uppvisade de flesta adventivplantorna ett normalt utseende (omslagsbilden), trots att en lutande tillväxt, **plagiotropi**, fanns hos en något större andel av dem än hos fröplantorna (35% jämfört med 10%). Det är dock fullt möjligt att sortera bort de plagiotropiska adventivplantorna redan innan de planteras ut i fält (fig. 2 B).

Vanlig tall svårare att föröka

Vår grupp arbetar för närvarande med att anpassa adventivskottmetoden från contortatallen för mikroförökning av vanligt tall (*Pinus sylvestris*).

När embryon från tall behandlades och odlades på samma sätt som de från contortatall bildades nästa inga adventivknoppar. Cytokininbehandlingen och näringsmediets samman-

sättning ändrades och nu fungerar knoppinduceringen så pass väl att ca 90% av embryona bildar ett stort antal adventivknoppar. Antalet utvecklade adventivskott som kan rotas är dock fortfarande betydligt lägre än för contortatall.

Vi gör försök för att optimera odlingsförhållandena under skottutvecklingen. Dagslängden, temperaturen och näringsmediets sammansättning är några faktorer vi laborerar med. Den metod som har utvecklats för contortatall kan användas för alla hittills testade frökällor. När det gäller tall är variationen dock mycket stor mellan frökällorna, vilket innebär att flera metoder måste utarbetas för denna art.

När adventivskott av tall i preliminära försök gavs samma auxinbehandling som är optimal för contortatall utvecklade endast 5% av adventivskotten rötter. Detta är den rottningsfrekvens som brukar anges för spontan rotning under sterila förhållanden. Auxinbehandlingen hade alltså i princip ingen stimulerande effekt på rotningen av adventivskott från tall. Auxin kan dock stimulera rotning hos tallsticklingar och det är angeläget att anpassa behandlingen till adventivskott.

Trots problemen är det redan nu möjligt att i liten skala framställa

adventivplantor av tall. Plantor som odlats ett år i odlingskammare växer normalt, vilket visar att det även bör vara möjligt att mikroföröka tall via adventivskott.

Litteratur

- Bajaj, Y.P.S. 1986. Biotechnology of tree improvement for rapid propagation and biomass energy production. In: Biotechnology in Agriculture and Forestry Vol. 1: Trees I (Bajaj ed.) Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, p.1-23.
- Flygh, G. 1994. Adventitious rooting, micropropagation and the growth in *Pinus contorta* and *Pinus sylvestris*. Avhandling, Rapport och Uppsatser 50, Inst. f. Skogsgenetik/SLU.
- Flygh, G., Grönroos, R. och von Arnold, S. 1993. Induction, rooting and growth capacity of adventitious shoots of *Pinus contorta*. *Can. J. For. Res.* 23:1907-1916.

FD Gunnar Flygh, docent Roland Grönroos och professor Sara von Arnold är forskare vid institutionen för skogsgenetik, SLU, Box 7027, 750 07 Uppsala. Tel. 018-67 10 00 vx.

Jägmästare Karl-Anders Högberg, är forskare vid SkogForsk, Ekebo, 268 90 Svalöv. Tel. 0418 - 44 21 13 vx.

Se också internetadresserna:
<http://www.sgen.slu.se/Skogsgenetik/>
<http://www.skogforsk.se/>