

RESULTAT

FRÅN SKOGFORSK NR. 13 2008



Bengt Andersson Tel. 090-203 33 58
bengt.andersson@skogforsk.se

Långt kvar till genteknik i skogen

Den nya biotekniken kan bli ett värdefullt hjälpmedel för skogsträdsförädlingen, men genteknik kan inte ersätta eller revolutionera dagens förädlingsarbete.

Under de senaste årtiondena har bioteknik och molekylärgenetik utvecklats dramatiskt. Vi lär oss allt mer om hur livsprocesser och egenskaper styrs och nedärvs. Men det kommer att dröja lång tid innan **genetiskt modifierade träd**, s.k. GM-träd, planteras ut i svenskt skogsbruk – om någonsin. Det beror framförallt på att de egenskaper vi är intresserade av i skogsbruket styrs av många olika gener. Det räcker inte med att ändra en eller ett par av dessa. Det kommer dessutom att krävas mycket långa testtider för att säkerställa att en ”ny” gen verkligen fungerar som det är tänkt – och att den inte påverkar andra egenskaper på ett önskat sätt.

Massförökning. Ett område där skogsbruket kan få stor nytta av bioteknik är nya sätt att göra genetiska kopior av bra träd. Här hoppas nu alla att tekniken för s.k. somatisk embryogenes ska effektiviseras, så att man i industriell

skala ska kunna tillverka många plantor av ett enda högförädlad frö.

Släktskap. Genetiska markörer från ett DNA-test kan användas för att fastställa släktskap mellan träd – det kan bli ett verktyg för att effektivisera förädlingen.


Egenskaper. Markörbaserat urval, där man med ett DNA-test direkt kan se om en planta har lovande egenskaper, kan kanske på lång sikt också bli en hjälp i förädlingen. Men det återstår mycket forskning innan detta kan bli verklighet.

Bilden ovan visar en kontrollerad korsning med pollen från en utvald fader. Klassisk förädling består av tre återkommande moment: **genetisk testning** av kandidat-träd, **urval** av de bästa träden, och **korsning** av dessa. I den nya generationen görs ny testning, nytt urval osv. För varje varv i förädlingscykeln ökar andelen genvarianter som ger önskvärda egenskaper.

Från forskning till tillämpning

Demonstration

FoU-start  Implementerat

 Bioteknik kan inte ersätta den traditionella förädlingen, men göra den effektivare.

Bengt Andersson

Genmodifiering – mycket avlägset för gran och tall

Vid genmodifiering stoppar man in en ny gen i en organism så att den får en helt ny eller starkt förändrad egenskap.

När man talar om genmodifierade grödor i jordbruket, har det hittills mest handlat om att man för in en gen som gör plantorna resistenta mot ogräsmedlet glyfosat. Det finns också plantor som genmodifierats så att de producerar egna insektsavkräckande substanser. ”Golden rice” är ett exempel på en gröda som gjorts nyttigare genom att den modifierats att producera vitamin A.

Många gener

Det är också teoretiskt möjligt att förändra egenskaper hos våra skogsträd med hjälp av genteknik, men då finns det en generell svårighet: Det vi vill ha i skogen är träd med hög odlings-säkerhet, hög tillväxt och bra kvalitet. Det här är egenskaper som var och en styrs av många olika gener och där varje gen bara ger ett litet bidrag. För att få någon påtaglig förändring av dessa egenskaper skulle man behöva tillföra ett helt batteri med gener, vilket förefaller mycket avlägset i dag – och dessutom ineffektivt jämfört med traditionell förädling, där fälttestning visar på den samlade effekten av många gener.

Långa testtider

Om forskarna i framtiden skulle hitta en gen eller ett genpaket som ger träden bättre egenskaper, så måste de genmodifierade träden testas i fält. Man måste kunna garantera att egenskapen är stabil, uthållig och dessutom inte påverkar andra egenskaper negativt. Det kommer också att krävas omfattande miljökonsekvensanalyser – vilka effekter på ekosystemen får de modifierade träden, kan de ”nya” generna sprida sig till omgivande skogar m.m. Allt detta kräver långa testtider – kanske handlar det om en hel omloppstid.

Tall och gran – sista grödan ut?

Tekniken för genmodifiering är högin-tressant forskningsmässigt. Men i praktisk odling är den i första hand intressant för jordbruks- och trädgårdsgöröror med kort (ettårig) omloppstid. Det finns i dag planteringar med modifierad poppel (insektsavkräckande) i Kina och på längre sikt kan tekniken komma till användning även för andra träd, men då först på sådana med mycket kort omloppstid – eukalyptus i tropikerna och kanske energiträd i Sverige?

Tall och gran har extremt långa omloppstider, de är förmodligen de organismer där genmodifiering kommer till praktisk användning allra sist.



En stor del av världens odlingar av sojabö-nor och majs sker i dag med genmodifierade sorter. Plantorna har försetts med en gen som gör att de tål ogräsmedlet glyfosat, vilket underlättar ogräsbekämpningen.

Foto: Soja: Bo Brännhage/N - Naturfotograferna.
Majs: Kent Larsson - Megapix

En vacker, frisk, växtlig tallskog. Det här är en effekt av många positiva genvarianter, som dessutom här har samverkat med miljön på ett lyckat sätt. Foto: Bo Göran Backström/SKOGENBild



Genetiska markörer – bra verktyg för faderskapstest men inte för prognos av egenskaper

Bestämning av fader- och släktskap

Genetiska markörer är ”fingeravtryck” i en individs genmönster, t.ex. små DNA-bitar. Markörer kan redan i dag användas för faderskapsbestämning i förädlingen. Det kan på sikt minska behovet av dyra, kontrollerade korsningar i förädlingsarbetet. Man kan i stället i efterhand ta reda på vem som är fader till en viss planta genom att se på dess markörer.

Markörer kan också användas som mått på släktskapet mellan träd och därmed förbättra möjligheterna att hålla en hög genetisk diversitet i förädlingsmaterialen. De kan också vara ett verktyg för att kartlägga korsningsmönstret i en fröplantage, t.ex. för att bedöma andelen främmande vildpollen i en fröskörd.

Markörbaserat urval

En forskningslinje i dag är att försöka ”gena” i förädlingsarbetet med hjälp av genetiska markörer. Något förenklat hoppas man hitta speciella markörer i träd som har önskvärda egenskaper, till exempel hög tillväxt, och som inte finns i mer långsamt växande träd. Då skulle

man redan på embryostadiet kunna avgöra om en ny trädindivid har ”rätt” markörer – och därmed kan växa bra.

Men det finns här en svårighet: En gen påverkar mer än en egenskap, och en egenskap påverkas av flera olika gener. Kopplingen mellan markörer och egenskaper blir därför svag – den kan bara förklara en liten del av egenskapen. Eftersom markörer dessutom oftast är just markörer och inte de verksamma generna, fungerar den bara inom en liten grupp träd som är släkt, inte för en hel population. I en annan släktgrupp kan det vara helt andra markörer som flaggar för egenskapen. Tillsvidare är metoden bara tillämpbar för vissa växtslag inom jordbruk och trädgård, inte för skogsträd.

I forskningen har man nu börjat arbeta med att få fram generella markörer, som fungerar för alla träd inom en hel art. Detta kan leda till att markörer så småningom kan användas för att välja ut lovande kandidater (förselektion) som sedan går vidare i fälttestning. På så sätt kan den genetiska vinsten ökas.



Undersökning av markörer på ett laboratorium vid UPSC, Umeå Plant Science Center. Arbetet där sker delvis som ett samarbete mellan UPSC och Skogforsk inom ramen för forskarskolan ”Skogsgenetik och förädling”. Foto: Kjell Olofsson

Bioteknik i massförökning kan bli ett klipp

Somatisk embryogenes (SE) är en vegetativ förökningsmetod. Från en enskild cell skapas nya embryon till träd. Träden från en ursprungscell bildar en klon eller en cellinje.

Enklast är det att börja med ett fröembryo och massföra det. Metoden ger i sig ingen genetisk vinst, men genom att testa kloner och sedan massföra (kopiera) de bästa från en lagrad cellkultur kan man göra en urvalsvinst.

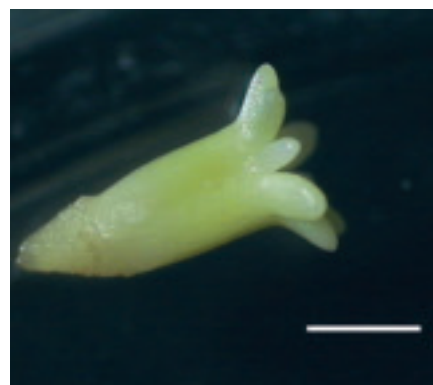
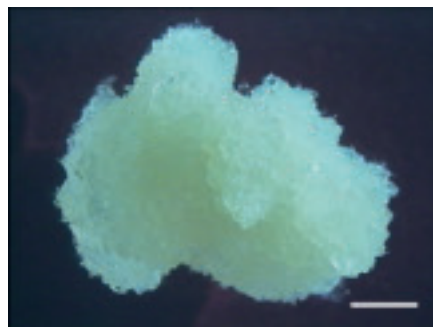
Fördelen jämfört med klontestning av sticklingförökad gran är att cellkulturen kan långtidslagras i ett frysskåp. En moderplanta till sticklingar hinner däremot åldras under testtiden och blir svår att föröka vidare.

SE kan också användas som en ren massförökningsmetod utan klontestning, där t.ex. högförädlad frö från kontrollerade korsningar uppförökas (jämför med s.k. bulksticklingar, där högförädlade granplantor förökas med sticklingsteknik).

Somatisk embryogenes är ännu inte tillräckligt utvecklad för praktisk tillämpning i Sverige. Det går i dag att skapa många kopior från ett embryo av gran (däremot inte av vår tall). Men kostnaden per planta är fortfarande mycket högre än det som skogsbruket i dag betalar för vanliga plantor.

Det pågår ett intensivt utvecklingsarbete runt om i världen, i Sverige bland annat vid utvecklingsföretaget SweTree Technologies i Umeå och på Skogforsk.

Om man lyckas effektivisera och industrialisera metoden och få ner kostnaderna per planta kan skogsbruket få ut genetisk bättre plantor snabbare än i dag. Fröplantagerna kan då ersättas med frö från kontrollerade korsningar i klonarkiven. Det skulle spara mycket pengar och vi skulle slippa problemet med bakgrundspollinering med oförädlad pollen. Dessutom slipper vi väntetiden mellan plantaganläggning och fröskörd, vilket ökar vinsten ytterligare.



Den övre bilden visar en embryogen kultur med ett stort antal förstadier till somatiska embryon (strecket är 3 mm).

Den undre bilden visar ett moget somatiskt embryo (strecket är 1 cm). Foto: Christine Devillard

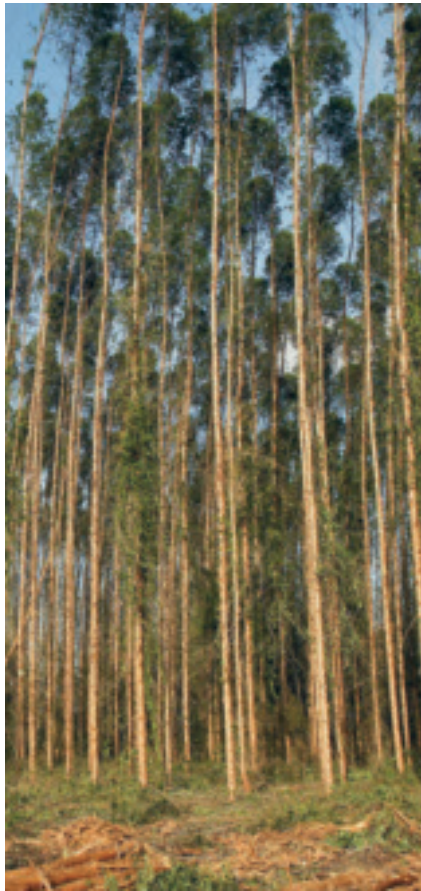
Klassisk förädling används i hela skogsvärlden

Nya biotekniska metoder har potential att effektivisera skogsträdsförädlingen, men de är ännu inte tillräckligt utvecklade för praktisk tillämpning.

Över hela världen arbetar man fortfarande enbart med klassisk förädling av skogsträd, med testning, urval och korsning på ungefär samma sätt som i det svenska förädlingsprogrammet. Det gäller såväl långsamväxande barrträd i Nordamerika, som snabbväxande eukalyptus i Brasilien. Det här är ett mycket effektivt sätt att hela tiden öka andelen genvarianter som förbättrar de önskvärda egenskaperna hos skogsträden.

Förädlingen utvecklas

Den traditionella förädlingen, som skapat dagens förädlingsvinster, har utvecklats mycket under de senaste årtiondena. Framförallt har nya statistiska/genetiska analysmetoder introducerats som gör det lättare att skilja ut vad som är en effekt av genetik och vad som beror på miljön i ett träds egenskaper. Det har gett ett allt effektivare förädlingsarbete, och det finns också en stor potential för fortsatt utveckling av den traditionella förädlingen. Sedan kan ny bioteknik och molekylärgenetik ge kompletterande hjälpmedel.



Sjuårig eukalyptus i Brasilien. Träden är 35 meter höga. Volymproduktionen per hektar har i genomsnitt stigit från ca 25 kubikmeter per år för 20 år sedan till runt 40 kubikmeter i dag. Ökningen beror på en kombination av klassisk förädling och bättre odlingsteknik – inte genteknik. Och ändå har man bara precis börjat ett långsiktigt förädlingsprogram.

English

Genetic modification a long way off in forestry

The latest biotechnology can be a useful tool in forest tree breeding, but techniques for genetic modification can neither replace nor revolutionize today's breeding work.

Biotechnology and molecular genetics have advanced dramatically in recent decades. We are learning a great deal more on how life processes and characteristics are governed and passed on in the genes. But it will be a long time before genetically modified trees (GM trees) will be planted out in Swedish forestry — if ever. That is largely because the properties of interest to forestry are governed by a whole host of genes. Modifying just one or two of these simply will not do. What's more, exceedingly long testing periods will be required not only to ensure that the "new" gene will perform in the way we want it to, but also that it will not have undesirable effects on other characteristics.

Mass propagation. One area in which biotechnology can greatly benefit forestry is in new ways of producing genetic copies of good trees. We are now anxious to see clear improvements in the effectiveness of somatic embryogenesis, making it possible to produce, on a commercial scale, multiple plantlets from a single, genetically improved seed.

Genetic relatedness. Genetic markers from a DNA test can be used to identify the relatedness between trees — may become a useful tool for improving the efficiency of tree breeding.

Properties. Marker-based selection, to determine directly whether a plantlet has promising properties might also prove to be useful in tree breeding in the long term. However, considerable research will need to be carried out before that could become a reality.

Keywords: Biotechnology; Genetic modification (GM); Forest tree breeding

Från forskning till tillämpning

Skogforsk, som bedriver den operationella växtförädlingen på skogsträd för Sverige, följer hela tiden utvecklingen av nya förädlingsmetoder. Vi har ett aktivt samarbete med universitet och förädlingsorganisationer runt om i världen. De svenska förädlingsprogrammen revideras kontinuerligt med avseende på nya forskningsframsteg och utvecklingsmöjligheter.

En uppgift är att se om det finns ny metodik som kan tas i bruk direkt eller som kan vidareutvecklas för förädlingen. Slutsatserna i detta Resultat sammanfattar en sådan genomgång som nyligen avslutats.

Vi går nu vidare i ett stort europeiskt samarbete, där Skogforsk tillsammans med 14 andra europeiska forskningsorganisationer startat forskningsprogrammet "NovelTree". Syftet är att identifiera nya förädlingsmetoder, testa och utveckla de mest lovande, och implementera dessa i den operativa förädlingen.

Bengt Andersson