Genteknologi og juletræer

Af Jens I. Find, Senior Scientist, Forest Research (New Zealand), Michel M. M. H. Kristensen, Forskningsadjunkt, Botanisk Have i København, Peter Krogstrup, Lektor og Afdelingsleder, Botanisk Have i København og Christian Walter, Science Manager, Forest Research (New Zealand).

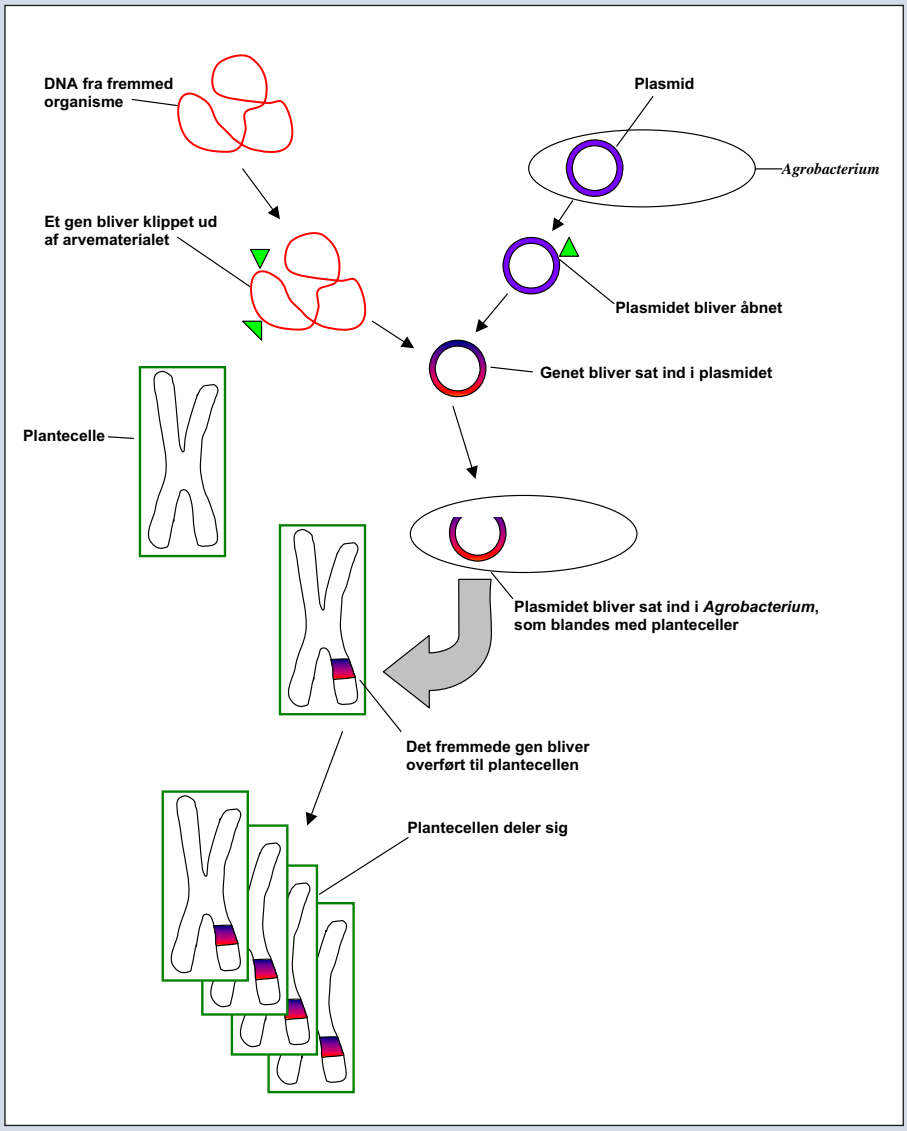
I Danmark og i resten af Europa er der en heftig diskussion om gensplejsning, og man er foreløbig meget tilbageholdende med at tillade brug af gensplejsede afgrøder i landbrugsproduktionen. Man kan derfor mene, at de danske juletræsproducenter bør holde sig langt væk fra disse kontroversielle metoder. Omvendt kan man se bioteknologi og herunder genteknologi som en videre udvikling af de kendte forædlingsmetoder. En udvikling som er både værdifuld og nødvendig for produktudvikling og bæredygtig planteproduktion i kommerciel målestok.
Der er to væsentlige fordele ved at bruge genteknologi i forædlingen af juletræer. En fordel er hastigheden, for man kan meget hurtigt opnå betydelige kvalitetsforbedringer af planterne ved at kombinere traditionel frøforædling med vegetativ formering og gensplejsning. Den anden fordel er, at man kan tilføre træerne egenskaber, som det ikke vil være muligt at forædle sig frem til ved traditionelle metoder alene.
I denne artikel beskrives udelukkende en række forhold omkring gensplejsning, mens nye metoder til vegetativ formering er beskrevet i den følgende artikel

Siden man begyndte at dyrke planter, har man vidst, at man kunne forbedre høstudbyttet ved at bruge frø fra de bedste planter som såsæd. I slutningen af det 18. århundrede fik man for første gang en fornemmelse af, hvordan de arvelige egenskaber nedarves. Gregor Mendel opdagede, at man kan beregne, hvordan en karakter som blomsterfarve vil blive nedarvet til næste generation. Hans resultater viste blandt andet, at planterne i hans forsøg havde to arvelige anlæg, gener, for denne karakter – et fra begge forældre. Det var dog først i 1950'erne, at man egentlig forstod, hvordan generne er opbygget.
Ved traditionel planteforædling blander man generne fra to planter og håber på, at det bedste fra begge kommer til udtryk i afkommet. Da man opdagede, at gener er lavet af DNA, fik man hurtigt en ny ide. I stedet for at blande to sæt gener, kunne man måske bare flytte et stykke DNA, svarende til et enkelt gen, fra en organisme til en anden. I stedet for at lave om på det hele, kunne man nøjes med at indsætte netop den egenskab, man var interesseret i.
Netop fordi gener grundlæggende er opbygget ens og fungerer på samme måde i alle dyr og planter, kan man flytte gener fra én planteart til en anden; eller endda fra et dyr til en plante.

Gensplejsning er således en videreudvikling af tidligere udviklede forædlingsteknikker, og de første gensplejsede planter blev fremstillet i starten af 1980'erne.

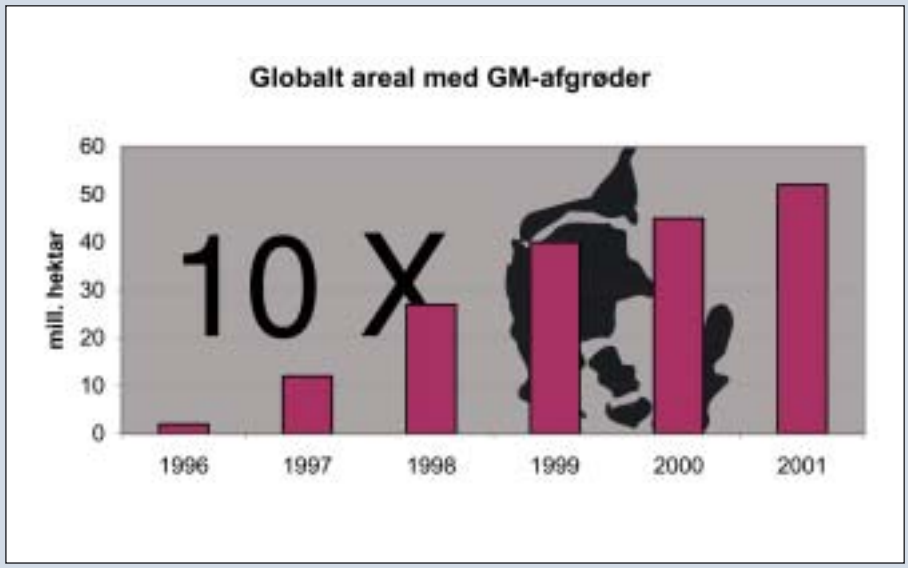
Landbruget

Fra debatten i de danske medier kan man få det fejlagtige indtryk, at gensplejsning stadig kun er på forsøgsplan, og at det vil



Princippet i gensplejsning, hvor der tilføjes arvemateriale fra en anden organisme.

vare mange år, før nogen tør lade disse planter komme i kommerciel produktion.
Virkeligheden ser imidlertid anderledes ud. Det samlede areal, som på verdensplan er tilplantet med gensplejsede afgrøder, er steget stærkt i de sidste 5 til 10 år. Arealet blev i 2001 anslået til ca. 500.000 km² eller ca. 10 gange større end det samlede areal af Danmark. De gensplejsede planter, som står på markerne i dag, kan kaldes 1. generation. Der er hovedsagelig tale om planter, der er gensplejset for at øge herbicid tolerancen og modstandsdygtigheden over for insekter.
I den næste generation af gensplejsede planter, som er på vej nu, er der tilføjet flere egenskaber. Det drejer sig for eksempel om øget vitaminindhold, ændret fedtsammensætning, modstandsdygtighed mod svampeangreb, fjernelse af stoffer der giver allergiske reaktioner og produktion af vacciner mod for eksempel leverbetændelse. Når denne generation er klar til udplantning, forventer man på verdensplan en endnu kraftigere stigning i brugen af gensplejsede afgrøder.
Gensplejsning af vore landbrugsafgrøder er altså allerede en realitet, og en lignende udvikling må man forvente inden for skovtræer.



På verdensplan blev arealet med gensplejsede afgrøder i 2001 anslået til ca. 500.000 km² eller 10 gange Danmarks areal.

Skovtræer

Gensplejsede skovtræer vil sandsynligvis komme i kommerciel produktion flere steder i løbet af en årrække, og der er allerede nu indsat fremmede gener i adskillige arter. Gensplejsning i skovbruget er beregnet til en intensiv plantagedrift eller "agroforestry". Formålet med disse plantager kan være tømmer, papirmasse, brænde, fiberskovbrug og i Danmark juletræer.
Foreløbig er der i skovbruget tale om gener svarende til 1. generation i landbruget, nemlig egenskaber som herbicid tolerance og modstandsdygtighed mod insekter. I USA har myndighederne modtaget ansøgninger om markforsøg for 138 typer af gensplejsede træer – 52 af disse inden for de sidste 2 år.
Gensplejsning af træer har været sværere end gensplejsning af de en- og toårige planter. Det har været muligt at gensplejse celler fra træer, men man har ikke haft metoder til at producere planter fra de gensplejsede celler. Det har ændret sig i det sidste årti, hvor det er blevet muligt at producere træer fra enkeltceller ved en teknik, som kaldes kunstig kimdannelse (somatisk embryogenese). Denne teknik bliver beskrevet i den næste artikel.
Denne teknik har åbnet for helt nye muligheder, fordi den også er en meget effektiv metode til vegetativ formering af træer. Man kan altså ikke bare producere èn plante fra en gensplejset celle, man kan producere et meget stort antal helt ens planter fra hver gensplejset celle.

For at forebygge spredningen af pollen fra genmodificerede planer, arbejder man på, at gøre dem han-sterile. De vil kunne danne frø, hvis de bliver bestøvet, men kan ikke selv danne pollen, som kan bestøve andre planter.

I takt med at denne formeringsteknik bliver bedre, vil der blive tekniske muligheder for gensplejsning af stadig flere af de økonomisk vigtige skovtræer.

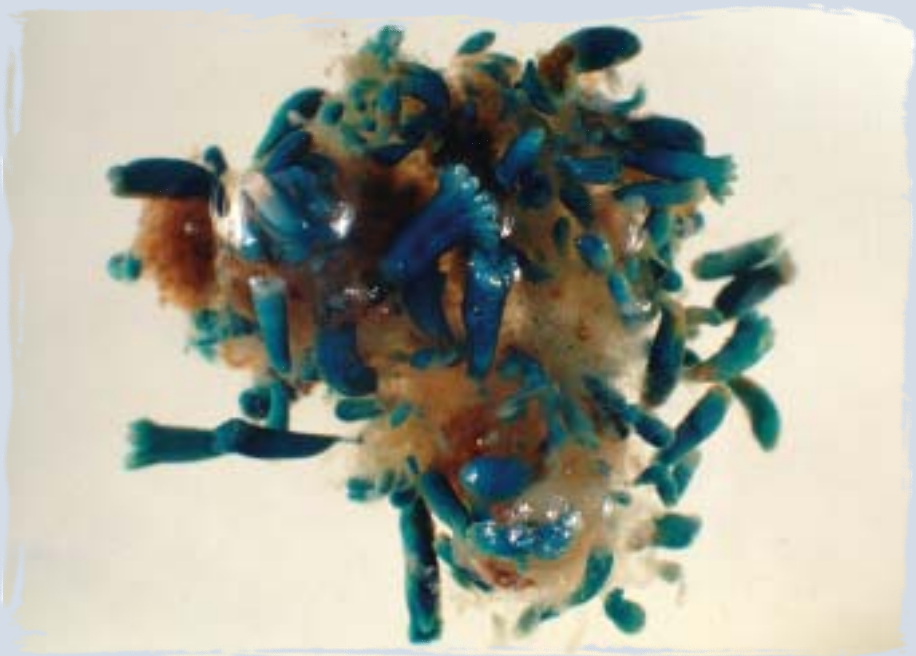
Blomstring

De fleste landbrugsafgrøder skal sås på marken, hvilket betyder, at man er nødt til at have frø. Samtidig er det for mange af disse afgrøder netop frøene, man høster. For at få frø, er man nødt til at lade de gensplejsede planter blomstre. Det er et problem, fordi pollen fra de gensplejsede planter kan spredes til nabomarker med ikke-gensplejsede planter eller til vildtvoksende slægtninge af den dyrkede art.
Blomstring af gensplejsede træer er unødvendig, og man vil helst helt undgå blomstring, for planterne kan man producere i laboratoriet ved vegetativ formering. Derefter overføres de til en planteskole, som gør dem klar til udplantning.
Det er allerede i dag muligt at indsætte et gen, som forhindrer dannelsen af pollen. Planterne kan godt sætte frø, hvis de bestøves af andre planter, men de er selv "hansterile". I øjeblikket bliver de første nåletræer af denne type dyrket i markforsøg for at undersøge om pollendannelsen er fuldstændig udelukket. Det er en meget vigtig egenskab, fordi man derved kan være sikker på, at pollen ikke spredes fra de gensplejsede træer, selvom de skulle blomstre.

Nordmannsgran juletræer

For nordmannsgran er der i Danmark blevet udviklet et velfungerende system til vegetativ formering ved somatisk embryogenese, og de første gensplejsede nordmannsgraner blev lavet allerede for 4 år siden. Det skete i et samarbejde mellem Celle & Vævslaboratoriet i Botanisk Have i København og Forest Research i New Zealand.

De gener, som dengang blev sat ind i nordmannsgran, har ikke nogen praktisk betydning for producenterne. Der var tale om gener, som skulle bruges til at vise, at det er muligt at gensplejse nordmannsgran. I dag vil det være teknisk muligt at indsætte gener, som er til gavn for både producenter og miljø. I første omgang vil det være egenskaber som modstandsdygtighed over for insektangreb og herbicider samt øget frostresistens. Andre værdifulde egenskaber som for eksempel nålefasthed, øget stress tolerance og antal grene pr. krans er til dels genetisk bestemt. Hvis man identificerer det gen, som eksempelvis giver nogle nordmannsgran en øget nålefasthed, kunne man bruge det til gensplejsning. Det betyder ikke noget, om genet findes i et i øvrigt ubrugeligt juletræ, for man kan flytte det over til celler fra et elitetræ.
I ovenstående eksempel bruger man gensplejsning til at flytte en egenskab inden for samme art. Det kunne man også gøre ved kontrolleret krydsning, men så fik man en lang række andre egenskaber med fra det måske ubrugelige træ, hvor anlægget for øget nålefasthed var fundet.
Problemet er, at vi ikke kender den genetiske baggrund for disse egenskaber. De egenskaber, som skaber et godt juletræ, er ikke de samme, som skaber gode træer til produktion af tømmer og papirmasse. De egenskaber, som er vigtigst for juletræsdyrkeren, har derfor ikke nogen interesse for skovbruget i de lande, hvor man for øjeblikket udvikler disse metoder. I Danmark bruges der ikke ressourcer på kortlægning af gener, som koder for værdifulde egenskaber.



Modne blå kim fra en gensplejset cellekultur fra et nåletræ. Det nye gen får cellerne til at producere et stof, der kan farves blåt, men genet har ingen praktisk betydning for cellerne eller planten. Faktisk er man nødt til at slå de små plantekim ihjel for at påvise den blå farve og dermed, at genet er aktivt. Man kan altså ikke lave blå juletræer med dette gen! Genet er alligevel meget brugt, fordi det illustrerer, at et fremmed gen er blevet indsat i cellernes kromosomer og er aktivt.

Eksempel

Man bliver stadig mere kritisk over for brugen af sprøjtemidler i land- og skovbrug. I fremtiden må man derfor forvente strengere restriktioner og forbud mod brug af mange af de sprøjtemidler, som bruges i juletræsproduktionen i dag.
Med de allerede eksisterende teknikker vil det være muligt at kombinere prima-træer med en egenskab som for eksempel modstandsdygtighed over for insektangreb. Det vil betyde, at man kan øge antallet af prima-træer betydeligt, og samtidigt undgå at bruge insektgifte i bevoksningerne

a) Frøformering
I dag sker forædling udelukkende ved frøformering. De bedste frø indsamles stadig fra naturlige bevoksninger i Kaukasus. Der arbejdes på at forbedre kvaliteten af frømaterialet. Det sker gennem udvælgelse af plustræer til fremtidig frøproduktion, men det tager lang tid. At forædle sig frem til en egenskab som modstandsdygtighed over for insektangreb er nok ikke mulig ad denne vej.

b) Vegetativ formering
En kombination af det forædlingsarbejde, som allerede foregår i Danmark, med vegetativ formering af de bedste provenienser, ville i løbet af en årrække give betydelige forbedringer af kvaliteten af juletræerne. Egentlig modstandsdygtighed over for insektangreb er det nok svært at opnå på denne måde, fordi det er svært at finde træer med denne egenskab.

c) Gensplejsning
På baggrund af vækst og udseende i etablerede markforsøg udvælges de absolut bedste cellelinier. Et gen, som producerer et stof, der er giftigt for insekter, indsættes ved gensplejsning. Efter fornyet markafprøvning, kan prima træer som ikke skal sprøjtes med insektgifte, produceres i stort antal til de dansk juletræsproducenter.
Der er fundet flere gener, som kan gøre træer modstandsdygtige over for insektangreb. De er ikke alle effektive over for de samme typer af insekter.

År 2002: Med gensplejsning kan man måske i fremtiden gøre nordmannsgran resistent overfor angreb af almindelig ædelgranlus, og på den måde spare sprøjtemidler.

Insektresistens

For at udvikle insektresistente nordmannsgraner kunne man bruge et gen, som findes i vintergækken. Genet koder for et stof,

lectin (galanthus nivalis agglutin), som kan udvindes fra knoldene af vintergæk, og stoffet har vist sig at være giftigt for insekter. Genet er isoleret fra vintergækkernes DNA, og det er tidligere med godt resultat blevet indbygget i andre plantearter som kartoffel, tobak og raps.

Genet, som måske kan gøre nordmannsgran modstandsdygtige over for insekter, er altså ikke et nyt eller fremmed gen i den danske natur. Det har hele tiden siddet i de vintergækker, vi dyrker i vores haver. Der har det siddet uden at genere andre end de insekter, som vil gnave i vintergækkens underjordiske knolde.

Der er ingen grund til, at alle celler i et træ producerer giftstoffet, når det kun skal bruges i et begrænset antal celler i de korte perioder om året, hvor insektangrebene er voldsomme. Selv om det fremmede gen sidder i alle celler i træet, kan man allerede i dag styre det, så det kun er aktivt, når det skal bruges, og kun der hvor det skal bruges.

En mulighed er, at genet kun aktiveres, når træet bliver såret, for eksempel når et insekt begynder at gnave. Insektgiften produceres altså kun i de celler, som skades af insekternes angreb.

En anden mulighed er, at genet aktiveres af et ufarligt stof som eksempelvis bor. Når alvorlige insektangreb er på vej, kan man sprøjte træerne med bor. Genet aktiveres og giftstoffet produceres i cellerne. Når den påførte bor efterhånden forsvinder, inaktiveres generne igen.

Et af målene er for øjeblikket at gøre teknikken endnu mere specifik, så generne kun aktiveres af særlige stoffer i skadelige insekters spyt. Derved vil træerne kun producere giftstoffet, når disse specielle insekter begynder at gnave. Andre insekter vil på den måde ikke blive skadet.

Risikovurdering

Der er lavet mange undersøgelser for at vurdere, hvilke ulemper der er forbundet med dyrkning af en- og toårige afgrøder, som er gensplejset. Resultaterne fra disse kan dog ikke overføres direkte til gensplejsede træer. Træer kan leve i mange år og udgør ofte et helt lille univers, hvor insekter og andre små dyr lever hele deres liv.

Teknikken er stadig ny for træer og der er stor usikkerhed over for disse metoder i befolkningen. Derfor er det nødvendigt med grundige vurderinger af effekten på den omgivende natur, før de gensplejsede træer kan bruges i kommerciel produktion.

For at analysere denne slags forhold er det nødvendigt at etablere egentlige markforsøg. I Danmark vil nordmannsgran være et ideelt modelsystem for undersøgelser af brugen af genmodificerede træer i intensivt skovbrug:

- Nordmannsgran er ikke en naturlig del af den danske flora og har ingen naturligt forekommende slægtninge i Danmark.
- Normalt vil en juletræsplantage blive afviklet i løbet af 10 år, og det betyder, at træerne ikke når at komme i blomst.
- Produktionen af juletræer og pyntegrønt er meget intensiv og foregår på klart afgrænsede områder, der løbende overvåges.

Risikoen for at gensplejset DNA spredes gennem pollen til den danske natur er derfor minimal.

> Hvis kloning er en kopimaskine, så er gensplejsning en forbedring af kopien.

Økonomi

Man kan spørge, om en juletræsproducent er villig til at betale de ekstra omkostninger, som er forbundet med at tilføje specifikke egenskaber til deres plantemateriale.

Vegetativt formerede elitetræer er dyrere end frøformerede træer, men som det fremgår af artiklen om vegetativ formering, kan den øgede købspris forsvares, fordi udbytteprocenten stiger væsentligt.

Ønsker man at forbedre de vegetativt formerede planter gennem gensplejsning, må man forvente, at prisen stiger yderligere. I bedste fald vil det tage op imod 10–15 år før de første gensplejsede nordmannsgraner vil kunne sælges i kommerciel målestok, og det er i sagens natur meget svært at forudse, hvad produktionsprisen bliver.

De væsentlige udgifter vil ikke være forbundet med at indsætte et fremmed gen i de cellekulturer af elitetræer, som bruges til vegetativ formering. Produktionen af planter er heller ikke forskellig i forhold til ikke-gensplejsede kulturer, så det er ikke i laboratoriet at det bliver dyrere. Det fordyrende led bliver afprøvning og især miljøgodkendelsen.

I nogle tilfælde vil brugen af gensplejsede planter sænke dyrkningsomkostningerne ved for eksempel at mindske brugen af sprøjtemidler. I andre tilfælde kan man øge udbytteprocenten, fordi antallet af frostskadede træer mindskes, eller ved at nålefastheden forbedres.

Med de eksisterende muligheder synes det dog at være begrænsningen af sprøjtemidler som er den umiddelbare fordel. Som det fremgår af artiklen "Små kulturer og planteværn i fremtiden" (H. Sivertsen, PS Nåledrys, nr. 39, 2002) kan det i fremtiden blive vanskeligt at få godkendt sprøjtemidler til en afgrøde som juletræer.

For danske juletræsproducenter kan det derfor blive meget svært at forene brugen af effektive sprøjtemidler med hensynet til miljøet, og det kan måske vise sig vanskeligt at fortsætte en rentabel produktion. De gensplejsede planter kan være den bedste måde til at løse dette problem, og så er det spørgsmålet, om man har råd til at afvise teknikken.

Grundlæggende kan man sige, at når man har valgt at dyrke juletræer har man bundet

År 2022: For 20 år siden var almindelig ædelgranlus en alvorlig skadevolder i nordmannsgran. Dengang bekæmpede man lusen med pesticider. Det er en skade, som vi ikke oplever mere, fordi nordmannsgranen med gensplejsning er blevet resistent overfor lusen.

sig til en række udgifter i en række år, indtil træerne bliver høstet. Allerede i dag har mange producenter desværre erfaret, hvor store og ekstra omkostninger et dårligt plantemateriale medfører. Når man har valgt at dyrke juletræer, så er valget af plantemateriale sammen med valget af areal de to vigtigste beslutninger de næste mange år. Her må den enkelte producent nøje afveje, hvor meget han er villig til at betale for kvaliteten i plantematerialet. Den vegetativt formerede og gensplejsede plante vil være dyrere end den normale frøformerede plante. Til gengæld vil man have en langt højere sikkerhed for, at planten udvikler sig som ønsket, når det er en vegetativt formeret plante. Her er der jo tale om en genetisk kopi, mens den frøformerede er et resultat af at blande generne fra faderen og moderen.

Forbrugerne

Forbrugernes reaktion på gensplejsede juletræer er selvfølgelig helt afgørende for juletræsproducenterne. Vil forbrugerne ikke købe disse træer, er der ikke noget formål med at producere dem; selv om de er af prima kvalitet og mere miljøvenlige.

Der er ingen grund til at tro, at forbrugerne i Europa har noget imod brugen af gensplejsning som sådan. En lang række af de vigtigste medicinpræparater produceres i dag ved hjælp af gensplejsede mikroorganismer. Det gælder for eksempel insulin, som bruges til behandling af sukkersyge. Forbrugerne har ikke haft nogen indvendinger imod denne brug af gensplejsning.

Modstanden mod gensplejsning retter sig først og fremmest mod fødevarer. Miljøorganisationerne har haft held til at give indtryk af, at gensplejsede fødevarer er "farlige". At det ikke er sandt, og at der måske i virkeligheden er brugt langt mindre sprøjtegift under produktionen, betyder mindre i denne sammenhæng; for hvem vil købe mad, som måske er farligt?

Når det drejer sig om produkter, som ikke skal spises, er indstillingen anderledes. Forbrugerne vil sandsynligvis være mere lydhøre over for, hvilke miljøfordele de gensplejsede træer kan indebære.

Man diskuterer i øjeblikket, om gensplejsede fødevarer skal mærkes, så forbrugerne selv kan vælge. Man kunne forestille sig, at man tilføjede en oplysning om, hvor stor en mængde sprøjtemidler, der var sparet ved brug af gensplejsning i forhold til konventionelt producerede produkter. For nordmannsgran kunne man påsætte en mærkat: Produceret helt uden brug af insekticider – gensplejset".

Der er altid fordele og ulemper ved nye teknikker. De tilbyder en løsning på nogle problemer, men skaber som regel nogle andre. Det gælder for udvikling af nye sprøjtemidler, for biologisk bekæmpelse af skadedyr og økologiske dyrkningsmetoder.

Forbrugerens reaktion på de gensplejsede træer er helt afgørende. Vil forbrugeren ikke købe disse træer, er der ikke noget formål med at producere dem.

Gensplejsning som forædlingsteknik er ikke anderledes på dette punkt.

Den offentlige debat om emnet har været og er meget sund, fordi den har fået laboratorier over hele verden til at lægge sig i selen for at løse de påpegede problemer. Mange af problemerne vil blive løst i de kommende år, og det er derfor synd, når udviklingen af disse teknikker er gået helt i stå i Danmark. De har nemlig potentialet til at gøre for eksempel juletræsdyrkning både økonomisk rentabel og miljømæssig bæredygtig.

Det anføres ofte som et stort problem, at teknikker til gensplejsning udvikles af store kapitalstærke virksomheder, som først og fremmest tænker på egen vinding. Teknikkerne til gensplejsning af nordmannsgran er udviklet i offentligt regi, og her er der faktisk en chance for at videnskabsmænd, miljømyndigheder og juletræsproducenter kan arbejde sammen og afprøve nye muligheder.

Yderligere læsning

Tema Rapport fra DMU nr. 23, 1998, Gensplejsede Planter, ISBN 87-7772-430-5.

Naturens verden, Julenummeret (2002), Rør blot ikke ved min gamle Jul – gensplejsede juletræer.

11 Holdninger til fremtidens afgrøder, Biotekcenter 2002, ISBN 87-988841-0-7.

TP FLISHUGGER

DANSK KVALITETSPRODUKT - DRIFTSIKKER
BETJENINGS- OG SERVICEVENLIG

TP FLISHUGGER programmet omfatter følgende:

	Model	Maks trædiameter
Have •	TP 100V*	100 mm
Park •	TP 150 PH*	150 mm
	TP 200 PH*	200 mm
	TP 250 PH	250 mm
Skov •	TP 760 VH	180 mm
	TP 960	250 mm
	TP 280	280 mm

* kan også leveres med egen motor på trailer.

LINDANA A·S
Ølholm Bygade 70 · DK-7160 Tørring Tlf. +45 75 80 52 00
Fax +45 75 80 54 11 · e-mail: tp@linddana.dk · www.linddana.dk