

Gensplejsning i klasseværelset

Danske gymnasieelever kan nu gensplejse planter i deres eget klasseværelse som et led i biologiundervisningen.

Danmark er dermed det første land i Europa, hvor dette er muligt.

Af Anna Haldrup

■ Efter en meget lang godkendelsesprocedure, er der i Danmark nu givet tilladelse til, at gymnasieelever selv kan gensplejse planter i deres eget klasseværelse.

Vi har på Plantebiokemisk Laboratorium ved Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole (KVL), sammen med Institut for Grundfag og Foreningen af Danske Biologer, fremstillet undervisningsmateriale til gymnasieklasser, hvor eleverne selv kan arbejde med gensplejsede (transgene) planter.

Forskningsinstitutioner fra andre lande som Sverige, Tyskland og USA er blevet inspireret af projektet, og forsøger nu at iværksætte lignende tiltag. Det har krævet meget benarbejde at være foregangsland. Men selvom vejen har været lang, har det vist sig, at netop fordi vi i Danmark har så streng kontrol med modificerede organismer, er det muligt at få godkendt et genetnologisk projekt. En anden vigtig grund til, at det har været muligt at få denne tilladelse igennem er, at de danske gymnasielærere er betydelig bedre uddannede end deres kollegaer i

mange andre lande. Derfor har myndighederne tillid til, at de kan håndtere alle de sikkerhedsforanstaltninger, som følger med tilladelsen.

Projektet tager form

Ideen til undervisningsmaterialet opstod i kølvandet på et efteruddannelseskursus for gymnasielærere på Fuglsøcenteret i 2001. Flere gymnasielærere efterlyste muligheden for at kunne supplere deres forsøg med gensplejsning af bakterier og gær med mere "spektakulære" forsøg med planter. Forsøg hvor eleverne med deres egne øjne tydeligt kan se, hvordan der ved gensplejsning kan introduceres en ny egenskab i en plante. Sådanne forsøg ville kunne dække elevernes interesse for fødevarer og danne basis for en faglig og etisk diskussion om gensplejsede fødevarer i almindelighed.

Lidt naivt gik jeg hjem til centerleder af Center for Molekylær Plantefysiologi (PlaCe), professor Birger Lindberg Møller, og forelagde ham ideen. Han var dog straks med på ideen, og helt konkret bevilligede han via grundforsknings-



Foto: Vagn Hansen

Gymnasieelever kan nu selv gensplejse planter i undervisningen.

centeret PlaCe de første 80.000 kr. som var nødvendigt for at udvikle konceptet.

Vi vidste på forhånd, at der var stor skepsis overfor gensplejsede planter i Danmark, og at projektet derfor ville blive genstand for en særdeles grundig risikovurdering inden en eventuel tilladelse ville blive givet.

Vi valgte at fokusere på to forsøg (se bokse). I det ene forsøg skal gymnasieeleverne selv gensplejse planten gæsemad (*Arabidopsis*) og efterfølgende teste, om planterne faktisk er blevet gensplejsede. Det andet forsøg går ud på at teste allerede

gensplejsede planter for, om de er resistente mod angreb af visse skadedyr. Begge forsøg er baseret på daglig forskning på KVL og suppleret med en bog, der indeholder baggrundsinformation samt udførlige manualer.

Risikovurdering

Skov- og Naturstyrelsen og Danmarks Miljøundersøgelser har udført risikoanalyser på vores materiale for at sikre, at det modificerede materiale ikke kommer ud i naturen. Der bliver ikke skelnet mellem gymnasier og store virksomheder i den forbindelse, så de transgene planter

Transformér planten gåsemad

Forsøget går ud på, at eleverne selv gensplejser – indsætter et gen – i planten gåsemad (se billede). Til at indføre genet i planten anvendes en almindelig jordbakterie, *Agrobacterium*, hvori der er indsat et udvælgelsesgen (selektionsgen) for kanamycin-resistens og et markørgen, der koder for β -glucuronidase (GUS). Derefter udvælger gymnasieeleverne de små grønne planter og ser, hvilke der er gensplejsede (se billedet til helt højre).

Ved dette meget simple og illustrative forsøg får eleverne kendskab til og afprøver selv de helt centrale elementer i gensplejsning.

Efterfølgende kan gensplejningsprocenten beregnes og bl.a. følgende diskuteres:

- Hvordan fungerer *Agrobacterium* i naturen?
- Hvordan spredes gener?
- Hvad er selektionsgener og hvordan fungerer de?
- Hvad er markørgener og hvordan fungerer de?



Fotos: Niels Busch, Lone Bruun og Anna Haldrup



Fotos: Jens Kvist Nielsen og Anna Haldrup

Kræsne lopper

Forsøget går ud på at vise, at det ved brug af gensplejsning er muligt at udvikle planter, der er resistente mod angreb af skadedyr. Eleverne viser gennem forsøget, at jordloppen, *Phyllotreta nemorum*, ikke er særlig villig til at æde planter, der indeholder naturstoffet dhurrin (se billede). Andre insekters ædelyst ændres derimod ikke af, om der er dhurrin til stede eller ej. Ved at introducere gener, der fører til dannelse af naturstoffet dhurrin i en plante, er det således muligt at forhindre, at denne plante spises af jordlopperne. De gener, der koder for produktion af dhurrin, er isoleret fra den afrikanske dhurra-plante og efterfølgende indsat i gåsemad.

Når eleverne med egne øjne har studeret jordloppernes adfærd og sammenlignet denne på gensplejsede og ikke-gensplejsede blade, kan der i klassen eller i rapportform bl.a. diskuteres følgende:

- Hvorfor er det kun visse insekter, der ikke vil æde dhurrinholdige planter?
- Hvad betyder co-evolution af insekter og planter for naturstoffers betydning som forsvar mod insektangreb?
- Hvad kan gensplejsning bruges til?
- Hvad er konsekvenserne for omgivelserne?

Konceptet blev gennemgået af Foreningen af Danske Biologer ved Claudia Girth-Diamba, inden det blev sendt til Arbejdstilsynet som bad Skov- og Naturstyrelsen om at udføre en risikoanalyse. Hertil beskrev vi også en biologisk risikovurdering, hvor alle anvendte bakterier, planter, kemikalier etc. var nøje beskrevet.





Foto: Anna Haldrup

Et undervisningskit er klar til udsendelse.

har været gennem den samme grundige risikovurdering som en hvilken som helst anden ny gensplejset plante fra en virksomhed.

På de gymnasier, der vil bruge materialet i undervisningen, skal der være mulighed for at aflåse et rum i forbindelse med biologilokalene, hvor de gensplejede planter opbevares og al plantemateriale skal desuden destrueres straks efter forsøgets afslutning.

Efterfølgende har der som led i godkendelsen af dette undervisningsmateriale i plantegentechnologi skullet formuleres en ny aftale mellem Arbejdstilsynet og Undervisningsministeriet om tilladelse til brug af gensplejede planter i gymnasiet og HF. For at arbejde med materialet er det en forudsætning, at den ansvarlige biologilærer har fulgt et efteruddannelseskursus i "eksperimentel genteknologi på KVL".

Inden den endelige godkendelse, som vi fik i sommeren 2004, var undervisningsmaterialet igennem et testforløb på fem gymnasier. Dette forløb var helt uundværligt og mandede bl.a. ud i en bedre og mere læsevenlig øvelsesvejledning. Undervejs har der også været debat i medierne om materialet. Vi er glædelig overraskede over, at den eneste negative kommentar kom fra miljøorganisationen NOAH,

der mente, at det er spild af tid at arbejde med genteknologi i gymnasiet, da gensplejsning alligevel aldrig bliver et vigtigt element i fremtiden! Men bortset fra det havde græsrodsbevægelsen ikke noget imod materialet. Generelt har alle været meget positive, da holdningen er, at det er vigtigt at give den yngre generation en bedre faglig indsigt i genteknologi.

Vejen til større almen viden

Forsøgene introducerer de unge for gensplejsning som teknik og redegør for muligheder og risici. Inden gymnasieeleverne begynder arbejdet i laboratoriet, får de en teoretisk viden om planter og naturstoffer, og de bliver undervist i gensplejsningsteknikker og laboratoriesikkerhed. De bliver informeret om gældende lovgivning og ikke mindst om de etiske aspekter ved anvendelse af bioteknologi

Ved at følge sikkerhedsregler i forbindelse med forsøgene og i det hele taget udvise almindelig omtanke, får lærere og elever en forståelse af den kerneproblematik, som gensplejsning af højere planter indebærer. Samtidig giver eksperimenterne i sig selv eleverne et levende indblik i genteknologiens verden. Eleverne får via håndtering i følge sikkerhedsvejledninger og forsøgsbe-

skrivelser en forståelse for begreber som risici i forbindelse med genspredning, hybriddannelse m.m., og får samtidig en ide om, hvordan risikoelementerne kan minimeres.

De tilbagemeldinger, vi har fået fra eleverne på de 5 testgymnasier fra testforløbene i efteråret 2003, viser, at en stor del af Frankenstein-spøgelset var forsvundet og erstattet af nysgerrighed og interesse for teknikken. Eleverne ser, at det, der foregår, når en plante gensplej ses, ikke er så mystisk. Samtidig finder de ud af, hvor svært det reelt er at gensplejse, for ofte får gymnasieeleverne kun nogle få gensplejede planter ud af deres projekt. Det har vist sig, at eleverne stiller et hav af spørgsmål, som fører dem langt længere ind i teknikkerne og problemstillingerne end der oprindeligt var lagt op til. De unge bliver dermed bedre kvalificeret i en debat om fremtidens brug af genteknologi. Mange får dermed også interesse for at vælge 3. årsgave inden for området.

De første erfaringer

Siden august 2004 er det nye materiale blevet udsendt til 12 gymnasieklasser landet over, og vi forventer, at erfaringerne med materialet på disse pionergymnasier vil være lige så positive som på de fem testgymnasier. Selvfølgelig håber vi på, at materialet vil få en større udbredelse fremover, men allerede med tolv gymnasier er vi nået bredt ud til et stort antal unge og får samtidig opdateret de involverede gymnasie læreres viden på området.

At vi overhovedet syntes det var værd at gå i gang med et så stort formidlingsprojekt var et ønske om at give den brede befolkning en bedre almenviden på området, og dermed opnå en bedre basis for en mere kvalificeret diskussion af hvad man kan og vil bruge gensplejsning til. De første erfaringer giver os begrundet håb om, at dette vil lykkes. Samtidig medvirker det til at opfylde vores ønske om at skabe større kontakt mellem forskningsverdenen og det omgivende samfund samt til at gøre unge mere interesserede i naturvidenskab. ■



Om forfatteren:

Anna Haldrup er lektor ved Plantebiokemisk Laboratorium Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole
Tlf.: 35 28 33 68
E-mail: anna@kvl.dk

Udover initiativtager lektor Anna Haldrup, er de involverede personer i selve materialets udformning lektor Claudia Girnth-Diamba, professor Birger Lindberg Møller, professor Henrik Vibe Scheller, lektor Søren Bak, lektor Jens Kvist Nielsen samt konsulent Lone Bruun.

Relevante links:

KVL udbyder et todages kursus (Praktisk plantetransformation):
Se mere på "Tjek på Bioteks" hjemmeside:
www.kursus.kvl.dk/tjekpaabiotek

Undervisningsministeriets hjemmeside:
<http://us.uvm.dk/gymnasie/almnen/nyheder/gymnyt2004.htm?menuid=150505>

Plantebiokemisk Laboratorium
www.plbio.kvl.dk/plbio

Artikler fra KVL's biologiske informationstjeneste,
Bioinfo, om genteknologi:
www.bioinfo.kvl.dk/nyhedsbreve/emnegenteknologi.htm

Biotik hjemmesiden
www.biotik.dk