

14.
årgang

GENialt

NR. 3/2005 BIOTEKNOLOGINEMNDA

Bioteknologinemnda



Genmodifiserte blomster

Inseminasjon for HIV-positive

Kan mennesker klekkes?

Patenter på genmodifiserte dyr



Mus med menneskehjerne

Lars Ødegård



Stamcelleforskning er i skuddet, og behandling med adulte stamceller har allerede gjennom flere tiår vært livgivende behandling for bl.a. enkelte kreft- og blodsykdommer. Fordi det råder etiske motforestillinger mot enkelte av stamcellekildene, letes det stadig etter nye metoder for å få tak i disse "morcellene" som kan gi kunnskap om sykdommers tilblivelse og utvikling – og kanskje revolusjonerende løsninger for behandling og skadereparasjon på enkeltceller, vev og hele organer. De adulte (voksne) stamcellene har trolig et mindre potensiale. De har allerede spesialisert seg, og det er vanskelig å få tak i det antall som trengs for effektiv behandling. Stamceller hentet fra befruktede egg har derimot ikke startet differensiering/spesialisering, og de representerer

derfor det ultimate "råmateriale" for å forstå cellenes forløp frem mot vev og organer, noe som igjen kan bidra til bedre behandling av mange og alvorlige degenerative sykdommer.

Ønsket om å finne løsningene har satt ny fart i debatten om endringer av dagens bioteknologilov her hjemme. Legeforeningen og Forskerforbundet har tatt til orde for å oppheve forbudet mot forskning på befruktede egg.

I denne debatten hører også spørsmålet om hva vi vil møte på veien frem mot løsningene og de ønskede medisinske kurene som den embryonale stamcelleforskningen kan komme til å gi oss. Vi snakker om teorier, ikke praktiske kunnskaper. Hvordan vil celler utviklet fra en embryonal stamcelle oppføre seg i menneskekroppen? Kommer de frem til det skadde

stedet i kroppen, og vil de anta en form som reparerer eller skader? Vil de føre til behandling eller nye kreftformer fordi cellene løper løpsk?

De aller fleste synes å være enige om at bruken av mennesker som forsøksobjekter for eksperimentell medisinsk behandling er etisk problematisk. Derfor må dyr brukes for å teste ut hvordan cellene oppfører seg, hvordan de best kan transporteres til rett sted i kroppen og hva som skjer når cellene forsøker å ta formen til det vevet de er ment å skulle erstatte. Til tross for stor genetisk likhet mellom dyr og mennesker, er likevel forskjellene for store til å kunne si om dyreceller vil oppføre seg som menneskeceller. Derfor må menneskets egne gener og celler settes inn i dyrene for at forskere skal få frem svar som vil gi

anvendbar medisinsk praksis.

En blanding av mennesker og dyr, bedre kjent som kimærer, finnes nå i forskningslaboratorier for å kunne gi oss de svar som stamcellene påstås å kunne representere for sykdomskunnskap og sykdomsbekjempelse. Dagens diskusjon om kimærer knyttes i hovedsak til dannelsen av individer ved å blande celler fra ulike arter på veldig tidlige utviklingsstadier. Blant annet har Irving Weissman ved Stanford-universitetet i California fått laget mus med hjerter inneholdende menneskelige nerveceller. På spørsmålet om han med dette begår vold mot naturen og sprenger tabuer som ikke nødvendigvis vil tjene menneskeheten, svarer han: *"Det vil være bioetikere, religiøse grupper og politikere, som vil forsøke å stanse*

GENi alt

NR. 3/2005 – 14. årgang

Redaksjonen avsluttet
25. november 2005

Ansvarlig redaktør:
Sissel Rogne

Redaktør: Casper Linnestad

Redaksjonsmedarbeider:
Grethe S. Foss

Utgiver: Bioteknologinemnda

Opplag: 8 000

Geni alt utkommer fire ganger i
året og sendes gratis til alle
interesserte.

Postadr.: Postboks 522 Sentrum,
0105 OSLO

Besøksadr.: Prinsensgt. 18, Oslo

Internett: <http://www.bion.no>

E-post: bion@bion.no

Grafisk produksjon:
Spekter Reklamebyrå AS
www.spekter.com

Bioteknologinemnda er et
frittstående, regjeringsoppnevnt
organ og ble første gang opp-
nevnt i 1991. Nemnda er hjemlet
i Lov om humanmedisinsk bruk
av bioteknologi m.m. og Lov om
fremstilling og bruk av genmodifi-
serte organismer. Foruten å være
rådgivende i saker som angår bruk
av bio- og genteknologi i relasjon
til mennesker, dyr, planter og
mikroorganismer, skal nemnda
bidra til opplysning og debatt.

I sine vurderinger skal nemnda
spesielt vektlegge de etiske og
samfunnsmessige konsekvenser
ved bruk av moderne bioteknologi.

Bioteknologinemnda har 21
medlemmer og observatører fra
seks departementer. Bioteknologi-
nemndas sekretariat er lokalisert
i Oslo sentrum. Bioteknologi-
nemnda har et budsjett på
6,6 millioner kroner for 2005.

*denne forskningen. Hvis for-
søk med kimærer kan føre til
nye og effektive behandlinger
av sykdommer som i dag er
uhelbredelige, vil jeg person-
lig holde dem ansvarlige for
disse pasientenes lidelser og
død." Mange vil hevde at
en slik holdning neppe sti-
mulerer til etisk refleksjon.
Mange vil også mene at
gode hensikter ikke alltid
kan rettferdiggjøre ethvert
middel som tenkes kan.
Det finnes forhåpentligvis
mange ønskede effekter av
stamcelleforskning en gang
i nær eller fjern fremtid –
men vil veien dit skape nye
og lite ønskelige effekter
for mennesker, natur og
samfunn?*

Debatten om kimærer er
nesten fraværende i Norge.
Den debatten bør vi ta sna-
rest. Det vil Bioteknologi-
nemnda tilskynde ved å
invitere til et åpent møte
om dette tema til våren. (Se
også artikkel s. 20).

Innhold

Leder	2
Nytt fra nemnda	
Naturmangfoldloven	4
Inseminasjon for HIV-positive	6
Lagring av navlestrengsblod	8
Genteknologi i Hardanger	10
Nye møterapporter	11
Hvem er vakrest i verden her?	12
Planter på glass og celler i løsning	16
Nytt om stamceller	19
Kan mennesker klekkes?	20
Oppfinnelser med transgene dyr	22
Annonser for åpne møter	24



Bioteknologinemnda

Forsidefoto, stort bilde: Bård Løken / NN / Samfoto.

Naturmangfoldloven

Bioteknologinemnda har hatt forslag til naturmangfoldlov på høring og har hovedsakelig uttalt seg om de deler som berører bioteknologi i denne meget omfattende utredningen.

Grethe S. Foss

Lovutvalget har formulert formålet med loven:

"Loven har til formål å sikre ved vern og bærekraftig bruk at naturen med dens biologiske, landskapsmessige og geologiske mangfold og økologiske prosesser tas vare på for fremtiden." Formålsparagrafen bygger på at naturen tillegges nytte- og bruksverdi, opplevelsesverdi, verdi knyttet til identitet og tilhørighet, økologisk verdi og egenverdi. Bioteknologinemnda støtter lovens formål slik det er formulert i forslaget og vil legge vekt på at det finnes en god balanse mellom vern og bærekraftig bruk.

Bevaringsmål for arter

Utvalget foreslår at artene og deres økologiske funksjonsområder skal forvaltes slik at artene forekommer i levedyktige bestander i sitt naturlige utbredelsesområde, og slik at de økologiske betingelsene og det genetiske mangfold som trengs for å opprettholde artene og sikre deres naturlige utvikling på lang sikt, er til stede.

Bioteknologinemnda støtter utvalget i at man i tråd med føre-var-prinsippet legger inn en tilstrekkelig sikkerhetsmargin ved

å ta vare på flere bestander knyttet til forskjellige leveområder. Bioteknologinemnda vil også oppfordre til forskning og kartlegging for å bidra til å bygge opp kunnskap som styrker beslutningsgrunnlaget.

Husdyr og matplanter

For domestiserte arter foreslår utvalget at det genetiske mangfold skal forvaltes slik at det bidrar til å sikre ressursgrunnlaget for fremtiden. Dette gjelder disse ressursenes betydning for vår kulturhistorie, fremtidig matproduksjon og for vitenskapens behov.

Bioteknologinemnda anser at problemstillinger knyttet til forvaltningen av domestiserte arter ikke er omhandlet like grundig som ville arter. Domestiserte arter er avhengig av et aktivt avls- og foredlingsarbeid. Det er her viktig at prinsippene om vern og bærekraftig bruk blir tatt hensyn til i den spesifikke lovreguleringen for domestiserte arter.

Innførsel og utsetting

Tilsiktede artsintroduksjoner skal det i regelen søkes om, i henhold til utvalgets forslag. Kravet om tillatelse er ikke begrenset til førstegangsintroduksjoner.

Føre-var-prinsippet er bygget inn ved at tillatelse ikke kan gis til innførsel eller utsetting dersom det er grunn til anta at det vil medføre vesentlige uheldige følger for det biologiske mangfold. Reglene skal ikke gjelde for genmodifiserte organismer; disse er regulert i egen lov.

Bioteknologinemnda støtter en generell regel om tillatelse før innførsel og utsetting av fremmede organismer. Uheldige introduksjoner av fremmede organismer kan gjøre ubotelig skade på naturmiljøet og det biologiske mangfoldet. Malen som brukes for konsekvensutredning for genmodifiserte organismer kan tjene som mal for en konsekvensutredning for fremmede organismer.

I henhold til forslaget kan det settes ut planter i hager og andre dyrkede områder hvis plantene ikke kan påregnes å spre seg utenfor området. Forslaget er begrunnet i lang tradisjon uten alvorlige konsekvenser for det biologiske mangfoldet. Det er foreslått unntak for introduksjoner etter matloven, men utvalget foreslår at matloven endres for å ta hensyn til biologisk mangfold. Uansett vil aktsom-

hetsplikten pålegge den ansvarlige å tenke gjennom konsekvensene.

Ved utilsiktede introduksjoner foreslår utvalget at myndighetene skal kunne iverksette tiltak for å bekjempe fremmede arter som utgjør en trussel mot naturlig flora og fauna. Bioteknologinemnda støtter dette og mener myndighetene her bør føre en aktiv politikk også der det ikke finnes eller er mulig å finne den ansvarlige.

Tilgang til genetisk materiale

Biomangfoldkonvensjonen overlater til det enkelte land å bestemme tilgang til genressurser (se GENialt 1/2002). Konvensjonen legger noen føringer. Blant annet skal statene legge til rette for tilgang til genressurser, og de skal treffe hensiktsmessige tiltak for å oppnå en rettferdig fordeling av godene som er et resultat av uttak og utnyttelse av genetisk materiale.

Det er utvalgets syn at naturen er en felles ressurs for mennesker og at det skal være åpen tilgang til genetisk materiale. Utvalget foreslår imidlertid at det skal være en meldepplikt når materialet benyttes i næringsøyemed. Meldepplikten gjelder ikke for undervisnings-, forsknings- eller andre formål. Bioteknologinemnda støtter utvalget i at det bare skal være en meldepplikt ved bruk av genetiske ressurser for næringsøyemed.

Bioteknologinemnda støtter utvalgets forslag til regler for uttak som angår bioprospektering og annen forskning. Bioteknologinemnda vil peke på at det i mange tilfeller er mulig å

få biologisk materiale til genetisk og annen biokjemisk analyse uten å avlive eller fjerne organismen.

Utvalget foreslår at det i meldingen skal fremgå hvorvidt "lokale eller samiske interesser blir berørt, eller om hvorvidt uttak av genetisk materiale bygger på bruk av urfolks tradisjonelle kunnskap." Bioteknologinemnda støtter dette og ser det som positivt at bruk av lokal- og tradisjonell kunnskap blir tydeliggjort i meldingen.

Vederlag og gevinst

I forhold til uttak av genetisk materiale kommer spørsmålet om uttaker skal betale et vederlag til grunneier, kommune, fylke eller staten. Det kan også diskuteres i hvilken grad lokal kunnskap skal honoreres dersom dette har vært sentralt i uttaket av de genetiske ressursene.

Utvalget foreslår at det skal være enklest mulig tilgang til norske genetiske ressurser og at uttak ikke bør medføre betaling av engangsvederlag, royalties av en fremtidig gevinst e.l. Grunnprinsippet om at "genetisk materiale er en felles ressurs som skal forvaltes slik at utnyttingen er til mest mulig gagn for miljø og mennesker i både nasjonalt og internasjonalt perspektiv" er utvalgets hovedbegrunnelse for dette. En annen viktig begrunnelse er at det for et industrialisert land som vårt vil være mulighet for vesentlig større økonomisk gevinst ved å stimulere til mer forskning, som kan føre til for eksempel nye medisiner, enn å etablere byråkratiske systemer som i beste fall kan



Foto: Ole Johan Borge.

sikre nasjonen noen millioner kroner i vederlag for det genetiske uttaket.

Spørsmålet om vederlag for uttak av genetisk materiale er en vanskelig problemstilling med flere motstridende hensyn. Et viktig moment er hva som er i Norges interesse på lang sikt. Bioteknologinemnda mener det kan tenkes at staten bør beholde muligheten til å ta vederlag for utnyttelse av genetisk materiale. Den norske holdningen til dette må også sees i sammenheng med hvordan spørsmålet løses i forhold til ulike utviklingslands interesser og internasjonale prosesser.

Immaterielle rettigheter

I utvalgets forslag til ny lov er forholdet mellom genetisk materiale og immaterialrettigheter berørt. I hovedsak dreier dette seg

om patentrettigheter, men det berører også forhold knyttet til internasjonale avtaler som TRIPS-avtalen, planteforedlerretten som er regulert i planteforedlerloven som følger av UPOV-konvensjonene, konvensjonen om biologisk mangfold og FAO-traktaten (FNs traktat om mat og landbruk). (For mer om avtalene, se GENiAlt 1/2002 og 2/2005).

Med hensyn på opplysningsplikten om leverandør-/opprinnelsesland ved bruk i Norge av genetisk materiale fra andre land, viser en samlet Bioteknologinemnd til sin uttalelse om EUs patentdirektiv fra april 2003 og støtter utvalgets forslag. Dette gjelder også presiseringen om at opprinnelsesland skal oppgis dersom dette er forskjellig fra leverandørlandet. Mangel på opplysninger om leverandør-/opprinnel-

sesland bør etter Bioteknologinemndas mening få konsekvenser ved at patent nektes inngitt.

Bioteknologinemnda støtter også utvalgets forslag om at det for en bruker av genetisk materiale fra en offentlig samling ikke skal være mulig å kreve noen immaterialrett eller annen rettighet som begrenser bruken av materialet for mat eller landbruk, med mindre det har skjedd en bearbeiding som har medført en vesentlig endring av materialet.

For hele Bioteknologinemndas uttalelse, se www.bion.no.



Inseminasjon for HIV-positive

Bioteknologinemnda har søkt å belyse de ulike hensyn som veies mot hverandre i en vurdering av om HIV-positive skal få tilgang til assistert inseminasjon av smittevernhensyn. Når kvinnen er HIV-positiv, er det en risiko for at barnet smittes av HIV eller får skader av medikamentene det blir utsatt for før og etter fødselen. Sentralt i nemndas vurdering er det ansvaret samfunnet påtar seg når det assisterer i befruktningen. Et flertall i Bioteknologinemnda (17 av 21) anbefaler at bioteknologiloven endres slik at det åpnes for å tilby behandling med sædvask og inseminasjon til par der mannen er HIV-positiv, for å unngå smittefare for kvinnen og barnet. Et annet flertall i Bioteknologinemnda (13 av 21) mener at samfunnet av hensyn til barnets beste ikke bør tilby inseminasjonsbehandling til par der kvinnen er HIV-positiv, så lenge det er en fare for at barnet kan bli HIV-smittet eller ta skade av medikamentene som gis for å hindre HIV-smitte.

Grethe S. Foss

man fungerer godt med medisiner og dersom man lever med store plager.

Smitterisiko

Smitterisikoen ved ubeskyttet samleie er beregnet til 0,01-0,2 % per gang, men vil variere mye fra person til person. Noen benytter perioder med lav virusmengde i blodet til forsøk på å bli gravid med ubeskyttet samleie. Det er imidlertid ikke et klart samsvar mellom virusmengden i blodet og virusmengden i sekreter.

Bioteknologinemnda mener det er prisverdig at Rikshospitalet søker myndighetene om å få tilby denne behandlingen og på den måten bidrar til å gi spørsmålet en skikkelig behandling. Det er viktig at troverdigheten til samfunnets smittevernpolitikk ikke svekkes ved at det blir oppfordret til ubeskyttet sex.

Når kvinnen er HIV-positiv, er det en fare for at barnet kan bli HIV-smittet. Med kombinasjonen av medikamentell behandling, keisersnitt og morsmelkserstatning fremfor amming er risikoen for at barnet blir smittet av mor redusert fra antatt 25-30 % til 1-2 %. Sannsynligheten er kanskje enda lavere for de kvinner som etter vurdering ville bli tilbudt inseminasjonsbehandling.

Samfunnets ansvar

Samfunnet legger seg som regel ikke opp i den enkeltes valg om å få barn. Men når samfunnet assisterer i befruktningen, settes det

Inseminasjonsbehandling
Rikshospitalet har søkt myndighetene om tillatelse til å foreta inseminasjonsbehandling av par der den ene er HIV-positiv. Fordi HIV kan smitte ved samleie, oppfordrer myndighetene sterkt disse parene til ikke å ha ubeskyttet sex. Hvis paret ønsker å forsøke å få barn på naturlig vis, må den ene parten utsette seg for risiko for HIV-smitte. I flere europeiske land, deriblant Danmark, tilbys inseminasjonsbehandling for å unngå HIV-smitte av partner.

Rikshospitalet ønsker å tilby behandling til HIV-positive som har optimale infeksjonsforhold og gode leveutsikter. Behandlingen er enkel å gjennomføre og vil ikke kreve store ressurser for sykehuset, som forventer 10-12 par per år. Dersom mannen er HIV-

positiv, vil behandlingen bestå i at sæden vaskes fri for virus i sædvæsken, virus-RNA måles for å se at viruset er fjernet, og kvinnen insemineres. For par der kvinnen er HIV-positiv, kan paret i utgangspunktet inseminere selv. Rikshospitalet ønsker å kunne tilby inseminasjon, også direkte i livmoren, der paret har forsøkt å inseminere selv en periode uten å lykkes, fremfor at paret forsøker vanlig samleie. Et tilbud om prøverørsbefruktning for HIV-smittede er i dag ikke aktuelt i Norge fordi dette vil kreve et eget laboratorium atskilt fra dagens prøverørsbehandling.

Å leve med HIV

I 1996 ble det introdusert nye medikamenter for HIV-positive i Norge, som har fått betydelig øket livslengde etter smitte som

følge av dette. En fremtid med egne barn er derfor ikke lenger utelukket for mange HIV-positive.

Det er stor variasjon i hvordan HIV-positive lever med HIV. Mange lever uten symptomer og holder viruset i sjakk med riktig kosthold og en sunn livsstil. Andre får medikamenter som fungerer godt for dem, mens noen har alvorlige effekter av viruset og medikamentene. Mange HIV-positive som går på medisiner, prøver imidlertid å få til medisinfrie perioder for å unngå bivirkninger av medikamentene, som kan oppleves som svært hemmende for livsutfoldelsen. Det er fare for å utvikle resistens mot medikamentene, og tilstanden kan raskt endres. Det kan derfor være vanskelig å forutsi hvordan tiden fremover vil arte seg, både dersom

krav til behandlingens sikkerhet og til legen om å gjøre en totalvurdering med vekt på foreldrenes omsorgsevne og barnets beste. Samfunnet stiller på den måten større krav ved befruktning i samfunnets regi enn det stilles ved befruktning uten samfunnets hjelp.

HIV-positive barn

Sentralt for vurdering av assistert befruktning for HIV-positive, er hvor alvorlig HIV vil være for et barn. Et HIV-smittet barns levetid vil variere i betydelig grad avhengig av om HIV-infeksjonen er symptomfri eller gir sykdomsproblemer. Det er grunn til å tro at et flertall av barn med HIV-infeksjon vil kunne holdes symptomfrie med moderne medikamentell behandling. Bivirkningene som voksne kan lære seg å leve med, vil imidlertid normalt være enda vanskeligere å takle for et barn.

Mulig fosterskade

Enkelte HIV-medikamenter er kjent å kunne gi fosterskade, og det er retningslinjer for bruk av HIV-medikamenter ved svangerskap. Risikoen for fosterskade er størst i den første tredelen av svangerskapet, når organene dannes. HIV-status for gravide testes først et par måneder ut i svangerskapet. Det er derfor viktig at en HIV-positiv kvinne kan være åpen med legen om at hun planlegger å bli gravid slik at medikamentbruken kan

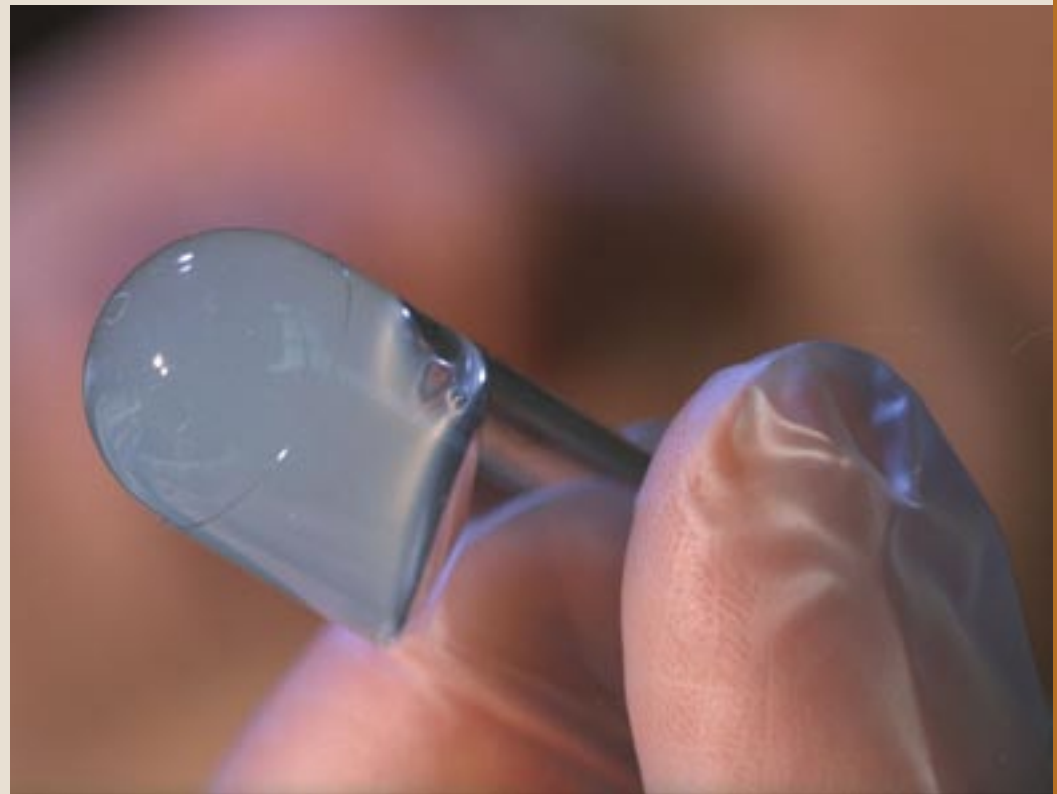


Foto: Tom-Egil Jensen/VG/Scanpix.

tilpasses en graviditet for å minimalisere risikoen for skade på fosteret. Valget av medikamentbruk er en avveining mellom hensynet til moren og hensynet til barnet. Risikoen for mulige langtidsvirkninger gjelder alle barn som blir født av HIV-positive mødre som har brukt medikamenter, enten de ble HIV-smittet eller ikke. Dette er en usikkerhet disse barna kanskje må leve med hele livet.

Parets omsorgsevne

Parets helsetilstand vil være en sentral del både i parets egen vurdering av om de skal få barn, og i legens vurdering av om assistert befruktning skal tilbys. Rikshospitalet ønsker å tilby behandling til par der kun den ene er HIV-positiv og har en god prognose. Det er da overveiende sannsynlig at

i hvert fall minst én av foreldrene kan oppdra barnet inn i voksenverdenen. Det er internasjonal enighet om å ikke tilby assistert befruktning til par der begge er HIV-positive.

Selvbestemmelse

Muligheten til å bestemme over eget liv er viktig for alle, og det å få barn er et valg av stor betydning for resten av livet. For noen vil det være slik at de av ulike grunner har valgt ikke å få barn, og at et eventuelt tilbud om inseminasjon ikke endrer det valget. For andre par kan smitterisikoen involvert i å få barn på naturlig måte ha vært en så viktig del av beslutningsgrunnlaget at dette valget kan endres hvis det kommer et tilbud om inseminasjon som fjerner denne risikoen. Andre kan tenkes å være i tvil om hva som er riktig, og kan ha

nytte av å diskutere med legen og komme frem til en beslutning i samråd med denne.

For HIV-positive og andre som er tyngt av alvorlige tilstander, er det spesielt viktig å ha innflytelse over eget liv og kunne leve et så normalt liv som mulig. Det er grunn til å anta at de par som søker om assistanse til befruktning, på forhånd vil ha vurdert egen livssituasjon og om de har ressurser til å ta hånd om et barn. Ifølge HivNorge har HIV-positive kvinner i Norge ulik oppfatning av om det er riktig å få barn eller ikke. HivNorge mener et valg om å få barn eller ikke bør være opp til den enkelte i samråd med lege. Det er ingen *rett* å få barn, mener HivNorge, men HIV-positive bør ikke nektes muligheten til å bli vurdert for inseminasjonsbehandling.

Bioteknologinemndas konklusjon:**Sædvask for HIV-positiv mann**

Et flertall på 17 av 21 nemndsmedlemmer mener at det bør åpnes for å tilby sædvask og inseminasjon av smittevern hensyn i tilfeller der mannen er HIV-smittet. Behandlingen bør tilbys for å hindre at den HIV-negative kvinnen utsettes for smitte i parets forsøk på å få barn. Med sædvask er risikoen for å smitte kvinnen helt minimal. Disse medlemmene mener at hensynet til barnets beste taler for det samme siden man kan hindre at barnet smittes gjennom mor hvis far er HIV-positiv og hindre at barnet får to HIV-smittede foreldre.

Fire nemndsmedlemmer vil fraråde at HIV-positiv får tilbud om assistert befruktning. Disse nemndsmedlemmene mener at samfunnet av hensyn til barnet ikke bør tilby assistert befruktning til par der det er kjent at en av foreldrene er HIV-positiv, siden sykdommen kan redusere parets omsorgsevne.

Inseminasjon for HIV-positiv kvinne

Et flertall på 13 av 21 nemndsmedlemmer mener at det *ikke* bør åpnes for å tilby inseminasjonsbehandling for par der kvinnen er HIV-positiv. Medlemmene anser dagens risiko på 1-2 % for smitte av foster/barn for å være for høy og ikke i tråd med prinsippet om barnets beste. Den mulige risikoen for langtidseffekter som følge av medikamentene moren og barnet

får i forbindelse med fødsel, er en ytterligere grunn til at samfunnet ikke bør tilby assistert inseminasjon til HIV-positiv kvinner. Videre er det av betydning at omsorgsevnen kan bli redusert som følge av morens sykdom.

Åtte av nemndsmedlemmene mener det bør åpnes for å vurdere par der kvinnen er HIV-positiv for inseminasjonsbehandling. Medlemmene legger vekt på at et barn likevel kan bli til ved at paret velger å få barn ved selvinseminasjon eller ubeskyttet sex, og at behandlingen kan redusere barnets risiko for HIV-smitte og mulige effekter av medikamentene fordi den muliggjør tett oppfølging av kvinnen. Medlemmene mener et tilbud om inseminasjonsbehandling vil være i tråd med bioteknologilovens formålsparagraf. Medlemmene mener HIV-positiv ikke bør utelukkes fra å bli vurdert for assistert befruktning, men legger Rikshospitalets betraktninger til grunn og forutsetter at legen vurderer paret før en beslutning om behandling i tråd med bioteknologiloven. Medlemmene anser den gjenværende risikoen for at barnet blir HIV-smittet eller får effekter av medikamentene som etisk problematisk, men at de gode behandlingmuligheter som er utviklet for HIV-positiv de senere år, de totale smittevern hensyn og akseptert risiko ved annen assistert befruktning gjør tilbudet medisinsk og etisk forsvarlig.

Bioteknologinemndas uttalelse i denne saken kan leses på www.bion.no.

Åpent møte:

Lagring av navlestrengsblod

Bioteknologinemnda arrangerte 17. mars et åpent møte om lagring av navlestrengsblod og ville på den måten beskrive status, fremtidsmuligheter og dagens praksis. Bakgrunnen for møtet var at privat lagring av navlestrengsblod er kontroversielt, og at enkelte fødeavdelinger hadde nektet fødende denne muligheten. Fødeavdelingene mente at markedsføringen var feilaktig, og at par ble lurt til å lagre navlestrengsblod fra sine nyfødte. Et flertall i Bioteknologinemnda har uttalt at fødeavdelingene ikke bør nekte privat lagring under forutsetningen at markedsføringen er realistisk og korrekt med hensyn på mulig fremtidig bruk.

Ole Johan Borge

På dette åpne møtet ønsket Bioteknologinemnda å trekke inn involverte parter, bidra til å tydeliggjøre de ulike

synspunktene og bringe frem tilgjengelig kunnskap om den mulige nytten av lagring av celler fra navlestreng og morkake.



Møtet, avholdt i Thon hotel Opera, Oslo, samlet omkring 100 deltakere og mange spørsmål ble reist fra salen. Foto: Casper Linnestad.

Etter en innledning ved Bioteknologinemndas leder Lars Ødegård, fortalte seksjonsoverlege Torstein Egeland ved Rikshospitalet om status og fremtidsutsikter ved bruk av celler fra navlestrengsblod.

Deretter holdt representanter for firmaene CopyGene og Cryo-Save innlegg som forklarte hvorfor de mener par bør lagre blodet i den nyfødtes navlestreng.

For å få mer informasjon om fødeavdelingens stilling til denne saken, holdt seksjonsoverlege Tore Henriksen fra Kvinneklinikken på Rikshospitalet et innlegg der han gikk gjennom en skisse til en avtale de hadde utarbeidet, som måtte signeres av både paret og firmaet før lagring kunne være aktuelt.

På generelt grunnlag beskrev deretter forbrukerombudet Bjørn Erik Thon de krav som stilles til markedsføring av helseprodukter. Kari Sønderland, ekspedisjonssjef i Helse- og omsorgsdepartementet, informerte deretter om at norske helsemyndigheter mener det er moren selv som bør bestemme over navlestrengsblodet, og at de derfor har gjort det mulig for moren, på eget initiativ og for egen regning, å kunne få lagret navlestrengsblodet så lenge det kan foregå uten å være til hinder for fødselen.

Lie Wang Hodneland, som er en av de første i Norge som har fått lov til å lagre navlestrengsblod i privat regi, delte sine tan-

ker omkring hvorfor hun ønsket å lagre navlestrengsblodet og hvilke erfaringer hun gjorde seg underveis i prosessen.

Marit Halvorsen, førsteamanuensis i privatrett ved Universitetet i Oslo, avsluttet foredragsrekken med å beskrive juridiske problemstillinger knyttet til eierskap til det som normalt er å anse som biologiske avfallsprodukter, før salen tok del i en avsluttende debatt.

Det er laget en fyldig rapport fra møtet som finnes på www.bion.no.



Førsteamanuensis i privatrett ved UiO, Marit Halvorsen, Bioteknologinemndas leder Lars Ødegård, forbrukerombud Bjørn Erik Thon og seksjonsoverlege ved Rikshospitalet, Tore Henriksen, var av dem som bidro til en interessant debatt. Foto: Ole Johan Borge.

Informasjonsfolder

Bioteknologinemnda har sammen med Sosial- og helsedirektoratet fått i oppdrag av Helse- og omsorgsdepartementet å lage en informasjonsfolder til gravide som beskriver hva navlestrengsblod er og hva det kan brukes til.

I Norge og flere andre land tilbyr private bedrifter lagring av navlestrengsblod mot betaling, og mange gravide lurer på om de bør lagre navlestrengsblodet til det nyfødte barnet. Dette har sin bakgrunn i at stamceller fra navlestrengsblod potensielt kan gi muligheter for behandling av fremtidig alvorlig sykdom. Norske fagmiljøer anbefaler normalt ikke privat lagring av navlestrengsblod for eget bruk. I informasjonsfolderen beskrives hvilke momenter som taler for, og hvilke som taler mot privat lagring av navlestrengsblod.

Under arbeidet med informasjonsfolderen har vi fått innspill fra blant annet transplantasjonssleger, jordmødre, stamcelleforskere, Forbrukerombudet og to av de bedriftene som ønsker å tilby privat lagring i Norge. Bioteknologinemnda har også arrangert et åpent diskusjonsmøte om navlestrengsblod (se egen artikkel dette oppslag).

Målgruppen for informasjonsfolderen er kvinner/par som gjennomgår ultralydundersøkelsen ved 17.-18. svangerskapsuke.

Informasjonsfolderen vil fra slutten av året kunne finnes på www.bion.no og ved din nærmeste helsestasjon.



Genteknologi i Hardanger



Odda mot Sørffjorden, Hardanger. Foto: Helge Sunde / Samfoto.

Universitetet i Bergen arrangerte første uke i september et annerledes dr.grads-kurs i bioetikk: En bioteknologisk vandring på Hardangervidda som endte i Tyssedal, Norges vakreste industrisamfunn. Kurset inngår i bioetikkprosjektet "Tre ringer i vannet", finansiert av Norges forskningsråd og universitetsmiljøene. Som en del av dette arrangerte Bioteknologinemnda en dag i genteknologiens tegn ved Odda videregående skole for elever og lærere, samt et åpent møte i Ullensvang der man diskuterte genteknologi i forbindelse med fruktdyrkning.

Sissel Rogne

møter primærnæringene og anvendelsen kolliderer med ønsket om naturvern.

Bioteknologinemnda arrangerer som en del av prosjektet "Tre ringer i vannet" (finansiert av Norges forskningsråd og de fem universitetene UiB, UiT, UiO, UMB og NTNU; se presentasjon av prosjektet i GENi^{alt} nr.

1/2004) åpne møter for å fortsette teknologidebatten. Denne gangen handlet det om bioteknologi. Da studenter og foredragsholdere kom ned fra fjellet, kunne de gå rett til det åpne møtet om teknologiske eventyr. Her holdt medlem av Bioteknologinemnda og seniorforsker ved Norsk institutt for naturforskning, Kjetil Hin-

Tyssedal og Odda utgjør et unikt, inntakt og levende industrisamfunn som det arbeides for at skal komme på UNESCOs verdensarvliste. Smelteverksindustrien og annen industri ble bygget opp på grunn av den rikelige og rimelige til-

gangen på elektrisitet. Industrireisningen ga arbeid og fremgang for lokalsamfunnene, men det gikk hardt utover naturen, med tørrlegging av elver og fosser og alvorlig forurensning av en av Norges vakreste områder som resultat.

Kontraster

Litt lengre ute i Hardangerfjorden er et av Norges viktigste fruktdyrkingsområder, som også er viktig for turistnæringen. Dette samfunnet har derfor erfaring med hvordan det er når ny teknologi

dar, foredrag om miljølærdommer vi kan trekke fra kraftutbyggingen. Han ble etterfulgt av 1. amanuensis ved UiB Roger Strands vidløftige foredrag "Teknologienes tvetydighet: Vannkrafttroll og hellige motorsyklus". Deretter ble foredragene bokstavelig talt mer jordnære gjennom innlegg av forskningssjef ved Planteforsk Ullensvang, Lars Sekse, og prosjektleder for Bondens marked og medlem av Bioteknologinemnda, Aina Bartman. Sekse tok for seg Hardangers teknologiske og biologiske fremtid, og Bartmann diskuterte veien mot et bærekraftig og livskraftig bygdenorge. Hun fremhevet at markedsføringen av norske produkter ikke bare må skje internasjonalt, men at det også må være en nasjonal tilgang dersom man skal opprettholde fruktdyrkernes og bøndenes posisjon i den norske befolkningen.



Epleblomster i Hardanger. Foto: Johannes Haugan / NN / Samfoto.

Fagdag i Ullensvang
Planteforsk har flere forskningsstasjoner spredt rundt i landet vårt, hver med sin spesialisering. Planteforsk Ullensvang er naturlig nok rettet inn mot fruktdyrking (se www.planteforsk.no). Bioteknologinemnda arrangerte derfor sammen med Planteforsk Ullensvang en fagdag om "Hardangers blomstrende fruktnering – hva kan vi høste i fremtiden?". Forskningssjef Sekse holdt denne gangen foredrag om utviklingen i næringen og naturlige forutsetninger for fruktdyrkerne i Hardanger, mens prosjektleder Bartman diskuterte næringsutvikling og matproduksjon. Fra Planteforsk Ås kom seniorforsker Sonja Klemsdal for å snakke om sitt spesialfelt, genteknologi, sykdomsresistens og diagnostikk av plantesykdommer. Klemsdal la i sitt foredrag vekt på hvorledes genteknologien har blitt et nyttig

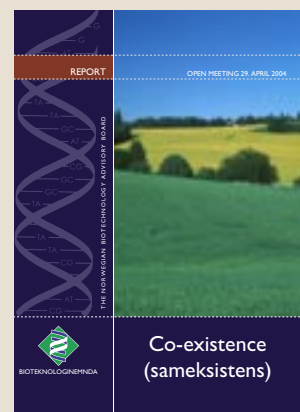
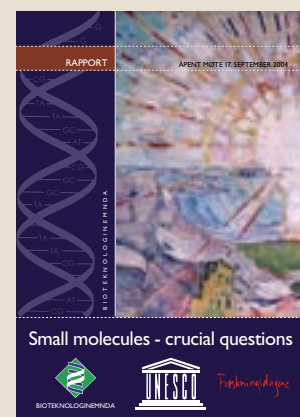
verktøy, ikke bare for å forstå motstandsdyktighet mot sykdom innen fruktdyrkingen, men også ved å gjøre planter og trær mer motstandsdyktige mot sykdom. Graminors Dag Røen fortalte så om tradisjonell foredling av frukt og bær og arbeidet med bevaring av genressursene innenfor frukt og bær gjennom et nordisk samarbeid. Anne Ingeborg Myhr holdt et mangefasettert foredrag om næringsinteresser og miljøvern, optimisme og risiko i tilknytning til anvendelse av genmodifiserte organismer. Myhr er forsker tilknyttet både Universitetet i Tromsø og Institutt for genøkologi, Tromsø. Rådgiver i Bioteknologinemnda Nina Vik avsluttet møtet med et innlegg om GMO og regelverk i EU/EØS.

Tid for film!

Mens vi ventet på at doktorgradsstudentene skulle komme ned fra Hardangervidda i øsende regn, viste Bioteknologinemnda filmen "GATTACA" i Odda kino for Odda videregående skole. Filmen var utgangspunktet for Sissel Rognes gjennomgang av dagens situasjon når det gjelder anvendelse av bioteknologi innen medisinen og de etiske dilemma dette har medført. Odda-ungdommene var et interessert og lydhørt publikum som det var svært hyggelig å komme i kontakt med. Lærerne påpekte problemene med å finne relevante og gode praktiske øvelser for bioteknologi i skolene og hensiktsmessig undervisningsmateriell. Dette er noe blant andre Bioteknologinemnda må arbeide videre med.

Nye møterapporter

Nye rapporter fra Bioteknologinemnda basert på åpne møter om "Small molecules – crucial questions", "DNA-registrering av hele befolkningen?" og "Sameksistens i landbruket" foreligger på nemndas hjemmesider www.bion.no. Heftene er gratis og kan bestilles fra sekretariatet.



Hvem er vakrest i verden her?

– Prydplanter og genteknologi

Prydplanter har vært skattet gjennom tidene for sin farge, form og duft og har skapt miljøer både inne og ute hvor mennesker trives. I dag har genteknologien inntatt også dette området. Kanskje er det slik at moderne foredlingsteknologi er mindre kontroversiell her?

Nina Vik og Simon Deroles

Planter har en allsidig anvendelse. I tillegg til å være vår viktigste matkilde har vi i årenes løp benyttet dem til medisinske formål, brukt fibre til å lage klær og tauverk, isolert oljer til industrielle formål, bøtet på problemer med avrenning og rensing ved å konstruere grøntbaserte renseanlegg og hygget oss med pryddplanter inne og ute. En skyggeside er at vi også har store samfunnsmessige utfordringer grunnet vår omgang med vanedannende plantestoffer som hasj, opium og tobakk.

Stor industri

Pryddplanterindustrien er en stor industri. I 2004 ble det omsatt pryddplanter i Norge (grøntanlegg, potteplanter og snittblomster) for rundt 4 milliarder kroner. Av dette produseres ca. 61 % i Norge, mens resten importeres fra utlandet, hovedsakelig fra Nederland og Danmark.

Hagebruk og landbruk er avhengig av stadig utvikling av nye plantesorter, og dette er muligens ekstra viktig for pryddplantesektoren. Pryddplanter må

være fri for skader fra sopp, virus, bakterier og skadedyr, da det er utseendet som teller. Pryddplantene er produkter som i stor grad følger trender, og forbrukere justerer sine valg etter årstid (påske, jul, 17. mai), anledning (bryllup, dåp, begravelse) og interiør. Plantene tilbys med et overveldende spekter av farger og fargevariasjoner, og det kan ligge store gevinster i å utvikle nye sorter med nye farger, former og tiltalende blomsterdufter.

Alle regnbuens farger

Blomstens farger henger sammen med tilstedeværelse av en eller flere fargestoffer (pigmenter) i plantevevet (se faktaboks). Manglende produksjon av pigmenter gir hvite blomster. Dersom man inkluderer alle arter av blomstrende planter, er det en stor variasjon av farger å velge mellom. Innenfor bestemte plantearter/-slekter kan utvalget være atskillig mer begrenset. Derfor kan det være interessant å tenke ut nye strategier for å introdusere

blomsterfarger. Finnes det en måte å få populære arter som mangler blomsterfargen gult, som pelargonium, cyclamen (alpefiol) og impatiens (eksempelvis Flittig Lise), til å produsere gule pigmenter (auroner) som finnes i løvemunn?

Molekylære metoder

Selv om det innen foredling fortsatt er vanligst å benytte tradisjonell krysspollinering for å få frem ny sortsvariasjon, brukes også mutagenesemetoder (eksempelvis strålebehandling og bruk av kjemikalier) for å skape endringer i arvematerialet. I tillegg kan nye blomsterfarger og mønstre introduseres gjennom genmodifisering.

For sistnevnte strategi har man i stor grad tatt utgangspunkt i antocyaniner, en bestemt undergruppe av pigmenter som tilhører flavonoidene (en

type stoffer i planter som er bygget opp av ringformede karbonskjeletter). Biosynteseveien for flavonoidene er godt kartlagt, og kunnskapen om gener som inngår, gir mange muligheter for å påvirke et eller flere ledd i kjeden gjennom genmodifiseringer. Ved å regulere aktiviteten til et eller flere enzymer i synteseveien kan man øke produksjonen av eksisterende pigmenter i blomsten, produsere nye pigmenter eller blokkere synteseveien for pigmentproduksjon.

Blå rose?

Et symbol på arbeidet med å tilføre nye farger til blomster, er ønsket om å skape den blå rosen. Hittil er forsøkene på dette ikke særlig vellykkede, men det har lyktes å skape flere nelliker i lilla/blå fargenyanser. De eneste genmodifiserte plantene som er



Figur 1. Den lilla genmodifiserte nelliken *Florigene 'Moonlite'* (til høyre) og det hvite, pigmentløse utgangspunktet. Denne GM-nelliken er foreløpig ikke godkjent i Norge. Foto: Florigene Ltd.



Figur 2. Flavonoid-3',5'-hydroksylase (F3'5'H) er et enzym som styrer produksjonen av blå pigmenter og kan gi en lilla blomsterfarge, slik det vises i den ikke-genmodifiserte eustoma-planten til venstre. Planten til høyre er en genmodifisert eustoma hvor aktiviteten av F3'5'H-genet er slått av, pigmentproduksjonen styres i stedet mot antocyaniner, noe som gir blomstene en rosa/rødlig farge.



Figur 3. Genmodifisert eustoma (t.h. i bildet) hvor produksjonen av eksisterende antocyaniner er økt og nye antocyaniner dannet. Dette er oppnådd ved å redusere produksjonen av flavonol-pigmenter. Pigmentforandringen var mest synlig på knoppstadiet av blomstens utvikling, sammenlignet med ikke-genmodifisert eustoma (t.v. i bildet) hvor knoppene er hvite.

godkjent for omsetning i Norge i dag, er nettopp to blå nelliksorter ('Moon-dust' og 'Moonshadow') fra det australske selskapet Florigene. Utgangspunktet for genmodifiseringene er en hvit nellik (figur 1). Det er satt inn gener både for å øke produksjon av pigmenter, og et annet separat gen for å dirigere pigmentproduksjonen mot akkurat blå pigmenter. Det er også mulig å se eksempler på en tydelig fargeforandring ved å gjøre det motsatte, nemlig stenge ned aktiviteten av et blått pigmentgen, slik det er gjort i eustoma (figur 2). I andre tilfeller har man ikke tatt utgangspunkt i pigmentløse blomster, men har valgt å øke den eksisterende produksjonen i blomsten, og samtidig sørge for produksjon av nye pigmenter. I eustoma har en slik strategi gitt nye fargenyanser i blomsten (figur 3), og i dette tilfellet er fargeforandringen i knoppene noe av det mest slående.

Fargenyansene i blomstene er avhengig av pigmentenes sammensetning, men også surhetsgraden

(pH) i cellene er av stor betydning. For eksempel cyanidiner er blå i basiske løsninger (som i kornblomster) og røde i sure løsninger (som i roseblomster), og blomsterfarger kan derfor også endres ved å modifisere gener som styrer pH i plantecellene.

Nye mønstre

I noen tilfeller har man helt eller delvis blokkert produksjon av pigmenter, noe som ikke alltid gir nye farger, men nye mønstre, som i for eksempel petunia og eustoma (figur 4). Det kan virke som blomsterarter som naturlig kan danne blomster med hvite møn-

stre, som petunia og eustoma, har naturlige forutsetninger for å danne nye mønstre ved bruk av nevnte metode. Lignende forsøk med blomsterarter uten naturlig forekommende hvite mønstre, som gerbera og krysantemum, gir ikke nye mønstre i blomstene – bare blekere farger.



Figur 4. Eksempler på nye fargemønstre i blomster av genmodifisert eustoma. Mønstervariasjonene sees her som blomster uten pigment (hvit farge) i bunnen og hvor pigmentene dannes utover i blomsten (4a), eller blomstene kan være marmorert (4b og 4c). Metoden kan også resultere i at all pigmentproduksjon blir blokkert og fargeløse blomster dannes (4d).

Pigmenter

Det er en rekke ulike pigmenter som gir blomsterfarge:

Karotenoider gir den oransje fargen i gulrøtter.

Flavonoider er en stor gruppe pigmenter som gir farger som rosa, rødt, oransje, lilla, blå, blåsvart og noen former for gult.

Klorofyll er et pigment som er mest kjent for sin rolle i fotosyntesen, men har også en innflytelse på fargenyanser som bakgrunn til andre pigmenter – og i noen sjeldne tilfeller gir klorofyll opphav til grønne blomster.

Betalainer er pigmenter som er begrenset til planteordenen *Caryophyllales*, som omfatter blant annet nellikfamilien.

Plantefarge i matfatet

Tilsetningsstoffer benyttes i næringsmiddelindustrien blant annet for å gi mat en forlenget holdbarhet, bedre smak, ønsket konsistens – og en endret farge. Fargetilsetninger brukt i matvarer kan enten være kunstig fremstilt eller hentet fra naturlige råvarer. Bruken av fargestoffer i mat er ikke ukontroversiell, da spesielt flere av de kunstig fremstilte fargestoffene ser ut til å være forbundet med overfølsomhet (allergi) og økt kreftfare, som for eksempel de nå forbudte røde fargestoffene med betegnelsen Sudan rød, som brukes i en rekke krydderblandinger og som har vist seg å være kreftfremkallende i dyr. Av disse grunner er det av stor interesse for industrien å ha tilgang på stabile fargestoffer som ikke er forbundet med en helseisriko og som kanskje til og med har en helsebringende effekt. Antocyaninene er en gruppe fargestoffer som muligens kan fylle disse kravene.

Kunnskapen om fargestoffer i planter har ført en forskergruppe på New Zealand inn på et prosjekt som skal utvikle cellekulturer som en kilde for naturlige fargestoffer og ernæringsmessig fordelaktige substanser, som antioksidanter, til bruk innen matindustrien. Gruppen har modifisert produksjonen av antocyaniner i en cellekultur som dyrkes i mørket ved å introdusere et regulatorisk gen fra biosynteseveien for antocyaniner. Resultatet var en dra-

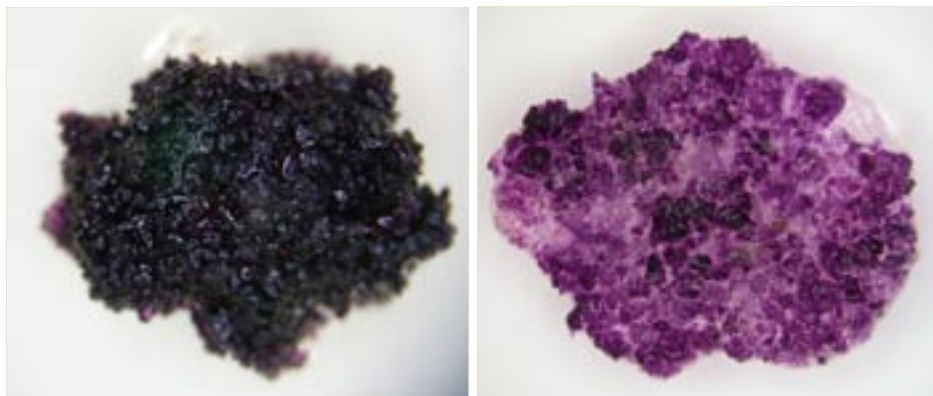
matisk økning i produksjonen av antocyaniner i den modifiserte cellekulturen (figur 5), uten at vekstkapasiteten i kulturen ble påvirket. Den modifiserte cellelinjen har vært dyrket med stor suksess i en toliters bioreaktor (se artikkel om celle- og vevskultur s. 16), med god delingsvekst og høy fargeintensitet i cellekulturen. Det søkes nå om patent for teknologien som er utviklet, før den eventuelt kan anvendes i næringsmiddelindustrien etter en påfølgende godkjenning.

Fordums roseduft

For plantene er blomstenes duft en viktig faktor for å tiltrekke seg pollinerende insekter. For oss er duften av skjærsmine, ertebloster og roser selve essensen av sommer. Blomsters duftstoffer er også en ettertraktet råvare for parfymeindustrien. Den kjente Damaskrosen (*Rosa damascena*) er en av de viktigste i den kategorien. Et annet eksempel er lavendel (*Lavendula angustifolia*), som med sin sterke og egenartede duft brukes i såper, potpurri og mye mer.

Årsaken til blomstenes duft er plantenes innhold av mange ulike flyktige/fordampende kjemiske stoffer som terpenoider, benzonoider med flere. Svært mange duftstoffer er identifisert, og det viser seg at blomsterduft er meget spesifikk for den enkelte plantart. Det er sjelden at to ulike arter inneholder en identisk blanding av stoffer. For forskere er dette imidlertid et vanskelig område da blomsterduft ikke er en egenskap som kan sees med det blotte øye, den er ofte sammensatt av et stort antall ulike stoffer og produksjonen av stoffene varierer i forhold til ytre påvirkninger.

Blomsterduft er nå på nytt i vinden etter at det i mange år under foredlingen av roser hovedsakelig har blitt lagt vekt på egenskaper som farge, form og holdbarhet. Resultatet er at et stort antall rosesorter slett ikke "dufter som en rose" (figur 6). For å kunne gjøre noe med dette er det nødvendig med større kunnskap rundt produksjonen (biosyntesen) av duftstoffer. Kartlegging av gener og enzymer som er



Figur 5. Cellelinje modifisert med et gen som øker produksjonen av antocyaninpigmenter i cellene (til venstre), og en ikke-modifisert cellelinje (til høyre). Det er samme pigment som produseres i begge linjene, men den modifiserte kulturen gir en mer effektiv og lønnsom produksjon av pigmenter når fargestoffene skal isoleres fra cellene.

Foto: Crop & Food Research, New Zealand.

involvert i biosyntesen av duftstoffer baner veien for neste skritt, som kan være å introdusere interessante "duftgener" til kommersielle blomstersorter uten duft, eller for å forsterke eller endre den eksisterende duften.

Dvergvekst og busking

For både grønne og blomstrende pottplanter (hvor hele planten utgjør det salgbare produktet, ikke bare avskårne blomster) er plantens høyde og evne til å forgrene seg (busking) avgjørende for mange arters popularitet. Evnen til god busking gir for mange arter en fin og tett planteform, og det kan være spesielt viktig for de blomstrende pottplantene hvor flere sidegrener gir flere blomster, som for eksempel hos julestjerne og krysantemum. Gartneren kan også påvirke høydeveksten og øke forgreningen ved å bruke veksthemmende kjemikalier, regulere temperaturen i veksthuset eller fjerne toppskuddet hos planten.

Genet *rolC*

Genteknologi kan benyttes til å påvirke planters vekstform. Genet som i flest tilfeller har gitt resultater er *rolC*-genet hentet fra jordbakterien *Agrobacterium rhizogenes*. Normalt overføres *rolC* (som en av flere typer *rol*-gener) til plantens genom gjennom bakteriens naturlige evne til å overføre gener og indusere plantesykdom. Genet fører til endringer i plantens produksjon av plantehormonet cytokinin, som i balanse med andre hormoner styrer vekst og utvikling i planter. Virkningen i planter som har fått innført *rolC* ved genmodifisering,



Figur 6. Dufter – dufter ikke? Rosene Friesia (øverst t.v.), Queen Elizabeth (øverst t.h.), Peace (nederst t.v.) og Syr (nederst t.h.) er alle vakre hageroser brukt i Norge. Friesia har en viss roseduft, men hos de andre tre står ikke duften i stil med utseendet! Foto: Jeanette Brun, UMB.

kan være dempet strekingsvekst og økt forgrening, som er observert blant annet i petunia og krysantemum. Introduksjon av genet har også ført til økt dannelse av røtter i nellik, som er gunstig for planter som formeres med stiklinger.

Sykdomsresistens

Blomsterprodusenter selger et produkt på grunnlag av en pryddverdi og har derfor en meget lav toleranse for skader på blad og blomst. Dette har igjen ført til et relativt stort forbruk av kjemikalier mot sopp, bakterier og insekter. I tillegg er virussykdommer et stort problem som medfører anselige tap i mange viktige blomster-

kulturer. Teknikker innen vevskultur benyttes for å få virus- og bakteriefritt plantemateriale, men disse plantene er bare sikret et godt utgangspunkt i starten av vekstperioden – de er ikke beskyttet mot nye/fremtidige infeksjoner av virus eller bakterier (se egen artikkel på s. 16). Det kan derfor være ønskelig med strategier som gir blomsterplantene en mer kontinuerlig beskyttelse mot skadegjørere, og bruk av genteknologi (genmodifisering) kan være en vei å gå. Det finnes allerede noen eksempler på genmodifiserte planter som mais og bomull, hvor gener fra bakterien *Bacillus thuringiensis* (Bt-gener) er satt inn

for at planten skal motstå insektangrep. I arbeidet med virus og virusresistens er det viktig med kunnskap om hvordan virussykdommer opptrer i planten og hvilke prosesser det er mulig å påvirke/forhindre. Også i arbeidet med soppresistens benytter man kunnskap om plantens forsvarsmekanismer og egenskaper ved soppen som basis for genmodifikasjoner (se jordbærartikkel i GENi^{alt} 1/2004).

Holdbarhet

Et klart krav fra forbrukerne, og en utfordring for produsenter og grossister, er snittblomstenes og pottplantenes holdbarhet. I prosessen med høsting av

snittblomster og ved transport blir plantene utsatt for stress, noe som utløser en produksjon av etylen i plantene. Etylen er et plantehormon som produseres i alle deler av planten (i større eller mindre grad), og er involvert i mange prosesser, deriblant aldring og bladfelling. Ved hjelp av genmodifisering kan man foreta en målrettet regulering av spesifikke trinn i utviklingen av hormonet. Strategier som har vært brukt, er for eksempel å minske plantens følsomhet for etylen eller å hindre/reducere plantens egenproduksjon av dette stoffet. Sistnevnte strategi er prøvd ut på julegledet i gruppen til Trine Hvoslef-Eide, UMB, Ås. Etylen er imidlertid ikke like avgjørende for alle planteslags aldringsprosesser, eksempelvis for julestjerne.

Aksept for GM-blomster?

Hvorvidt genteknologi blir en prioritert foredlingsstrategi i fremtidens pryddplantenæring er avhengig av hvordan nye blomstersorter, fremskaffet ved denne metoden, blir mottatt av forbrukerne. Sett i forhold til genmodifiserte matplanter vil kanskje genmodifiserte blomster oppleves som mindre kontroversielle, i og med at de normalt ikke spises av mennesker eller dyr. Miljømessig utgjør de kanskje også en mindre risiko fordi dyrking til dels skjer i veksthus, noe som begrenser kontakten med miljøet, og fordi mange blomsterplanter kommer fra varmere klima og ikke kan overleve strenge vintre. Uansett – mister buketten noe av sin skjønnhet dersom kunden vet at den er genmodifisert

for å endre farge og duft?

Nina Vik er seniorrådgiver ved Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim. Simon Deroles er seniorforsker i pigmentgruppen ved Crop & Food Research, New Zealand.

Litteratur og videre lesning:

Cadic, A. and Widehem, C. (2001). Breeding goals for new ornamentals. Acta Hort 552:75-86

Deroles, S.C., Bradley, M.J., Schwinn, K.E., Markham, K.R., Bloor, S., Manson, D.G. and Davies, K.M. (1998). An anti-sense chalcone synthase cDNA leads to novel colour patterns in lisianthus (Eustoma grandiflorum) flowers. Molecular breeding (4):59-66

Dudareva, N. and Pichersky, E. (2000). Biochemical and molecular genetic aspects of floral scents. Plant Physiol. 122:627-633

Nielsen, K., Deroles, S.C., Markham, K.R., Bradley, M.J., Podivinsky, E. and Manson, D. (2002). Antisense flavonol synthase alters copigmentation and flower color in lisianthus. Molecular breeding (9):217-229

Vainstein, A (ed.) Breeding for ornamentals: Classical and molecular approaches (2002). Kluwer Acad. Publishers, Nederland

Vainstein, A., Adam, Z., Zamir, D. and Weiss D. (2003). Rose Fragrance: Genomic Approaches and Metabolic Engineering. Acta Hort 612: 105-113



Planter på glass og celler i løsning

Fra en eneste plantecelle kan man danne komplette, nye planter med blomst, blad, stengel og rot. I tillegg har celler fra et gitt plantevev evnen til gå tilbake til en uspesialisert form. Det er disse fantastiske egenskapene som har åpnet for mange muligheter ved bruk av celle- og vevskultur i planter.

Nina Vik, Anne Kathrine Hvoslef-Eide,
Astrid Sivertsen og Gry Skjeseth

Oppformering av plantemateriale *in vitro* (i glasskolber) er teknikker for dyrking og oppformering av planter eller planteceller i en beholder, med fast eller flytende næringsmedium. Nye planter kan dannes fra vev som bladskiver, deler av stilk, skuddspisser eller enkeltceller. Resultatet er planter som blir genetisk identisk sitt opphav – altså kloner.

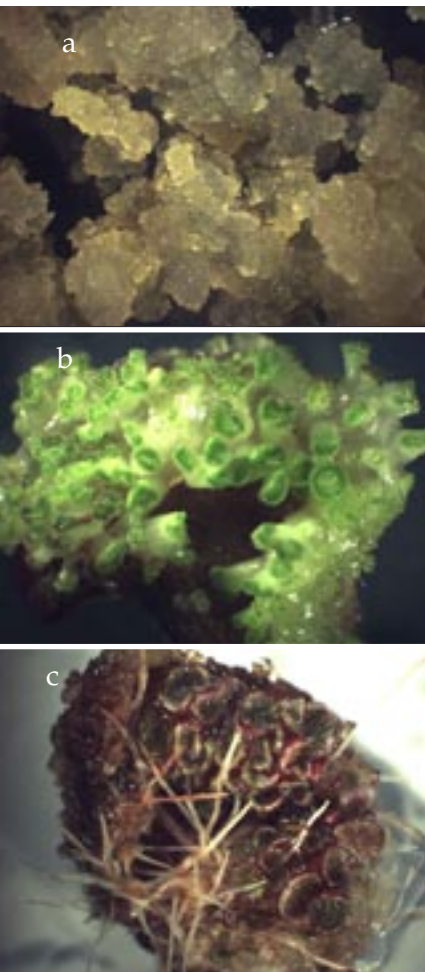
Det er mange anvendelsesområder for celle- og vevskultur basert på plantemateriale. Blant disse har vi masseoppformering, det å lage hele planter fra genmodifiserte celler, skuddspisskultur for sykdomsrensing, samt teknikker for bevaring av truede plantearter og produksjon av ulike stoffer.

Masseoppformering

En storskala oppformering av planter er mulig fra et

begrenset utgangsmateriale. Plantevev skjæres da av fra en morplante og plasseres på et fast, geléaktig vekstmedium. I vevets snittflater vil det skje en sterk celledeling, og det kan dannes klumper av uddifferensierte celler (kallus) (Figur 1a). Ved å justere næringsinnhold og forhold mellom plante-hormoner i det faste vekstmediet, kan celleklumpene danne nye skudd med topp og rot (Figur 1b og c). I cellekulturer har man overført kallus til beholdere med flytende vekstmedium, og der løser celleklumpene seg opp slik at enkeltceller flyter rundt i løsningen. Med de rette kjemiske eller fysiske impulser vil hver celle i løsningen kunne utvikles til små embryo (i likhet med frø), som kan spire og utvikle seg til nye planter. Betingelsene i kulturen

må ofte tilpasses den enkelte plantart. Dette kan være arbeidskrevende, men likevel svare seg dersom tradisjonell formering ved stiklinger eller frøforming er vanskelig. Det er for eksempel interessant å bruke vevskultur for sesongbetonte kulturer (for eksempel julebegonia) hvor svært mange planter skal produ-



Figur 1. (a) Dyrking på fast vekstmedium av kallus, som består av uendifferensierte planteceller. Foto: Tone Melby, UMB. (b) Massiv formering av nye planteskudd dannet fra bladskive av *St. Paulia*. Mengden av plantehormonet cytokinin i forhold til hormonet auxin er økt i næringsmediet for å fremme skuddanning. Foto: Astrid Sivertsen, UMB. (c) For å fremme rot danning økes mengden av plantehormonet auxin i forhold til cytokinin. Foto: Astrid Sivertsen, UMB.

seres i løpet av et kort tidsrom. Likeledes kan masseoppformering benyttes i naturvernets tjeneste, for eksempel i land hvor befolkningen er økonomisk avhengig av å høste planter i verneverdige områder. For å begrense inngrepene og samtidig sikre folk deres levebrød, kan plantasjer etableres med vevskulturprogrammer slik at planter deretter kan fordeles for videre dyrking. Ett eksempel her er plantasjer med bambus som "letter trykket" på skogene ved å gi mat og materialer til huskonstruksjoner og møbelindustri i India (se nettsiden www.inbar.int).

Genmodifisert plantemateriale

Det er to hovedmetoder for genmodifisering av planter. Man kan benytte seg av *Agrobacterium*, en jordbakterie som naturlig overfører gener til planter, eller en "genkanon" som skyter DNA festet til metallpartikler rett inn i planteceller. Begge metoder krever med få unntak bruk av vevskultur. Fordi et gen for antibiotikaresistens eller sprøytemiddelresistens som oftest også inkluderes i DNAet som overføres, kan man foreta en utvelgelse på vevskulturstadiet ved å tilsette antibiotika eller ugrasmidler (herbicider) direkte i vekstmediet. Dermed er det bare celler som har fått overført DNA, som kan undersøkes videre.

Skuddspisskultur

Planter som formeres vegetativt ved bruk av stiklinger (se faktaboks), får ofte en opphopning av sykdommer ved at de blir utsatt for smitte gjennom

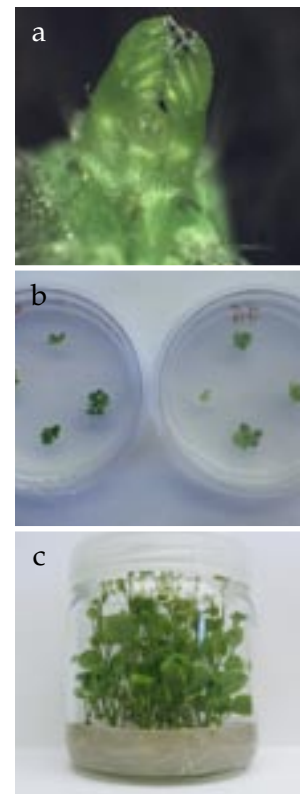
hver generasjon.

Skuddspisskultur, også kalt meristemkultur, benyttes for å fjerne virus- og bakteriesykdommer.

Utvalgte planter som skal renses for virus, kan plasseres ved høy temperatur (ca. 34 °C og opp mot 37 °C for treaktige planter) i 6-8 uker. Hensikten er å øke plantenes strekningsvekst i så stor grad at viruspartiklene, som befinner seg i plantens ledningsvev, ikke rekker å "henge med" helt ut i vekstpunktene i skuddspissene. Skuddspisser så små som 0,2 mm blir skåret av og plassert på dyrkingsmedium, hvor de utvikler seg til planter – forhåpentlig frie for virus (Figur 2a-c). Det er en hårfin balansegang mellom å ta så små skuddspisser at sykdommene ikke følger med som nissen på lasset, og samtidig ha en stor nok bit til at skuddspissen kan utvikle seg til en ny plante.

Når målet er å rense planten for bakterier, blir de ikke varmebehandlet, men små biter fra plantens toppskudd (det apikale meristem) skjæres av i håp om at bakteriene ikke skal ha nådd helt til topps. Forsøk på å rense planter for viroider (enkle virusliknende RNA-molekyler uten proteinkappe) er også utført ved å skjære vekstpunktbiten fra planter som har vært kjølebehandlet ved 5 °C i 6 måneder.

Smittepresset som følger med spredning av virus ved hjelp av insekter, er spesielt stort i tropiske land, og det vil her være gunstig med så mye friskt utgangsmateriale som mulig av planter med økonomisk betydning. Det er for eksempel oppnådd gode resultater i lime og



Figur 2. (a) Nærbilde av vekstpunkt som skjæres av plantene og danner utgangspunktet for skuddspisskulturen. (b) Avskårne skuddspisser av pelargonium plassert på fast vekstmedium, tidlig stadium av skuddspisskultur. (c) Skudd av lobelia, sent stadium skuddspisskultur. Foto: Astrid Sivertsen, UMB

appelsin ved bruk av skuddspisskulturer i India. I Norge blir metoden blant annet brukt til å rense en rekke pryddplanter for virus og bakterier, samt til virusrensing av jordbær, bringebær og potet.

Det er viktig å merke seg at metodene skissert her ikke gir plantene beskyttelse mot fremtidig smitte fra virus og bakterier – de er utelukkende sikret et godt utgangspunkt for vekst og utvikling ved å være fri for sykdommer.

Bevaring

Vevskultur kan også benyttes for å bevare sjeldne plantearter. Det er

eksempelvis mulig å avhjelpe frøformering ved dyrking av vevskulturer basert på frøembryo ("embryo rescue"). Materiale kan også, som tidligere beskrevet, oppformeres, noe som er spesielt viktig for truede arter med få gjenlevende eksemplarer.

Botaniske hager, som Kew Gardens i London, arbeider med å bevare dagens genetiske mangfold for fremtiden. Når vevskultur brukes til dette formål, er det viktig å huske på at oppformerte planter er genetisk identiske med morplanten. Derfor må man sikre et så bredt genetisk utvalg som mulig blant plantene man tar utgangspunkt i.

Nina Vik er seniorrådgiver ved Direktoratet for naturforvaltning i Trondheim.

Anne Kathrine Hvoslef-Eide er førsteamanuensis ved Institutt for plante- og miljøvitenskap, UMB, Ås. Astrid Sivertsen er prosjektleder på Fremavl ved Institutt for plante- og miljøvitenskap, UMB. Gry Skjeseth er senior forskningstekniker ved Institutt for plante- og miljøvitenskap, UMB, og er også knyttet til Fremavl prosjektet.

Litteratur og videre lesning:

Hvoslef-Eide, A.K. & O.A.

Rognli, O.A. (1995). Environmental aspects of biotechnology transfer. In: D.W. Altman & K.N. Watanabe (Eds) Plant Biotechnology Transfer to Developing Countries. Chapter 3: pp 37-50, R.G. Landes Company, Texas, USA

Hvoslef-Eide, A.K. (1994) Masseformering ved vevskultur/cellekultur. Fra Bioteknologi i planter, Faginno nr. 25, NLH – Fagttjenesten, Indre Smaalenenes Trykkeri.

Utvinning i bioreaktor

Utvinning av stoffer fra planteceller som dyrkes i bioreaktorer, kan være lønnsomt dersom man finner cellelinjer med god ytelse og produktene ellers er kostbare å utvinne på vanlig måte. Dette kan eksempelvis gjelde for pigmenter, eteriske oljer og stoffer med medisinsk virkning. I praksis kan man ende opp med "en hel åker i en kolbe"!



Moderne bioreaktor med en cellekultur i flytende næringsmedium. Foto: A.K. Hvoslef-Eide.

Tradisjonell formering av planter

Det er to hovedmetoder for planteformering: frøformering (generativ/seksuell formering) og vegetativ formering. Ved bruk av frøformering får avkommet genetiske egenskaper fra to foreldre. Fordele med frøformering er et større genetisk mangfold i avkommet, og sykdommer fremkalt av virus og bakterier vil oftest ikke følge frøet. I vegetativ formering (stiklingsformering) stikkes plantematerialet (blad, stilker m/sideskudd,

skuddspisser) direkte i et vekstmedium, og det dannes røtter og skudd. Stiklingene er genetisk identisk med planten de er hentet fra, noe som gir svært like planter. Poding, en sammenføring av plantevev (rot og skudd) fra to ulike planter, er en kostbar form for vegetativ formering som vi benytter for verdifulle planter, som frukttrær og vindruer, som skal stå i mange år.

Miljøer for vevskultur i Norge

Fremavl ved Institutt for plante- og miljøvitenskap, Universitetet for miljø og biovitenskap (UMB), Ås, Gartnerhallens Eliteplantestasjon, Sauherad, og Plantevernet, Planteforsk, Ås, utfører rensing av virus i

potet. Gartnerhallens eliteplantestasjon, Sauherad og Overhalla Klonavlssenter, Nord-Trøndelag, foretar masseoppformering av virusrenset potet.

Nytt om stamceller

Den internasjonale foreininga for stamcelleforskning (ISSCR) inviterte nyleg verdas stamcelleforskarar til San Francisco. Over 2000 personar frå ei rekkje land i alle verdsdelar deltok på møtet, som varte frå 22. til 25. juni.

Ole Johan Borge

Ved byrjinga av møtet ytra nobelprisvinnaren Paul Berg sin tydelege oppfordring om å støtta forskning på stamceller isolert frå befrukta egg. Han uttrykka samstundes glede over California som no hadde teke leiinga på området ved å investera minst 300 millionar kroner årleg i stamcelleforskning i dei neste 10-14 åra (sjå GENiAlt 1/2005). Berg var svært optimistisk med tanke på kva denne forskinga kunne leia til for pasientar som i dag ikkje hadde gode behandlingsalternativ, men presiserte tydeleg at det vil vera tidkrevjande å utvikla nye behandlingsmetodar.

Manglande offentleg stønad

Den anerkjende stamcelleforskaren Irving Weissman frå Stanford-universitetet i California uttrykka misnøye med den manglande offentlege stønad til stamcelleforskinga i USA. Han sa det så sterkt at "eg vil helde dei som seier nei til forskinga på stamceller frå befrukta egg, ansvarleg for liva som går tapte!". På spørsmålet om ikkje stamceller frå fødte kunne gjera same nytte, svara forskarane at stamceller frå befrukta egg har fleire

ynskjelege eigenskapar enn stamcellene frå fødte, og at det vil avgrensa forskinga om ein berre forskar på eitt alternativ. Paul Berg sa: "Me kan i dag velja å bare satsa på stamceller frå fødte menneskjer, men kva om den satsinga om 8-10 år vil visa seg å vera feil?".

Stamceller frå befrukta egg

I løpet av dei siste to åra har det kome fram mykje ny kunnskap om stamceller frå befrukta egg – såkalla embryonale stamceller. Det er enno ikkje rapportert om at nokon har prøvd å behandla pasientar med celler utvikla frå embryonale stamceller, men på møtet vart det presentert resultat frå fleire ulike dyreforsøk som etterlikna tenkte behandlingsmetodar på menneskjer. Det vart blant anna vist forsøk der mus med ryggmargsskadar og Parkinsons sjukdom fekk transplantert inn nerve-stamceller. Desse forsøka var så lovande at fleire antyda at dei fyrste forsøka med menneskjer truleg vil starte opp i løpet av dei neste 6-18 månedane.

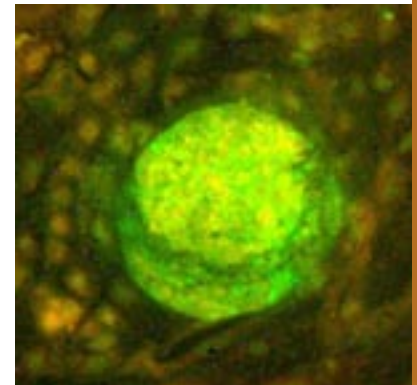
Sør-Korea i teten?

Forskarar frå Sør-Korea har dei siste åra utmerka

seg innan embryonal stamcelleforskning. Det er blant anna berre frå Sør-Korea at det er rapportert om at forskarar har laga embryonale stamceller frå fødte menneskjer med såkalla terapeutisk kloning. Det var mange forskarar frå Sør-Korea til stades i San Francisco, og desse stakk seg ut ved å liggja langt framme. Det vil ikkje vera svært overraskandes om dei fyrste forsøka med transplantasjon av celler utvikla frå embryonale stamceller vil skje i Sør-Korea.

Celler og protein frå dyr

Dei fyrste stamcellelinjene som vart isolerte frå befrukta egg frå menneskjer, har i lengre tid vore i kontakt med museceller og protein frå dyr. Det er blitt uttrykka ei aning uro for at desse stamcellelinjene ikkje kan brukast i behandling av menneskjer, dette grunna moglegheit for at dei kan vera smitta med virus og lettare bli oppdaga av det menneskjelege immunforsvar. Fleire forskarar rapporterte no om at dei klarde å isolera nye stamcellelinjer frå befrukta egg utelukkande med hjelp av celler og protein frå menneskje. Samstundes indikerte for-



Ein koloni med humane embryonale stamceller, farga med eit fluorescerande fargestoff. Foto: Dr. Nick Strelchenko, the Reproductive Genetics Institute, Chicago, Illinois., U.S.A.

skarar frå eit amerikansk selskap (Geron) at dei truleg ville få løyve til å gjera forsøk med menneskjer der dei tek i bruk dei gamle cellelinjene som hadde vore i kontakt med celler og protein frå dyr.

Navlestrengsblod

Bedrifta BioE la fram oppsiktsvekkjande resultat frå forskning på stamceller frå navlestrengsblod. Bedrifta hevda at dei hadde lukkast i å isolera ein type stamceller frå navlestrengsblod som kunne produsera nerve-, muskel-, endotel-, lever-, og feittceller. Desse cellene var det også mogleg å dyrka i laboratoriet i lang tid. Ein av dei største utfordringane med dei fleste stamcelletypene me i dag kjenner frå fødte individ, er at dei misser sine stamcelle-eigenskapar etter kort tid i laboratoriet. Bedrifta sitt resultat var foreløpig ikkje etterprøvd av andre forskarar eller spesielt godt

karakterisert, så det står att å sjå om resultatane består etter ei grundig evaluering også frå andre forskarar. Eit moment med dette, som er verdt å nemna, er at desse stamcellene berre kunne isolerast med ein spesiell isoleringsmetode. Dette var ein metode som var forskjellig frå den ein i dag bruker ved vanleg nedfrysing av navlestrengsblod for best mogleg framtidig bruk i behandling.

Stamceller og genterapi

Det vart rapportert få nye studie der stamceller frå fødte vart forsøkt brukt i behandling av pasientar. Det vart likevel lagt fram eit forsøk av italienaren Claudio Bordignon frå Milano. Dei hadde behandla seks pasientar med alvorleg arveleg immunsvikt. Behandlinga gjekk ut på å isolera bloddanna stamceller frå pasientens beinmarg, setja inn eit fungerande gen i stamcellene og deretter transplantera stamcellene tilbake til pasienten. Desse studia var ikkje avslutta, men resultatane så langt viste at pasientane etter kvart utvikla eit immunforsvar og at dei truleg kunne varta tilnærma friske. Liknande studie tidlegare har ført til kreft hjå nokre av pasientane, men ingen av desse seks pasientane hadde foreløpig fått nokre alvorlege biverknader.

(Omsett frå bokmål av Mathias Oppedal, sivilarbeidar i Bioteknologinemnda)

For mer informasjon

Kan mennesker klekkes?

Overføring av gener og celler mellom ulike individer har til nå ikke vært spesielt omdiskutert eller ansett som etisk problematisk. Ett unntak er overføring av celler fra dyr til mennesker. Den siste tiden har imidlertid kimærer begynt å bli diskutert internasjonalt. Dette dreier seg i hovedsak om kimærer som er laget ved å injisere celler fra mennesker i dyreembryoer. I disse forsøkene vil de humane cellene teoretisk sett kunne utvikle seg til å bli en del av alle dyrets organer og vev. Enkelte av disse forsøkene reiser etiske spørsmål som til nå er lite diskutert i Norge.

Ole Johan Borge



Den opprinnelige Kimæren fra Arezzo, en etruskisk bronseskulptur fra ca. 400 år f.Kr. Udyret hadde hodet til en løve, kroppen til en geit og halen til en drage. Etruskerne hadde sitt kjerneområde i Mellom-Italia i dagens Toscana. Foto: Gianni Dagli Orti/CORBIS.

Overføring av gener fra en art til en annen vil normalt være å anse som genmodifisering. Dette kan gjelde vel så mye gener fra en dyreart over i en annen, men også gener fra mennesker til dyr. I tillegg til enkeltgener er det også mulig å overføre hele eller store deler av kromosomer fra en art til en annen. Et spørsmål som raskt dukker opp, er hvor mange gener, fra for eksempel mennesker, som kan overføres til mus før det begynner å bli etisk problematisk. Ett gen kan for

de fleste være uproblematisk, men hva med 100 eller 5000?

Dyr/menneske?

Nylig ble det rapportert at man hadde lyktes med å overføre nesten hele det menneskelige kromosom 21 til mus slik at det blir mulig å studere biologiske sider ved Downs syndrom bedre enn tidligere. Vil det videre være av betydning hvilken art som mottar de humane genene? Teoretisk kan det tenkes overføring av et stort antall humane gener til aper. For eksem-

pel kan en "humanzee", en krysning mellom sjimpanse og menneske, bli mulig.

Xenotransplantasjon

Overføring av celler fra en art til en annen kalles xenotransplantasjon. Debatten om xenotransplantasjon har nesten utelukkende dreid seg om transplantasjon av celler fra fødte dyr til mennesker – og ikke omvendt. Utfordringene ved xenotransplantasjon har i hovedsak vært knyttet til risiko for at det vil kunne dannes nye virus typer som kan være farlige for mennesker. Transplantasjon av dyreceller til mennesker forekommer i dag nesten ikke. Derimot er det svært utbredt å transplantere enten celler fra mennesker til dyr eller fra en dyreart til en annen dyreart innen for eksempel kreftforskningen.

Kimærer

Det er ingen entydig definisjon på kimærer, men ordet stammer fra "Chimera" i gresk mytologi og var betegnelsen på et udyr

med hodet til en løve, kroppen til en geit og halen til en drage (se bildet). Dagens diskusjon om kimærer knyttes typisk til transplantasjon av celler fra én art til en annen på et tidlig utviklingsstadium (ofte embryostadiet). Kimærer kan også oppstå spontant de første 14 dagene av et svangerskap når toeggede tvillinger (til og med av ulike kjønn) smelter sammen i livmoren og danner én organisme. Avhengig av hvordan en slik kimær utvikler seg, vil den for eksempel kunne få nyrer dannet av celler fra den ene befruktningen og lever fra den andre. Noen ytterst få slike menneskekimærer er kjent, men det er foreløpig vanskelig å si noe om hyppigheten siden de færreste av oss har fått flere organer undersøkt genetisk.

Mer vanlig er imidlertid kimærer som er et resultat av målrettet forskning. Et mye omtalt forsøk i 1984 førte til fødsel av ei "sauageit" ("geep" på engelsk). Sauageita ble dannet ved å kombinere et embryo fra geit med et embryo fra sau i laboratoriet. Et annet mer vanlig eksempel er når man i stamcelleforskning injiserer celler i et 5-7 dager gammelt embryo for å undersøke om de injiserte cellene inneholder såkalte pluripotente stamceller. De injiserte cellene er pluripotente hvis de kan bidra til alle hovedtypene av celler i det utviklende individet.

Mus med menneskehjerne?

Et annet forsøk, utført under ledelse av professor Weissman ved Stanford-

universitetet i California, har skapt mye debatt. Forskerne lagde mus med en liten andel menneskelige nerveceller i hjernen. Som en oppfølging av disse studiene ønsker de samme forskerne å lage mus som har nærmest utelukkende nerveceller fra menneske. Forskerne bak dette forsøket mener at dette er forskning som er viktig for å kunne få mer kunnskap om den menneskelige hjerne og med det muligheter for nye behandlinger for hjernesykdommer.

Skrekkszenarier

Et (teoretisk) skrekkesenario er dannelsen av to kimærer der menneskeceller injiseres i tidlige embryoer til mus, kylling eller andre dyr. Kimærene vokser opp med menneskeceller i flere organer – deriblant i kjønnscellene. Hvis to slike kimærer får mulighet til å parres vil det kunne være en teoretisk mulighet for at dyret blir gravid med et menneskefoster (eller i egg hvis det er høner).

Norsk lovverk

Alle medisinske forsøk som involverer mennesker og dyr, blir i Norge vurdert av en etisk komité og gjennomføres bare om forsøket blir anbefalt. Dannelsen av kimærer vil i tillegg delvis være regulert i dyrevernloven, transplantasjonsloven, bioteknologiloven og genteknologiloven. Ingen av disse lovene har imidlertid blitt laget spesielt med tanke på kimærer.

De aller fleste forsøkene som involverer dannelsen av kimærer, vil mange hevde er etisk uproblematisk, gitt at dyrene ikke

utsettes for unødvendig smerte og lidelse. På den andre side vil mange instinktivt reagere på dannelsen av dyr med en høy andel menneskeceller i

flere av kroppens organer. Her vil nok menneskeceller i hjernen og kjønnscellene kunne oppfattes som spesielt problematisk.

Ulike "blandinger"

Kimærer kan oppstå spontant de første 14 dagene av et svangerskap når toeggede tvillinger smelter sammen i livmoren og danner én organisme. I bioteknologisk sammenheng omtales kimærer ofte som én organisme som består av celler fra to ulike befruktninger.

Hybrider er i motsetning til kimærer organismer dannet fra én befruktning, men der kjønnscellene kommer fra ulike

arter. Eksempelvis er muldyr en hybrid som er dannet ved parring mellom en hest (en hoppe) og et esel (se foto).

Mosaikk-individer inneholder celler med ulike genetisk sammensetning, men alle cellene stammer fra én vanlig befruktning. Inaktivering av det ene X-kromosomet hos kvinner brukes ofte som et eksempel. Dette fordi det varierer mellom cellene hvilket X-kromosom som er aktivt/inaktivert.



Muldyr i Kardemomme By, Dyreparken i Kristiansand.
Foto: Bård Løken / NN / Samfoto.

Oppfinnelser med transgene dyr

Patentdirektivet (biodirektivet) regulerer adgangen til å få patent på tekniske oppfinnelser knyttet til biologisk materiale, inkludert planter og dyr.

Da patentdirektivet etter mye debatt ble innført i norsk lovgivning i 2004, ble det åpnet for patent på transgene dyr under visse betingelser. Det kan for eksempel ikke gis patent som strider mot grunnleggende etiske hensyn.

Inger Næsgaard og Eivind Roverud



Onkomusa ble skapt ved Harvard Medical School på slutten av 1980-tallet. Den utvikler kreft og benyttes for å studere hvordan kreftformer utvikler seg og hvordan de kan behandles. Foto: AP Photo/Harvard Medical School/HO.

”Onkomusa”

13. mai 1992 ble det av Det europeiske patentverket (EPO) meddelt et patent på ”et transgent ikke-humant dyr hvis celler inneholder et aktivert onkogen”. Dyrene vil i stor grad utvikle svulster og egner seg derfor godt som forsøksdyr til utprøving av kreftmedisiner. Patentet gjelder ikke i Norge, fordi Norge ikke har tiltrådt Den europeiske patentkonvensjonen (EPC).

Patentet har fått mye oppmerksomhet, og det har innkommet mange klager, blant annet etisk begrunnende klager på patents omfang. Det

europiske patentkontorets ankeinstans har behandlet patentet to ganger.

Ved første behandling ble patentet begrenset til transgene gnagere, mens patentet ved den andre behandlingen ble ytterligere begrenset til transgene mus. Disse begrensningene er etisk begrunnet. Patentsøker har kun vist medisinsk nytteverdi for mus, og det godtas ikke krav rettet på dyr som kan påføres lidelse uten at det er dokumentert en vesentlig medisinsk nytte ved utnyttelsen av det modifiserte dyret.

Det drives mye forskning rettet mot kommersiell utnyttelse av geninformasjon fra dyr og mennesker. Det identifiseres for eksempel gener som kan utnyttes til forbedret kjøttkvalitet, øket vekst eller resistens mot parasitter hos produksjonsdyr, og til produksjon av legemidler hos dyr eller til utvikling av testdyr for medisinsk forskning. Enkelte resultater fra denne forskningen fører også til at det søkes patent på de utnyttbare genene og selve dyra som er modifisert med slike gener.

Et patent gir enerett til å utnytte en oppfinnelse kommersielt. Patenter inneholder en beskrivelse av oppfinnelsen etterfulgt av et eller flere patentkrav. Det er patentkravene som definerer oppfinnelsen som eneretten gjelder.

Tekniske kriterier

Oppfinnelser som gjelder transgene dyr, må, som alle andre patenterbare oppfinnelser, ha teknisk effekt, teknisk karakter og være reproducerbare. Videre må oppfinnelsen naturligvis være ny og skille seg vesentlig fra det som tidligere er kjent, og være industrielt anvendbar.

Oppfinnelser som gjelder transgene dyr, må i tillegg oppfylle kriteriet om ikke å være teknisk begrenset til én dyrerace. I prinsippet vil godtakbare krav på dyr derfor være en dyregruppe som kjenetegnes ved et bestemt gen eller modifisering. Mens en dyrerace kjennetegnes ved sitt samlede genom, vil et patentkrav som er rettet på transgene dyr, karakteriseres ved ett bestemt gen eller modifikasjon.

Dersom det meddeles patent på et gen eller en genkonstruksjon, vil patentbeskyttelsen omfatte ethvert modifisert materiale som genet eller genkonstruksjonen inngår i, og hvor genets informasjon kommer til uttrykk. For eksempel kan dette være plasmider, vertsceller, planter og dyr. Patentbeskyttelsen vil derimot aldri omfatte biologisk materiale i sin naturlige tilstand. Et patent på et gen vil bare beskytte den kommersielle utnyttelsen av genet – annen bruk berøres ikke.

Kriteriet om etiske prinsipper

Den kommersielle utnyttelsen av oppfinnelser basert på transgene dyr vil også måtte vurderes i lys av grunnleggende etiske eller moralske prinsipper. I henhold til betraktningene som patentdirektivet bygger på, er hvert enkelt land gitt et spillerom til å velge sitt eget beskyttelsesnivå basert på sine etiske normer. Ifølge *patentlovens § 1b* skal det ikke gis patent på fremgangsmåter for å gen-

modifisere dyr, eller dyr fremstilt ved slike fremgangsmåter, som kan påføre dyrene lidelser uten at det medfører noen vesentlig medisinsk nytte.

Her vil mulig lidelse hos dyrene veies mot dokumentert medisinsk nytte for mennesker eller dyr (se faktaboks om "onkoma").

Patentdirektivet (biodirektivet)

EU-direktiv 98/44/EF av 6. juli 1998 om rettslig beskyttelse av bioteknologiske oppfinnelser regulerer adgangen til å få patent på oppfinnelser knyttet til biologisk materiale. Direktivet har som utgangspunkt at det skal være samme adgang til å få patent på bioteknologiske oppfinnelser som på andre oppfinnelser. Formålet med direktivet er næringspolitisk. Ved å klargjøre og harmonisere reglene om patentbeskyttelse på bioteknologiområdet tas det sikte på å stimulere til vekst og å bedre konkurransevnen på bioteknologiområdet i det indre marked som Norge er en

del av gjennom EØS-avtalen.

Direktivet påbyr flere unntak fra patenteringsadgangen. Det kan ikke gis patent på oppfinnelser som det vil stride mot grunnleggende etiske hensyn å utnytte kommersielt. Under artikkel 6, punkt 2, i direktivet er det tatt med en ikke-uttømmende liste over oppfinnelser som skal unntas fra patentering på dette grunnlag. Direktivet forbyr også patent på plantesorter og dyresorter og utelukkende biologiske fremgangsmåter for fremstilling av planter og dyr.

Patentstyret

Patentstyret er en statlig etat under Nærings- og handelsdepartementet med ca. 263 personer ansatt innenfor fagområder som juss, teknikk, økonomi/administrasjon, informasjon og markedsføring.

Patentstyret hjelper norsk næringsliv å styrke virksomheten sin gjennom kunnskap om industrielle rettigheter. Slik kan bedriftene sikre sine investeringer, konkurranseposisjoner og skape økonomisk vekst i det norske samfunnet.

Patentstyrets hovedoppgave er å behandle søknader om patent, varemerke- og designregistreringer. Patentstyret arrangerer kurs og holder foredrag om betydningen av industrielle rettigheter. I tillegg utfører Patentstyret ulike typer forundersøkelser. Her skaffes kunder oversikt over teknologiens stilling på oppgitte områder, gir forhåndsvurderinger av ideer til patenter, varemerker og design og overvåker bestemte aktiviteter eller aktører på oppgitte områder.

Etisk nemnd

Er Patentstyret i tvil om den kommersielle utnyttelsen av patentsøkte transgene dyr strider mot offentlig orden eller moral, skal *Den etiske nemnda for patentsaker* rådspørres for å sikre et best mulig beslutningsgrunnlag i saken.

Andre dyrevernhensyn

Patent på gener eller transgene dyr gir ikke patenthaveren en automatisk rett til å utnytte genet eller dyrene kommersielt. Patentretten verken erstatte eller overflødiggjør annen nasjonal lovgivning som måtte begrense eller forby utnyttelsen av oppfinnelsen, særlig i forhold til folkehelse-, sikkerhets-, miljø- eller dyrevernkraft. I utgangspunktet gir et patent bare innehaveren rett til å forby andre å utnytte oppfinnelsen til kommersielle formål.

Opphevelse av patentrettigheter

Enhver kan, uten omkostninger, innlevere innsigelse mot patenter innen ni måneder etter at patentet ble meddelt. Dersom innsigelsen er begrunnet med at utnyttelsen av oppfinnelsen strider mot grunnleggende etiske prinsipper, er fristen utvidet til tre år fra meddelelsen. Hensikten med den lengre fristen er at det skal være enkelt og billig å oppheve eller begrense patenter som er etisk betenkelige. Innsigelser som inngis etter ni måneder fra meddelelsen, belastes imidlertid med en avgift på 2600 kr.

Dersom innsigelser ikke fører frem, kan patenter kjøpes ugyldige i domstolene. Saksomkostninger og

eventuelt erstatningsansvar fordeles mellom partene i henhold til domslutningen som ved andre rettsaker.

Inger Næsgaard er patentfagansvarlig og Eivind Roverud saksbehandler i Patentstyret.

Aktuelle nettadresser:

Patentlovens § 1b:

<http://www.patentstyret.no/templates/kap1>

Den etiske nemnda for patentsaker:

<http://www.etikkom.no/patent>

Biotent: www.biotent.no

<http://legal.european-patent-office.org/dg3/pdf/t030315ex1.pdf>

Biodirektivet:

http://odin.dep.no/jd/norsk/dok/andre_dok/rapporter/012001-220007/ved001-bn.html

www.patentstyret.no



Redaktør
Casper Linnestad

TIPS
GENialt

bion@bion.no

Åpen høring om forskning på befruktede egg

Onsdag 7. desember 2005 kl. 11.45 - 16.00

Sted: Felix Konferansesenter, Aker Brygge (Bryggetorget 3), Oslo.

Stortinget vedtok 9. juni 2005 å be regjeringen legge frem et forslag til revidert bioteknologilov og i den forbindelse åpne for forskning på overtallige befruktede egg.

Norge har siden 1987 hatt et forbud mot forskning på befruktede egg. I 2002 ble loven endret for å presisere at forbudet mot forskning på befruktede egg også skulle gjelde menneskeembryoer og cellelinjer dyrket opp fra befruktede egg eller menneskeembryoer. I merknadene til dagens forbud er det presisert at forbruket også omfatter bruk til opplæring, metodeutvikling og kvalitetsutvikling.

I forbindelse med at bioteknologiloven skal revideres, har Bioteknologinemnda og Sosial- og helsedirektoratet blitt spurt av Helse- og omsorgsdepartementet om å bidra. Vi ønsker at denne saken skal belyses bredt og innkaller derfor til en høring der alle inviteres til å fremme sine synspunkter på forskning på befruktede egg.

Høringen vil ta opp etiske dilemmaer knyttet til ulike former for forskning på befruktede egg, hvilke egg som eventuelt bør kunne forskes på, og under hvilke forutsetninger.



Bioteknologinemnda



Sosial- og helsedirektoratet

Religion og bioteknologi – bioteknologi i et flerkulturelt samfunn

Onsdag 14. desember 2005 kl. 12.30 - 18.00

Sted: Thon Hotel Opera (ved Oslo Sentralstasjon)

De ulike verdensreligionene har ulike måter å se bioteknologi på. Tema som innen kristendommen er svært omstridte, kan for eksempel være uproblematisk innen buddhismen. Bioteknologinemnda ønsker med dette møtet å invitere til en åpen dialog om de ulike verdensreligionenes syn på bioteknologi.

Det er bestemt at bioteknologiloven skal revideres. I lovens formålsparagraf står i dag at bioteknologi skal utnyttes til beste for alle og at dette skal skje i samsvar med de etiske normer nedfelt i vår vestlige kulturarv. Hvordan skal vi forstå uttrykket "vestlige kulturarv" i dagens flerkulturelle samfunn?

Begge møter er gratis og åpne for alle. For mer informasjon om program og påmelding, se Bioteknologinemndas hjemmeside www.bion.no eller kontakt nemndas sekretariat.



Bioteknologinemnda

Bioteknologinemnda

Postboks 522 Sentrum, 0105 Oslo

Telefon: 24 15 60 20 - Faks: 24 15 60 29

e-post: bion@bion.no

www.bion.no