



GENialt

TIDSSKRIFT FRA
BIOTEKNOLOGINEMNDA
NR. 2/2007 • 16. ÅRGANG

Sæddonasjon

- Travel plantevår for nemnda
- Nye nemndsmedlemmer
- Stormøte om stamceller
- Tvillinger "uønsket"
- Stamceller fra omprogrammerte hudceller?
- Genmodifiserte planter for bønder i Sør?
- Nevroetikk: bioetikkenes nye skanse?
- Genmodifisert myggsommer



Forsidefoto: Humane sædceller.
Foto: Ed White/Gettyimages

Leder	3
Nytt fra nemnda	
Travel plantevår for nemnda	4
Nye nemndsmedlemmer	6
Bruk av donorsæd	7
Stormøte om stamceller	8
Nye publikasjoner	9
Tvillinger "uønsket"	10
Nytt om lærarkurs	11
Hvor mange barn bør en sædgiver kunne få?	12
Kan man lage stamceller ved å omprogrammere hudceller?	14
Genmodifiserte planter for bønder i Sør?	16
Nevroetikk: bioetikken nye skanse?	18
Endringer i bioteknologiloven trer i kraft 1. januar 2008	21
Genmodifisert myggsommer	22
Forskningstorget 2007: Er isbjørnen klona?	23
Lærerkurs og åpne møter	24

GENialt

Nr. 2/2007 – 16. årgang

Redaksjonen avsluttet:
10. juli 2007

Ansvarlig redaktør: Sissel Rogne
Redaktør: Casper Linnestad
Redaksjonsmedarbeidere:
Norunn K. Torheim og Grethe S. Foss

Utgiver: Bioteknologinemnda

Opplag: 9000

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

Postadresse: Postboks 522 Sentrum,
0105 OSLO

Besøksadresse: Rosenkrantz' gate II,
Oslo
Internett: www.bion.no
E-post: bion@bion.no

Produksjon: Spekter Reklamebyrå AS
www.spekter.com

Bioteknologinemnda er et frittstående, regjeringsoppnevnt organ og ble første gang oppnevnt i 1991. Nemnda er hjemlet i lov om humanmedisinsk bruk av bioteknologi m.m. og lov om fremstilling og bruk av genmodifiserte 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 22 medlemmer og observatører fra seks departementer. Bioteknologinemndas sekretariat er lokalisert i Oslo sentrum. Bioteknologinemnda har et budsjett på 7 millioner kroner for 2007.

Nasjonale regler i en globalisert verden

Lars Ødegård

Hva skal vi med nasjonale regler når folk uansett kan dra til utlandet og få gjort det de ønsker? Dette er spørsmål vi i Bioteknologinemnda ofte får, spesielt i tilknytning til det å få barn. Her i landet er det nemlig bare kvinner som er gift eller samboende med menn, som kan få tilbud om assistert befruktning. Paret må dessuten være befruktningsudyktig eller ha alvorlig, arvelig sykdom. Kvinnene må ha egne egg for å få behandling, men paret kan få sæd fra ikke-anonym sædgiver.

Men de som har kunnskapen og/eller pengene, kan dra til utlandet for å få den hjelpen de ønsker. Lesbiske og enslige reiser, spesielt til Danmark, og blir inseminert med sæd fra anonym giver. Par kan dra til andre land for å få donoregg, og homofile menn kan få både donoregg og surrogatmor. Norske par drar også utenlands for å velge kjønn på barna sine. Mulighetene er mange. Her i landet har vi ut fra etiske vurderinger valgt å ha nøye kontroll med hva som blir gjort ved norske klinikker. Bioteknologinemnda mener det er viktig at vi har et lovverk der de kommende barnas ve og vel står i fokus, ikke foreldrenes ønske om å få barn.

Det som nå har aktualisert problemstillingen knyttet til pars rett til selv å velge, er en sak der et norsk par ønsket å ta med seg sine befruktede egg til utlandet for å bruke surrogatmor der. Kvinnen kunne ikke lenger bære fram et barn fordi hun hadde fått kreft og måtte fjerne livmoren. Helse- og omsorgsdepartementet har i dette tilfellet tolket bioteknologiloven slik at utlevering av egg er mulig så lenge sykehuset ikke bidrar til å bryte norsk lov. I denne saken er Bioteknologinemnda uenig med departementet.

Bioteknologinemnda mener at bioteknologiloven er klar på at det er straffbart å medvirke til behandling som er forbudt i Norge. Det vil altså være straffbart å medvirke til å bruke surrogatmor, for bioteknologilovens § 2-15 sier at befruktede egg kan bare anvendes for tilbakeføring i den kvinnen eggcellen stammer fra. Det framgår også av lovens forarbeider at dersom det befruktede egget ikke lenger kan benyttes, skal det destrueres. Når endringer i bioteknologiloven trer i kraft fra nyttår, vil overtallige befruktede egg også kunne brukes til forskning dersom paret samtykker (se s. 21).



LEDER

Bioteknologinemnda mener videre at bruk av surrogatmor reiser en rekke spørsmål om blant annet morskap og adopsjon, som foreløpig ikke er utredet, og som det norske lovverket i dag ikke har tatt høyde for. Saken har dessuten prinsipiell betydning for råderett over biologisk materiale i helsevesenet. Vi kjenner også til liknende saker der enker til menn som har fryst ned sæd før kreftbehandling, har ønsket denne utlevert etter mannens død for å kunne bruke den til egen inseminasjon. Dette har ikke vært tillatt, og sæden har blitt destruert. Saken berører også spørsmål knyttet til straff for medvirkning til ulovlig handling. Bioteknologinemnda mener den burde ha blitt kontaktet for å vurdere de ulike etiske sidene ved saken.

Helse- og omsorgsdepartementet forbereder enda flere endringer i bioteknologiloven, og da vil det sannsynligvis bli rom for å ta opp problemstillingene som er nevnt over, og bruke god tid på de etiske sidene ved disse sakene. Bioteknologinemnda vil til høsten arrangere et åpent møte om assistert befruktning der "reproduksjonsturisme" blir ett av temaene.

Travel plantevår for nemnda

Også Norge behandler søknader om genmodifiserte planter som det søkes godkjenning for i EU. Etter påske har Bioteknologinemnda avgitt en rekke høringsvar for ulike linjer av genmodifisert mais, nellik, raps og soya. Disse søknadene er svært omfattende og representerer en utfordring både for nemnda og resten av forvaltningen.

Casper Linnestad

den, noe Bioteknologinemnda har påpekt er lite hensiktsmessig.

Bioteknologinemnda anser at risikoen for uønsket genflyt fra Roundup-Ready-soya er liten og hovedsakelig kan knyttes til menneskelig håndtering og prosessering av frø. Soyafrø som eventuelt kommer på avveie i Europa har liten evne til å etablere seg i miljøet, for frøene går ikke i hviletilstand og er dessuten ømfintlige overfor frost. Bioteknologinemnda har likevel understreket viktigheten av at det følges tilfredsstillende regelverk og tiltak for sporbarhet, merking og sameksistens, som samlet kan sikre videre valgfrihet hos produsenter og forbrukere.

Selv om dokumentasjonen som følger søknaden tyder på at Roundup-Ready-soya ikke utgjør en endret helse- eller miljørisiko for mennesker og dyr, har Bioteknologinemnda påpekt at resultater fra annen, uavhengig, forskning ikke er like klare, og at noen føringsforsøk i rotte faktisk indikerer en negativ effekt. Flere av nemndas medlemmer mener her at oppfølgende og oppklarende studier bør iverksettes snarest.

Søker opplyser at dyrking av RoundupReady-soya med bruk av sprøytemiddelet Roundup gir dyrkerne god kontroll på ugress i åkeren under vekstsesongen. Av dagens genmodifiserte planter er det nettopp RoundupReady-soya som blir dyrket på det største arealet i verden. Sprøytemiddelbruken i USA har økt noe etter at RoundupReady-soya ble introdusert, men det er likevel ikke sikkert at dette samlet sett har ført til større miljø- eller helsebelastninger fordi de avløste sprøytemidlene sannsynligvis var mer skadelige. Bioteknologinemnda mener likevel at sammenhengen mellom mange tiår med sprøytemiddelbruk i landbruket og påviselige helseskader (som eksempelvis redusert fruktbarhet hos

Billen Diabrotica virgifera gjør skade på mais. Det finnes genmodifiserte maislinjer som er motstandsdyktige, men blir disse godkjent for dyrking i Europa? Foto: Günter Klingenhagen / www.landwirtschaftskammer.de

På bakgrunn av EØS-avtalen kommer Norge med innspill til EU når en GMO-søknad er til behandling. Dersom en genmodifisert organisme (GMO) godkjennes i EU, er den i utgangspunktet også tillatt omsatt i Norge. Norske myndigheter kan likevel nedlegge forbud dersom det vurderes at den aktuelle GMO-en medfører økt helse- eller miljørisiko eller er i strid med genteknologilovens bestemmelser. Til forskjell fra andre lands genteknologilovgivning, har vi i Norge tilleggskrav om at etikk, samfunnsnytte og bidrag til bærekraft skal vurderes.

Av åtte GMO-høringsvar som nemnda har avgitt de siste to månedene, er syv innspill til pågående

behandlingsprosesser i EU. I én uttalelse, om en EU-godkjent soyalinje, gir nemnda et endelig råd til myndighetene om Norge bør akseptere omsetning av denne eller ikke.

Norsk sluttbehandling av GM-soya
Monsantos soyalinje 40-3-2, kalt RoundupReady, er resistent mot sprøytemiddelet glyfosat (Roundup) og ble godkjent av EU for import og videreprosessering allerede for ti år siden. I følge EU-regelverket skal godkjente GMO-er opp til ny vurdering etter 10 år, så Monsanto må snarest legge fram en ny søknad. Sluttbehandlingen som for tiden gjøres i Norge gjelder den gamle EU-søkna-

bønder), maner til stor aktsomhet og bør resultere i økt forskningsinnsats for om mulig å avdekke flere årsaks-sammenhenger i årene som kommer.

Bioteknologinemnda var delt på midten i sin tilrådning til norske myndigheter i spørsmålet om å godkjenne RoundupReady-soya til import og bruk i mat og fôr.

Fiolett nellik

Moonaqua™ er en lys fiolett, genmodifisert nelliklinje fra det australske firmaet Florigene. Firmaet søker om import av snittblomster som produseres i Sør-Amerika. Norske myndigheter har per i dag godkjent markedsføring av andre liknende, genmodifiserte nelliklinjer med endret blomsterfarge og forlenget holdbarhet i vase.

Bioteknologinemnda mener det er liten eller ingen helse- eller miljørisiko knyttet til denne nelliklinjen. Det er heller ikke rapportert om endringer i dyrkingspraksis ved at slike nelliklinjer er tatt i bruk. Nemnda har etterlyst informasjon om hvorvidt dyrking av genmodifiserte nelliker har ført til endringer for annen lokal produksjon av blomster eller andre landbruksvarer, og i hvor stor grad kunnskap, teknologi og kapital fra nellikdyrkingen føres tilbake til lokalsamfunnene og på den måten kan representere en gevinst.

Utdatert rapslinje

Bayer CropScience har søkt om tillatelse til import, prosessering og bruk som mat og fôr av den sprøytemiddelresistente rapslinjen T45. Denne linjen ble markedsført i USA og Canada i 1998, men salget gikk deretter gradvis nedover de påfølgende årene. Etter 2005 er det ikke solgt såfrø av T45, og Bayer har nå trukket tilbake restbeholdningen. Grunnen til dette er ikke opplyst i søknaden, men Bioteknologinemnda har funnet ut at årsaken til dels er at firmaet også har andre (hybride) linjer som gir større avling enn T45, i tillegg til at det har vist seg vanskelig å konkurrere med glyfosatresistente rapssorter fra andre firmaer.

Bayer erkjenner at en fullstendig tilbakekalling av linjen er vanskelig på grunn av at såfrø kan være tatt fra

produzentenes egen avling, noe utkryssing ved spredning av pollen har funnet sted og det eksisterer en viss innblanding av T45 i annen såvare. Dermed kan man forvente en viss, men nedadgående innblanding av T45 i rapspartier som omsettes.

Det er en mindre streng merkepraksis (0,9 % grense) for en godkjent GMO enn en som ikke er risikovurdert (0,5 % grense). Ved en eventuell godkjenning hindrer man negativ omtale dersom eventuelle små mengder med T45 raps påvises innblandet i andre rapspartier. Bioteknologinemnda antar at dette er grunnen til at søker, til tross for tilbaketreknin-gen av T45, ønsker en godkjenning av linjen i EU/EØS.

Fordi T45 raps er trukket fra mar-

hybrider som inneholder MON810.

I innspillrunden for hybrid MON 88017 x MON810 har Bioteknologinemnda bedt om nærmere informasjon om mulige adjuvansegenskaper hos Cry-proteinene i hybridene. Det er vist at et annet Cry-protein kan virke som en sterk adjuvant, altså forsterke en allergisk reaksjon. Bioteknologinemnda etterlyser derfor en slik analyse også av de beslektede insektgift-proteinene Cry3Bb1 (MON88017) og Cry1A(b) (MON810) som produseres i maishybriden. Videre ønsker nemnda mer informasjon om hvilken effekt disse giftproteinene har på utrydnings-truede sommerfugl- og billearter.

Bioteknologinemnda oppfordrer også norske myndigheter til å sette



Det australske firmaet Florigene har utviklet en rekke genmodifiserte nelliklinjer med ulike fiolette fargenyanser. For tiden er en søknad om godkjenning av linjen "Moonaqua" (t.v.) til behandling i EU/EØS. Foto: www.florigene.com

kedet har ikke Bioteknologinemnda prioritert å gå i dybden på denne konkrete søknaden. Bioteknologinemnda har imidlertid oppfordret norske myndigheter til å innhente en helse- og risikovurdering av linjen fra Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM), fordi man må regne med en viss innblanding med T45 i importerte rapspartier til EU/EØS fortsatt.

Maishybrid til import

Monsanto har de siste årene fått fram flere ulike maishybrider ved å krysse forskjellige genmodifiserte foreldrelinjer. MON 88017 x MON810 er et eksempel på en slik hybrid hvor flere egenskaper er slått sammen. Disse kalles også "stacked trait-hybrids". MON 88017 x MON810, som det nå søkes importgodkjenning for, er både glyfosat-tolerant og insektresistent. Bioteknologinemnda har tidligere vurdert både foreldrelinje 88017 og ulike andre

som krav at dokumentasjon knyttet til bærekraft og samfunnsnytte foreligger fra søker før en eventuell godkjenning etter genteknologiloven kan gis.

Maislinjer til dyrking

Nemnda har hatt maislinje 59122 fra Pioneer Hi-Bred International og Mycogen Seeds på høring tidligere. Det har da dreid seg om import av frø til bruk som mat og fôr, men nå gjelder søknaden dyrking. Maislinje 59122 produserer insektgift fra de innsatte *cry*-genene *cry34Ab1* og *cry35Ab1*. Dyrking av maislinje 59122 skal gi vern mot angrep fra biller av slekten *Diabrotica*. På larvestadiet kan slike insekter gjøre skade på maisplantenes rotsystem, noe som begrenser næringsopptaket og som i ytterste konsekvens kan føre til at planten dør. *Diabrotica*-arter er svært vanlige skadedyr på mais på det amerikanske kontinent, mens de i Europa så

langt bare utgjør liten risiko. Nå er imidlertid "Western corn rootworm" (*D. virgifera*) etablert også i sydøstlige deler av Europa etter at arten første gang ble observert i Serbia i 1992. Fra Beograd har den spredt seg til lokaliteter i Østerrike, Bosnia-Herzegovina, Bulgaria, Kroatia, Tsjekkia, Ungarn, Romania, Slovakia og Ukraina. Det er også rapportert om funn ved flyplaser i Frankrike Italia og Sveits. EPPO (the European Plant Protection Organization) har konkludert med at arten på sikt vil bli å finne i de fleste europeiske dyrkingsområdene for mais. Denne utviklingen kan bety at linje 59122 gradvis blir mer aktuell også for maisdyrkere i Europa.

I den første innspillrunden har Bioteknologinemnda bedt om at søker redegjør for Cry34ab1- og Cry35ab1-

nismer, spesielt for utrydningstruede sommerfuglarter.

Lysinberiket mais

Cargill og Monsanto står bak firmaet Rennesen, som nå søker om godkjenning av høylysinmaislinjen LY038 og den insektresistente hybrid LY038 x MON810 til import, prosessering, mat og fôr i EU/EØS. I linje LY038 er lysinkonsentrasjonen forhøyet i frøet på grunn av det innsatte bakteriegenet *cordapA*, hvis genprodukt hemmer avskruingsmekanismen for lysinsyntese. Lysin er en av 20 forskjellige aminosyrer som utgjør byggesteinene i proteiner i alle levende organismer. Mennesker og andre monogastriske (enmagede) dyr kan bare syntetisere 10 av disse; resten må dermed inntas som føde. Kornartene har gjennomgående lave lysinkonsentrasjoner, og vi sier derfor gjerne at lysin er en "begrensende" aminosyre i korn. Ved framstilling av konvensjonelt husdyrfôr til høns (og i noen grad gris) tilsettes kunstig framstilt lysin for å bedre næringsverdiene samtidig som kostnadene holdes nede. I økologisk fôr er separat tilsetning av lysin ikke tillatt, og man benytter i stedet flere ingredienser som til sammen gir et fullverdig fôr.

Gjennom tradisjonell foredling har man lenge arbeidet med å utvikle maisorter med høyere lysinnhold. For eksempel linjen opaque-2 en ikke-genmodifisert høylysinlinje som er kommersielt tilgjengelig. Gjennomsnittlig gir imidlertid opaque-2 litt dårligere avlinger. Dessuten er frøene hos opaque-2 mykere enn hos annen mais, noe som gjør dem mer sårbare for ulike sykdommer, skade under innhøsting og sprekkdannelse under tørking.

Bioteknologinemnda har etterspurt informasjon fra søker om hvilket "genom-landskap" genkonstruksjonen i LY038 er havnet i, og en analyse av hvorvidt genkonstruksjonen befinner seg i en kodende eller regulatorisk del av et gen. Bioteknologinemnda finner det prinsipielt sett betenkelig at deler av dokumentasjonen i søknaden er unndratt offentlighet.

For alle Bioteknologinemndas høringsvar, se våre nettsider www.bion.no under "Uttalelser".

Nye nemndsmedlemmer



Torunn Fiskerstrand (42) er overlege dr. philos ved Senter for medisinsk genetik og molekylærmedisin ved Haukeland Universitetssykehus i Bergen, hvor hun har medisinsk faglig ansvar for DNA-laboratoriet. Fiskerstrand er spesialist i medisinsk genetik (arvelige sykdommer) og deltar også i den polikliniske virksomheten ved avdelingen. Fiskerstrands forskningsinteresse omfatter blant annet påvisning av sykdomsgener i familier.



Arne Sunde (56) er seksjonsleder ved Fertilitetsseksjonen ved St. Olavs Hospital i Trondheim og professor II ved Institutt for laboratoriemedisin, barne- og kvinnesykdommer ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Sunde har doktorgrad i molekylær endokrinologi fra NTNU og har arbeidet med assistert befruktning siden 1982. Han arbeider i gruppen som var ansvarlig for de første prøverørsbarna i Norge og Nordens første barn født fra et frossent embryo. Hans forskningsinteresse er nå sentrert omkring kvalitet, sikkerhet og effektivitet av assistert befruktning. Sunde er formann i Norsk forening for assistert befruktning (NOFAB) og har vært formann i European Society for Human Reproduction and Embryology (ESHRE).



Her ser vi skader på maisplanters rotsystem som er forårsaket av *Diabrotica virgifera*-larver. Billearten sprer seg nå i Europa. For tiden vurderes godkjenning av den resistente maislinjen 59122 til dyrking i EU/EØS-området.
Foto: Mihaly Czepo / www.biosicherheit.de.

proteinenes mulige adjuvanseffekt, at det legges fram mer informasjon om effekten av Cry-proteinene på flere ikke-målorganismer, spesielt utrydningstruede billearter, og at søker redegjør nærmere for endringer i sprøytemiddelbruk og hvilke miljø- og helsemessige konsekvenser disse endringene eventuelt kan ha.

Også Monsanto ønsker dyrkingsgodkjenning i Europa for flere av sine maislinjer. Sist ut er maishybrid NK603 x MON810, som både er glyfosatresistent og gir beskyttelse mot skadeinsekten maispyralide (*Ostrinia nubilalis*) og enkelte nattflyarter. Også for denne søknaden mener Bioteknologinemnda at søker må legge fram mer informasjon om effekten av det innsatte Cry-proteinet (Cry1A(b)) på ikke-målorga-

Bruk av donorsæd

– nemndas vurdering

På forespørsel fra Sosial- og helsedirektoratet, har Bioteknologinemnda vurdert flere problemstillinger knyttet til bruk av donorsæd. De fleste problemstillingene har sammenheng med at det er knapphet på sædgivere i Norge i forhold til etterspørselen.

Jakob Elster

Sosial- og helsedirektoratet stilte nemnda fire konkrete spørsmål: om import av sæd, om bruk av sæd fra avdød giver, om foreldres ønske om søsken med samme giver, og om hvorvidt en sædgiver bør kunne gi opphav til mer enn seks barn. Spørsmålene må ses i sammenheng med at sædgivere siden 1. januar 2005 ikke lenger er anonyme, noe som får konsekvenser for så vel giver som foreldre og barn. Mer om disse problemstillingene kan leses i artikkelen "Hvor mange barn bør en sædgiver kunne få?" på s. 12.

Import av sæd

Direktoratet vurderer å åpne for import av sæd fra Danmark. Imidlertid testes sæd fra Danmark for genetiske sykdommer som man ikke tester for i Norge. Direktoratet spør dermed: "Bør par som ønsker behandling med donorsæd informeres om at danske givere testes for strukturelle kromosomfeil og bærertilstand for cystisk fibrose, og bør de informeres om hvorvidt sædgiveren som er valgt ut er dansk eller norsk?"

En samlet Bioteknologinemnd mener at paret ikke skal ha noen valgmuligheter når det gjelder sædgiver. Paret skal kunne være sikker på at *alle* sædgivere som brukes, tilfredsstillir helsemessige sikkerhetskriterier, og skal dermed ikke ha noen grunn til å ønske seg en giver

som er ytterligere testet. Derimot må paret få informasjon om at det kan være aktuelt å få donorsæd fra Danmark, da dette uansett er offentlig informasjon.

Når det gjelder spørsmålet om paret skal få vite om sæden de mottar, er importert og dermed testet for sykdommer vi ikke tester for i Norge, var nemnda delt. Åtte nemndsmedlemmer mente at hensynet til åpenhet tilsier at paret skal få denne informasjonen, men uten at de skal kunne få velge hvor sæden kommer fra. Fem nemndsmedlemmer mente at paret ikke skal få noen informasjon om hvorvidt sæden de mottar er importert.

Bruk av sæd fra avdød giver

Direktoratet spør videre hvorvidt egg som er befruktet med sæd fra sædgiver og fryst ned etter prøverørsbefruktning, kan brukes selv om giver er død, eller om eggene må destrueres ved givers død. Bioteknologilovens § 2-11 sier at sæd ikke kan brukes til befruktning etter at sædgiver er død, men sier ingen ting om hvorvidt et allerede befruktet egg må destrueres når giver er død. Et hensyn som taler mot å bruke befruktete egg etter at giver er død, er at barnet ikke vil ha noen mulighet til å kjenne sin genetiske far. Blant de hensyn som taler for at slike egg kan benyttes, er at moren vil

slippe å gå gjennom en krevende prosess med uthenting av egg på nytt. Videre mener mange at det er galt å ødelegge befruktete egg, siden et nytt liv er påbegynt ved befruktningen. Også på dette spørsmålet var nemnda delt. Syv nemndsmedlemmer mente at når giver er død, skal egg som allerede er befruktet med givers sæd, destrueres, mens fem nemndsmedlemmer mente at selv om giver er død, kan egg som allerede er befruktet med givers sæd, benyttes.

Ønske om søsken med samme giver

Direktoratet skriver at mange foreldre som mottar donorsæd ønsker flere barn med samme giver. I dag kan man ikke reservere sæd for senere bruk, men man kan fryse ned ubrukte embryo, og disse vil da regnes som en "kvote", noe som begrenser andre pars tilgang på donert sæd. Direktoratet ber nemnda vurdere hvordan man skal prioritere mellom å gi søsken i en familie samme biologiske opphav og å gi behandling av flere par. Bioteknologinemnda har valgt å se dette spørsmålet i sammenheng med det siste spørsmålet direktoratet reiser, nemlig hvorvidt en sædgiver bør kunne gi opphav til flere enn seks barn. Direktoratet foreslår en ordning der giver kan gi opphav til inntil seks barn fordelt på like mange familier, eller inntil to barn i hver av fire familier, slik at det blir åtte barn totalt. Nemnda var delt i dette spørsmålet. Ni nemndsmedlemmer mente at det bør være en maksimumsgrense på antall barn en sædgiver kan være opphav til, og en maksimumsgrense på antall familier. Ett nemndsmedlem mente at det ikke bør være noen maksimumsgrense på antall barn, men heller en maksimumsgrense på antall familier og at antallet barn ikke begrenses. Ett annet nemndsmedlem mente at dagens maksimumsgrense på seks barn bør opprettholdes.

Bioteknologinemndas uttalelse kan leses på: www.bion.no.

Stormøte om stamceller

Bioteknologinemnda og Norsk senter for stamcelleforskning arrangerte 14. mai et internasjonalt møte om stamceller i Oslo. Møtet hadde internasjonale toppforskere som forelesere og samlet hele 250 deltakere.

Ole Johan Borge

Bakgrunnen for møtet var et ønske om å presentere forskningsfronten på stamcelleområdet og den foreslåtte endringen av bioteknologiloven (se egen sak s. 21). Det åpne møtet inn- gikk også i "Spring School for Rege-

RES fremhevet i sin velkomsttale betydningen av, og mulighetene for, internasjonalt samarbeid, som hennes organisasjon koordinerer over hele Europa. Arvid Hallen fra Forskningsrådet beskrev satsningen som gjøres i

fremtidig bruk. Deretter foreleste Ernest Arenas, Karolinska Institutet i Stockholm, om Parkinsons sykdom, mangelen på dopaminproduserende celler i hjernen og ulike muligheter for å bruke stamceller i fremtidig behandling. Mahendra Rao fra Invitrogen i Baltimore gikk systematisk gjennom de ulike faktorene som må være på plass før embryonale stamceller og stamceller fra voksne kan tas i bruk i klinikken. Alle disse tre foredragsholderne var optimistiske med tanke på en fremtidig bruk i klinikk, men presiserte at det gjenstår mye forskning for dette blir en realitet.

Forskningsmidler

I paneldebatten som fulgte, mente Leif Arild Fjellheim, leder av Landsforeningen for Ryggmargsskadde, at norske myndigheter burde satse betydelig mer penger på stamcelleforskning. Hilde Steineger i investeringselskapet NeoMed sa at stamcellefeltet er i en tidlig fase og at de investorene som i dag satser på stamcelleselskaper, tar en stor risiko. Stamcelleforsker Iver Langmoen, Ullevål universitetssykehus, sa at stamceller i fremtiden vil kunne få stor betydning for pasienter med nervesykdom, men at det fortsatt er mange spørsmål som først må besvares.

Kreft og hiv/aids

Malcolm R. Alison fra London foreleste om stamceller som en mulig kilde til kreft. For at en celle skal kunne bli til en kreftcelle, må det oppstå flere genetiske feil. Slike feil er sjeldne, og det er trolig bare celler som normalt lever lenge, som kan bli til kreftceller. Stamceller er blant de få celletypene i kroppen som lever tilstrekkelig lenge til å kunne få de genetiske feilene som er nødvendige for å utvikle kreft. Ved behandling av kreft er det viktig å få fjernet kreftstamcellene som ellers vil kunne gi opphav til nye kreftceller. Ariel Ruiz i Altaba, fra Genève, gikk mer i dybden og beskrev signaloverføringssystemer som er aktive både i normale stamceller og i kreftceller.

Elena Perez fra Pennsylvania beskrev en ny strategi for behandling av hiv/aids-pasienter. Hennes mål var å få pasientene til å produsere

nerative Medicine", som samlet 90 deltakere fra hele Europa.

Politisk engasjement

Møtet ble åpnet av kunnskapsminister Øystein Djupedal og statssekretær Wegard Harsvik i Helse- og omsorgsdepartementet. De påpekte viktigheten av forskning på stamceller og en åpen debatt om de etiske kontroversielle sidene og viste til de foreslåtte endringene i bioteknologiloven.

Mariana Resnicoff fra EUROCO-

Norge på stamceller, og sa at Forskningsrådet vil støtte den kommende forskningen på embryonale stamceller. Haakon Benestad, prorektor ved Universitetet fra Oslo, ga en historisk introduksjon til stamcellefeltet.

Mye forskning gjenstår

Chris Mason fra University College i London beskrev på en lettfattelig måte hva stamceller er, hva de brukes til i dag innen både veterinær- og humanmedisin, og de store håp man har for



Leif Arild Fjellheim, leder av Landsforeningen for Ryggmargsskadde, oppfordret norske myndigheter til å satse på stamcelleforskning (her flankert av Hilde Steineger i investeringselskapet NeoMed og Mahendra Rao fra Invitrogen). Foto: Casper Linnestad.

genmodifisere immunceller som viruset ikke klarer å infisere. Om planene lykkes, vil pasientene kunne produsere funksjonelle immunceller til tross for at de er hiv-infisert. Det er foreløpig ikke gjort forsøk med denne metoden på mennesker.

Etiske spørsmål

Lars Østnor fra Menighetsfakultetet i Oslo gikk i sitt foredrag gjennom en rekke argumenter for og imot forskning på embryonale stamceller og beskrev hvordan disse ble vektet ulikt av medlemmene av i en prosjektgruppe han har ledet. Deretter fortalte undertegnede, Ole Johan Borge fra Bioteknologinemnda, om alternative måter å fremskaffe pluripotente stamceller på som ikke medfører destruksjon av levedyktige embryoer. Noen av disse alternativene er aktuelle i dag, mens andre foreløpig er teoretiske.

I paneldebatten som fulgte, stilte Ulla Schmidt fra Stiftelsen kirkeforskning spørsmål om hva som er den etiske forskjellen på å destruere embryoer etter endt prøverørsbefruktning og å donere de overtallige embryoene til forskning. Schmidt mente at dette spørsmålet er mer relevant enn de mer overordnede spørsmålene knyttet til embryoets moralske status. Joel Glover, Universitetet i Oslo, reiste spørsmål ved om det er logisk konsistent å tillate prøverørsbefruktning når man ikke tillater bruk av overtallige embryoer i forskning. Glover tok også opp argumentet om at embryoutviklingen er kontinuerlig og at det ikke kan settes moralsk relevante skiller og viste til at for eksempel evnen til å føle smerte ikke er tilstede før etter et visst tidspunkt. Sosialantropolog Marit Melhuus, Universitetet i Oslo, påpekte at embryoet på svært kort tid har blitt en del av den offentlige debatten og fått en opphøyhet, nesten ikonisk, posisjon. Melhuus kommenterte også at hvordan ulike personer vurderer embryoets status og potensialitet, i stor grad avhenger av den sammenheng embryoet er fremkommet i, hva som er alternativene, og de generelle kulturelle, politiske, religiøse og sosiale trekk i samfunnet.

Stamcellefirmaer

For å høre hvordan noen ulike bedrifter satser på stamceller, var det satt av en egen sesjon til dette. Eric Miljan i ReNeuron (Surrey, UK) beskrev deres forsøk med stamceller fra aborterte fostre. De hadde utviklet en metode å genmodifisere celler på som gjorde at de var lette å dyrke i laboratoriet. Disse cellene kunne de deretter styre til å produsere ulike celletyper. De har foreløpig kommet lengst med å vise at deres celler kan lage nerveceller. De hadde ikke startet forsøk på mennesker ennå, men de første forsøkene vil trolig bli utført på pasienter med slag eller Parkinsons sykdom.

Alan Lewis fra Novocell (San Diego) beskrev deres strategier for behandling av pasienter med diabetes. Firmaet har startet forsøk der insulinproduserende celler fra døde personer innkapsles og transplanteres til diabetikere. Cellene innkapsles for å unngå at de blir avvist av pasientens immunforsvar. Insulinproduserende celler fra døde personer lever bare en begrenset periode i pasientene, og selskapet ønsker derfor på sikt å bruke embryonale stamceller til å lage de insulinproduserende cellene.

Catherine Ellerström fra Cellartis (Göteborg) fortalte om deres arbeid med å lage humane embryonale stamceller som ikke har vært i kontakt med celler eller stoffer fra dyr (såkalte xeno-frie embryonale stamceller). Bakgrunnen for dette er risikoen for å overføre virus og andre smittestoffer fra dyr til mennesker. Flere land har forbud mot å overføre celler som har vært i kontakt med dyreceller til mennesker.

Unngå overselging

Lars Ødegård, leder i Bioteknologinemnda, avsluttet møtet med å si at forskningen på stamceller på sikt kan vise seg svært verdifull i fremtidig behandling av sykdommer. Samtidig påpekte Ødegård viktigheten av åpenhet og respekt for ulike politisk og etiske synspunkter, og at vi alle bør bidra til å unngå at den potensielle fremtidige nytten overselges.

Nytt temaark

Genteknologi på naturfagrommet



På dette temaarket tek vi for oss genteknologiske basisteknikkar som kan utførast på skular:

- Isolering av DNA
- Kopiering av DNA ved bruk av PCR (dette krev ekstra utstyr, så her kan ein og bruke animasjonar for å sjå korleis dette føregår)
- Kutting og liming av DNA
- Gelelektroforese
- Framstilling av genmodifiserte bakteriar

Temaarket kan lastast ned frå www.bion.no eller bestillast i klassesett. Dette er gratis.

Ny rapport

Eggdonasjon

Bioteknologinemnda arrangerte ei opa høring om eggdonasjon 8. november 2006 i Oslo.

Rapporten frå høringa kan no lastast ned frå www.bion.no.

I følge bioteknologilova er donasjon av eggceller forbode i Noreg. Sæddonasjon er derimot tillate. Helse- og omsorgsdepartementet har signalisert at det vil starte ein gjennomgang av heile bioteknologilova, og i den samanheng er det naturleg at ein på nytt vurderer forbodet mot eggdonasjon. Internasjonalt er donasjon av egg stort sett tillate både til bruk i assistert befruktning og til forskning.

Tvillinger "uønsket"

Ole Johan Borge

Omkring 40 prosent av alle barn født etter assistert befruktning har vært tvillinger. Tvillingsvangerskap er den viktigste årsaken til at det blant barn født etter prøverørsbefruktning er en høyere andel sykkelighet, utviklingsavvik og spedbarnsdød. Problemet er anerkjent i fagmiljøet, og flere land har derfor innført regler for å sørge for at bare ett embryo, eller i noen få

vide selv om bare ett embryo settes tilbake.

I enkelte land konkurrerer klinikene ofte på "take-home baby rate", og den sikreste måten å oppnå en høy andel graviditeter på er ved å sette tilbake flere embryoer. I land der det offentlige betaler noen få forsøk (for eksempel tre som i Norge) er det et ønske fra parene om å oppnå gravidi-

egg. Alle befruktes, og ett (eller maks to) settes inn i kvinnen. De resterende embryoene fryses ned. Dersom det ikke oppnås graviditet, så tines ett (eller maks to) embryo og settes inn i kvinnen. Med en praksis der bare ett embryo settes inn av gangen, vil det kunne bli mange innsettinger av embryo som stammer fra samme runde med hormonstimulering. Paret kan også tenkes å få barn nummer to med de frosne embryoene.

Klinikkene får inntekter fra den behandlingen de gir. Med dagens system for innsatsstyrt finansiering av helsetjenester "betales" en hormonstimuleringskur med påfølgende befruktning, innsetting av ett embryo og frysing av overskuddsembryo med 4784 kr. Settes det derimot tilbake mer enn ett embryo, så får klinikkene bare 3851 kr uavhengig av om det samtidig fryses ned embryo for senere bruk. Det gis ingen refusjon av utgifter i forbindelse med lagring, tining og tilbakesetting av embryo. Klinikken tjener derfor ikke mer enn differansen på 933 kr for å gjøre frysing og påfølgende innsetting av et nytt embryo dersom man ikke lykkes i første forsøk.

Tidligere var dette ikke ansett som et problem fordi antall nedfrysning/optining/innsettinger var relativt få i forhold til antall hele behandlingssykluser som startet med en hormonstimuleringskur. Med dagens metoder er det derimot mer vanlig at kvinnen oppnår å bli gravid med de eggene som ble hentet ut i den første hormonstimuleringskuren.

Det er i dag liten tvil om at beste behandling ved prøverørsbefruktning i de fleste tilfeller er innsetting av ett embryo. Dagens "betalingssystem" ble imidlertid etablert på et tidspunkt der dette ikke var tilfellet. Systemet fremstår i dag som et hinder for at klinikkene i raskere grad legger om til beste praksis der det som hovedregel bare tilbakeføres ett befruktet egg.

Bioteknologinemnda har i et brev bedt Helse- og omsorgsdepartementet endre "betalingssystemet" slik at det blir samsvar mellom hva som betales og den praksis som er best for kvinnen og det kommende barnet.



Foto: Barbara Peacock/Gettyimages

tilfeller to embryoer, blir satt inn i livmoren. Dette har bidratt vesentlig til at andelen tvillingsvangerskap har gått ned. Også ved norske klinikker er andelen tvillingsvangerskap på vei ned, men fortsatt ligger vi bak våre nordiske naboland.

Det er ulike årsaker til at det ofte settes tilbake flere enn ett embryo etter prøverørsbefruktning. Tidligere var det nødvendig å sette tilbake flere embryoer for at kvinnen skulle bli gravid. Med bedre teknikker er dette i dag vesentlig endret, og en stor andel av kvinnene blir nå gra-

tet på de forsøkene som betales av det offentlige. I tillegg anser parene ofte ikke tvillingsvangerskap som spesielt uønsket, men praktisk. Ved å få tvillinger kan de oppnå to barn på én innsetting og slipper flere innsettinger med mindre de ønsker flere enn to barn.

Betalingsystem til hinder for optimal behandling

Før prøverørsbefruktning gis kvinnen hormoner for å kunne modne frem flere egg. Etter hormonstimuleringen tas det normalt ut omkring 10

Nytt om lærarkurs

– fleire ulike kurspakkar

Bioteknologinemnda har utvikla ulike kurspakkar for lærarar. Bioteknologinemnda lagar og materiell som kan brukast i skulen.

Norunn K. Torheim



Lærarar på kurs i Lakselv byggjer DNA-molekyl ved hjelp av seigmenn. Foto: Norunn K. Torheim.

Det siste halvåret har Bioteknologinemnda prøvd ut fleire ulike kurspakkar og har halde kurs i Narvik, Ålesund, Molde og Lakselv. Bioteknologinemnda sitt kurstilbod er utvikla over fleire år i samarbeid med ulike aktørar, og Noregs forskingsråd har støtta kursa.

Kurspakke I

– lab, datalab, foredrag og film

På dette todagarskurset er deltakarane på laboratoriet og utfører fiktiv gentesting av storfamilie. Denne delen blir halde av Skolelaboratoriet i biologi ved Universitetet i Oslo. På datalaben viser Naturfagsenteret korleis deira dataprogram på viten.no kan brukast i undervisninga. Bioteknologinemnda held fleire fagforedrag og viser filmen GATTACA.

Kurspakke II

– foredrag, lab, spel og film

På dette todagarskurset held Bioteknologinemnda fleire fagforedrag om medisinsk bruk av bioteknologi og

etiske problemstillingar, samt om genmodifiserte planter og om læringsressursar frå Bioteknologinemnda og Naturfagsenteret. Deltakarane er på laboratoriet og byggjer DNA-molekyl av seigmenn og av papir og isolerer sitt eige DNA som dei innkapslar i smykke. Dei får og sjå filmen GATTACA og får prøve seg på Decide-spel om preimplantasjonsdiagnostikk eller stamceller (sjå under).

Kurspakke III

– foredrag, spel og film

Dette eitt dagskurset består hovudsakleg av fagforedrag frå Bioteknologinemnda. I tillegg er det diskusjon av etiske problemstillingar med spel frå Decide og visning av filmen GATTACA.

Temaark

Bioteknologinemnda har det siste året laga fleire temaark som er meint brukt i vidaregåande skule. Stoffet i desse temaarka blir presentert på kursa, og lærarane kan bestille gratis

klasesett av temaarka frå www.bion.no. Produksjon av temaarka er støtta av Noregs forskingsråd.

Brettspel for å diskutere etiske problemstillingar

Spel frå Decide blir brukt over heile Europa for å få unge til å diskutere etiske problemstillingar. No er spela og omsett til norsk av Forskerfabrikken med støtte frå Bioteknologinemnda og Forskningsdagane. Tema i spela er blant anna ulike former for bioteknologi: gentesting av befrukta egg (preimplantasjonsdiagnostikk – PGD), xenotransplantasjon og stamceller. Det finst og spel om hiv/aids, nanoteknologi og nevrobiologi. Spela kan blant anna brukast i vidaregåande skule i forbindelse med Naturfag vg1 eller biologi 2.

Rollespel eller diskusjon

Decide blir spelt i grupper på 4-8 deltakarar. Kvar deltakar har eit spelebrett, og kvar gruppe har eit sett med ulike typar kort der ein får drypp av informasjon og presentasjon av problemstillingar som ein så diskuterer. Ein får og høyre historier frå personar som har bruk for teknologien det er snakk om, eller personar som er motstandarar av teknologien. Grappa skal diskutere seg fram til kva dei meiner og bestemme seg for kva politisk standpunkt dei vel å ta. Deltakarane kan delta i diskusjonen som seg sjølve, eller dei kan bruke spelet som rollespel. Det er og mogleg å bruke korta i spelet som eit hjelpemiddel for å diskutere enkelte problemstillingar.

Last ned gratis frå nett

Decide-spela kan lastast ned gratis frå playdecide.org. Når ein har spelt ferdig, kan ein gå inn på nettstaden og leggje inn sine meiningar og sjå korleis det samsvarar med meiningar til andre i Europa. Det kan og lønne seg å sjå på lærarrettleggingar på Naturfagsenteret si nettside www.naturfag.no. Lenker til spela finst på www.bion.no.

Filmtips på nett

På Bioteknologinemnda sine nettsider www.bion.no ligg tips til filmar som kan brukast i undervisningssamanheng.

Hvor mange barn bør en sædgiver kunne få?

Det finnes i dag ikke nok sædgivere for å dekke etterspørselen blant par som ønsker sæddonasjon. En mulig løsning på dette problemet er å la en sædgiver være opphav til flere enn seks barn ved sæddonasjon.

Men hvordan avgjør man hvor mange barn en sædgiver bør kunne få?

Jakob Elster

Per 31. januar i år var det 93 godkjente sædgivere i Norge. Noen av disse har allerede "brukt opp" kvoten på seks barn som man etter dagens regler kan gi opphav til ved sæddonasjon. Hvorvidt det er nok sædgivere varierer med både tid og sted. For eksempel er det i dag ikke ventetid for sæddonasjon på Rikshospitalet, mens det er mangel på sædgivere ved sædbanken i Haugesund. Behovet for sædgivere avhenger ikke bare av antall par som ønsker donorsæd. To ytterligere faktorer kan skape økt etterspørsel. For det første etterstreber man å finne en sædgiver som har samme fysiske trekk som den som skal bli barnets juridiske og sosiale far. Dette innebærer at man ser på "øyenfarge, hårfarge, hudfarge og etnisitet, og høyde og vekt" (fra Sosial- og helsedirektoratets retningslinjer). Det kan dermed være slik at det er nok sædgivere i forhold til antall par hvis man kun ser på rene tall, men at det ikke er nok sædgivere med bestemte fysiske trekk. Særlig har det vært et problem at det har vært mangel på sædgivere med ikke-nordisk etnisitet. En annen grunn til at det ikke er nok sædgivere, er at enkelte par ønsker seg flere barn med samme sædgiver. For å oppnå dette, må man "holde av" et antall sæddoser.

Sædgivere er ikke anonyme

Fra 1. januar 2005 ble bioteknologiloven endret slik at sædgivere ikke len-

ger er anonyme. I følge lovens § 2-7 kan et barn født som følge av sæddonasjon få vite sædgivers identitet når det fyller 18 år. Denne endringen utgjør en viktig bakgrunn for dagens regulering av sæddonasjon. Det er blitt vanskeligere å rekruttere sædgivere etter at anonymitet ble opphevet. Endringen har viktige konsekvenser både for sædgiver, barn og foreldre, som man må ta i betraktning når man vurderer reglene for sæddonasjon. Samtidig krever ikke loven at barnets foreldre informerer barnet om at det er født ved hjelp av donorsæd, slik at ikke alle barn får anledning til å finne ut hvem deres genetiske far er.

Hvem kan gi sæd?

Hvordan kan man så bøte på mangelen på donorsæd? En mulighet er å rekruttere flere sædgivere. Dette kan blant annet gjøres ved å endre på kriteriene for hvem som kan være sædgiver. For eksempel kan menn som er eldre enn 45 år, i dag ikke gi sæd, og man prøver å unngå sædgivere som ennå ikke har egne barn. Begrunnelsen for å tilstrebe at sædgivere allerede har egne barn, er at man vil unngå den vanskelige situasjonen som kan oppstå hvis sædgiveren skulle bli ufrivillig barnløs, og dermed kanskje ønske nær kontakt med sine donorbarn ettersom han ikke har andre barn.

En grunn til å unngå eldre sædgivere er at sannsynligheten for at sædgiver er død når barnet er fylt 18 år og kan få vite sædgivers identitet, øker med sædgivers alder. Hvor alvorlig man anser at dette problemet er, avhenger av om grunnen for å ha ikke-anonym sædgiver først og fremst er at barnet skal kunne ha kunnskap om sitt genetiske opphav – noe som er mulig selv om sædgiver er død – eller også at barnet skal kunne få kontakt med sin genetiske far.

Importere sæd?

En annen mulighet er å importere sæd fra utlandet. Det er særlig Danmark det er aktuelt å importere sæd fra. Danmark har, i motsetning til Norge, anonyme sædgivere, men det er mulig å få også ikke-anonym donorsæd fra Danmark. Ett spørsmål som import av sæd reiser, er om foreldrene skal få vite hvilket land sæden kommer fra, og eventuelt om de skal kunne få velge om de vil ha sæd fra Norge eller fra Danmark. Noen par vil kanskje foretrekke at sædgiver er fra et annet land, enn at det potensielt kan være naboen. I tillegg tester man sædgiver for ulike genetiske sykdommer i Danmark, noe man ikke gjør i Norge i dag. Noen foreldre vil kanskje ønske å få sæd fra en sædgiver som er testet, for å sikre seg mot at barnet får visse genetiske sykdommer. (Som følge av et nytt EU-direktiv – 2006/17/EF – kommer vi nok til å begynne å genteste sædgivere også i Norge, men det er ikke sikkert at vi vil teste for de samme sykdommene som i Danmark, eller i like stort omfang.) Dersom foreldrene får et slikt valg, ville det innebære en viktig endring i forhold til dagens regelverk. Det eneste valget paret får i dag, er hvorvidt de vil ha donorsæd eller ikke. Det er behandlende lege som skal velge egnet sædgiver.



Foto: Philippe Eranian/CORBIS/Scanpix

Flere barn per sædgiver?

En tredje mulighet er å øke antall barn man tillater at en sædgiver kan være opphav til, fra dagens grense på seks barn. I Danmark er for eksempel grensen satt til 25 barn, men sædgiveren er her anonym. Hvilke grunner har vi til å ha en maksimumsgrense, og hvor mange barn vil være for mange?

En grunn er hensynet til sædgiver. Etter at anonymiteten ble opphevet, må en sædgiver være forberedt på å bli oppsøkt av sine genetiske barn når barna blir 18 år. Selv om det vil variere fra barn til barn om de ønsker å ta kontakt med sædgiveren, og hvor nær kontakt de ønsker, kan det være en påkjenning for en sædgiver å kunne bli kontaktet av et ubegrenset antall barn. En mulighet er å la sædgiver selv bestemme hvor mange barn han skal kunne gi opphav til, slik at han har samtykket til en eventuell påkjenning ved mange barn. Men selv om man samtykker til dette når man blir sædgiver i ung alder, kan det være vanskelig å forutsi konsekvensene av å bli oppsøkt mange år frem i tid når man blant annet kan ha en helt annen familiesituasjon enn i dag.

Ufrivillig søskenincest?

En annen grunn til å begrense antall barn av samme sædgiver, er frykten for ufrivillig søskenincest. Jo flere barn en sædgiver kan få, jo flere halv søsken vil det være som ikke vet om hverandre. Samtidig er risikoen for ufrivillig søskenincest statistisk sett liten, også med et større antall barn per sædgiver. Imidlertid kan frykten hos donorbarna for denne muligheten være en byrde for dem. Det er for øvrig verdt å merke seg at dette er en risiko som ikke bare gjelder donorbarn, da et ikke lite antall personer har en annen genetisk far enn den de tror de har.

Det er flere måter å prøve å unngå dette problemet på. En mulighet er å tilstrebe en geografisk spredning blant par som får sæd fra samme giver, slik man gjør i Danmark. En annen mulighet er å la barna, når de er fylt 18 år, sjekke mot et offentlig register om de er i slekt med sin kjæreste, slik det gjøres i Storbritannia. Men dette krever at foreldrene har fortalt barna at de er blitt til ved sæddonasjon. En tredje mulighet er å si at en sædgiver kan gi opphav til flere enn seks barn, men de

skal være fordelt over et begrenset antall familier.

Søsken med samme sædgiver

En del par som får sæddonasjon, ønsker at søsken i samme familie skal være helsøsken. Hvis for eksempel en sædgiver kan gi opphav til åtte barn, men fordelt over maksimum fire familier, kan parene få barn som er helsøsken, uten at de reserverer kvoter som kunne ha blitt brukt av andre.

Ett problem med å legge opp til at samme sædgiver er genetisk far til flere i samme søskenflokk, er at barna i følge loven først skal få vite sædgivers identitet når de er fylt 18 år. Hvis søsknene da vet at de har samme genetiske far, kan de yngre barna i søskenflokket få vite hvem dette er allerede når det eldste barnet fyller 18. Alternativt kan man endre regelverket slik at ingen av barna får vite sædgivers identitet før den yngste er fylt 18 år.

Dette er problemstillinger som Bioteknologinemnda nylig har uttalt seg om; les om nemndas synspunkter på s. 7.

Kan man lage stamceller ved å omprogrammere hudceller?

Stamceller som kan lage alle celletyper i kroppen, kalles pluripotente stamceller. Til nå har man bare funnet pluripotente stamceller i embryo. Bruk av embryo, ubefruktede egg og kloning er etisk omstridt. Det foregår derfor for tiden forskning for å få frem pluripotente stamceller på måter som ikke er etisk problematiske. Tre forskergrupper har nå, ved hjelp av avansert genmodifisering, klart å omprogrammere hudceller til pluripotente stamceller. Muligheten for omprogrammering av celler fra voksne individer blir tatt vel i mot av alle som er imot bruk av de etisk omstridte kildene til stamceller.

Ole Johan Borge

mere vanlige hudceller til pluripotente stamceller. Dette var oppsiktsvekkende resultater, og mange var skeptiske til funnene. Stamcellene man fikk var heller ikke helt like de pluripotente stamcellene man kjenner fra embryo.

I juni i år rapporterte hele tre forskningsgrupper (inkludert Yamana-kas egen gruppe) at de hadde kommet videre i arbeidet med å omprogrammere vanlige kroppsceller fra mus til pluripotente stamceller. Forskerne brukte de samme fire genene som Yamanaka, men en annen måte for å isolere de omprogrammerte cellene. Ved å benytte ulike metoder har forskerne vist at stamcellene fra de omprogrammerte hudcellene ikke skiller seg fra pluripotente stamceller isolert fra vanlige embryo.

Embryonal stamcelle. Fra embryoer isoleres pluripotente stamceller som kan gi opphav til alle celletyper. Lykkes forskere snart med å fremstille pluripotente stamceller også fra andre, mindre etisk betenkelige kilder? Foto: David Scharf / Gettyimages

Hvilke gener som er skrudd av eller på i en celle, bestemmer hvilken celletype man får. For eksempel er det ulike gener som er skrudd på/av i henholdsvis blodceller og hudceller. Vi har i dag bare begrenset kunnskap om hvilke gener som må være av eller på for at vi skal få bestemte celletyper.

Pluripotente stamceller er spesielt interessante på grunn av deres evne til å gi opphav til alle celler i kroppen. Shinya Yamanaka ved Kyoto Universitet startet derfor på den svært omfattende jobben med å identifisere hvilke gener i pluripotente stamceller som bestemmer at

de blir pluripotente. Målet med denne forskningen er å bruke disse genene til å endre vanlige celler slik at de blir til pluripotente stamceller, men uten å bruke ubefruktede eggceller slik man gjør ved kloning. Hvis dette viser seg mulig, vil man kunne lage celler som kan brukes i behandling uten at man har brukt etisk omstridte celletyper eller metoder.

Fra hudcelle til stamcelle i mus

Yamanaka med kollegaer rapporterte for ett år siden at en kombinasjon av bare fire gener (*Oct4*, *Sox2*, *c-Myc* og *Klf4*) langt på vei kunne omprogram-

Avansert genmodifisering

Forskerne benytter virus for å få de fire genene inn i hudcellene. Når genene kommer inn i cellene, vil de korresponderende proteinene bli produsert. Det var bare omkring 1 av 1000 celler som ble omprogrammert. Den lave frekvensen har fått forskerne til å spekulere i om det bare er en spesiell type hudcelle som kan endres. Virusene som ble brukt, går inn i cellens arvestoff, og muligens kan dette føre til at ytterligere gener blir skrudd på/av og at det bidrar til omprogrammeringen. Noe som ytterligere kompliserer dette, er at kanskje

bare bestemte konsentrasjoner av de ulike proteinene gjør det mulig å endre hudcellene.

Forskerne har vist at de fire genene som tilføres, bare er nødvendige i starten og ikke etter at cellene er blitt omprogrammert. Dette åpner muligheten for at man kan bruke andre metoder for å få proteinene inn i cellene. For eksempel kan man tenke seg å tilføre de fire proteinene (eller små molekyler som kan gjøre samme nytte) direkte inn i cellene slik at man ikke lenger behøver å genmodifisere cellene. Man kan trolig også bruke virus som bare er der midlertidig, slik at genene ikke bli værende i cellen.

Fører til kreft

c-Myc er et av de fire genene. Dette genet er tidligere vist å være involvert i kreftutvikling. Hele 20 prosent av musene som hadde fått tilført genet via virus i disse forsøkene, utviklet kreft. Kreftutviklingen gjør at det ikke vil være forsvarlig å behandle mennesker med stamceller som er laget på denne måten, og det er derfor nødvendig å finne andre fremgangsmåter før dette kan brukes på mennesker.

Fungerer foreløpig ikke på menneskeceller

Forskerne har foreløpig ikke klart å omprogrammere hudceller fra mennesker til stamceller. Men som Yamanaka sier: "Vi jobber natt og dag for å få det til". Hvorfor det foreløpig ikke fungerer på menneskeceller, er uklart, men det er mulig at det er andre gener/proteiner som må til for at det skal fungere i menneskeceller.

Til tross for at det nå er snart 10 år siden stamceller fra menneskeembryo ble isolert, er det fortsatt ingen som har startet utprøving med disse på mennesker. Den amerikanske bedriften Geron ligger langt fremme på dette området og har som uttalt mål at de senere i år skal søke myndighetene om tillatelse til å gå i gang med forsøk på mennesker.

Selv om man skulle klare å lage pluripotente stamceller fra mennesker, gjenstår det fortsatt mye før man kan behandle pasienter med egenproduserte stamceller. En av hovedutfordringene som først må løses, er

å kunne få de pluripotente stamcellene til å produsere de cellene man er interessert i. Man må også få de produserte cellene til å erstatte skadede/tapte celler i pasienten uten samtidig å gi alvorlige bivirkninger.

President-cellelinjer

Den 20. juni i år la president Bush ned veto og hindret med det, for andre gang, et forslag om at offentlige forskningspenger kan brukes på stamcellelinjer fra embryo som er etablert etter den 9. august i 2001. Dette forslaget hadde flertall i både kongressen og senatet. Det er bare et fåtall pluripotente stamcellelinjer (de såkalte "president-cellelinjene") som er tilgjengelige for offentlige finansiererte, amerikanske forskere. Privat kapital kan derimot brukes til forskning på embryonale stamceller i de fleste stater i USA, uavhengig av når de er laget. President Bush har lagt ned veto totalt tre ganger i løpet av sin presidentperiode, så forskning på embryonale stamceller er politisk meget betent i USA. Hvis det viser seg mulig å lage pluripotente stamceller uten samtidig å destruere embry-

oer, vil disse kunne forskes på uten å komme i konflikt med finansieringsreglene i USA.

I Norge blir forskning på stamceller fra embryo tillatt fra 1. januar 2008 (se egen sak s. 21).

Fremtidsutsikter

Hvorvidt omprogrammering av hudceller, eller andre celler, i fremtiden kan erstatte bruk av stamceller fra embryoer og terapeutisk kloning er usikkert, og forskerne har delte meninger om dette. Rudolf Jaenisch, som er sentral forsker i disse studiene, sa nylig at terapeutisk kloning fortsatt er "absolutt nødvendig". På den andre siden sa "Dollys far", Ian Wilmut, da han besøkte Norge i 2004: "Jeg tror at en gang i fremtiden, vil dette [red: omprogrammering] bli veien å gå for å oppnå celler av den typen som trengs for behandling av sykdommer...".

Kilder:

- *Nature*, 6. juni 2007
- *New Scientist*, 6. juni 2007
- *Cell Stem Cell*, 7. juni 2007
- *MercatorNet*, 16. juni 2007
- *Geron*, 19. juni 2007

Klonet embryo fra aper

Forskere ved Oregon National Primate Research Centre i USA rapporterte 18. juni på et stamcellemøte i Australia at de har klart å lage embryonale stamcellelinjer fra klonede embryoer fra rhesus-aper. Det er første gang dette har blitt gjort i primater.

Resultatene er foreløpig ikke reproduert av andre, og det er en generell skepsis i fagmiljøet til slike resultater på grunn av de koreanske forskerne som i 2004 og 2005 rapportert om kloning av embryoer fra mennesker. De koreanske resultatene ble, etter en stor skandale, trukket og forskerne avslørt som juksebakere.

De amerikanske forskerne mener at de har lyktes fordi de ikke har brukt UV-lys til å hjelpe

dem i å ta ut arvestoffet i det ubefruktede egget. Dette er det første trinnet i kloningsprosessen.

Det er grunn til å tro at det nå også vil kunne være teknisk mulig å klonere embryoer fra mennesker (terapeutisk kloning). Kloning av menneskeembryoer er imidlertid etisk problematisk. Dette blant annet fordi kloning av embryoer på sikt kan føre til kloning av også levende mennesker (reproduktiv kloning). I denne forskningen er det videre behov for et høyt antall ubefruktede egg. Mange ser det som etisk problematisk å be kvinner om å donere egg til forskning så lenge det innebærer en lang hormonstimuleringskur med potensielt alvorlige bivirkninger. Terapeutisk kloning er forbudt i Norge.

Kilde: *New Scientist*, 27. juni 2007



Genmodifiserte planter for bønder i Sør?

Er genmodifiserte planter løsningen på verdens sultproblem? Dette er en yndet problemstilling i de ofte polariserte diskusjonene om genmodifiserte organismer (GMO). Erfaringene til Utviklingsfondet og dets partnere viser at deltakende planteforedling, der bøndene selv spiller en aktiv rolle i foredlingsprosessen, kan være en langt bedre og billigere måte å sikre matsikkerheten til bønder i utviklingsland.

Bell Batta Torheim, Tor Skudal og Rosalba Ortiz



Deltakende planteforedling i Laos: bøndene selv har vært med å velge ut og videreutvikle en rekke forskjellige sorter av ris som møter deres ulike preferanser og er tilpasset lokale dyrkingsforhold. Foto: Tor Skudal, Utviklingsfondet.

I de fleste utviklingsland er rundt regnet 70 prosent av alle frø som sås hentet fra bøndenes egne avlinger. Slik har det blitt gjort siden jordbrukets spede begynnelse for mer enn 10 000 år siden. Disse bøndene, hundrevis av millioner i antall, representerer et urealisert marked for de store frøelskapene. Mange av bøndene sliter med dårlige dyrkingsforhold og lav avkastning. Klimaendringer truer med å gjøre forholdene enda vanskeligere. Kan GMO-er hjelpe?

GMO-er i dag

Tar man en kjøpp titt på tall for 2006 fra industrien selv, ser man at genmo-

difiserte planter så langt ikke bidrar særlig til å møte behovene til småbønder i utviklingsland:

- **Fire arter GMO.** Det er primært fire GMO-er som blir dyrket. GM-soya er mest utbredt og utgjør 57 % av det globale arealet av soya, etterfulgt av GM-mais (25 %), GM-bomull (13 %) og GM-oljeverkster (5 %).
- **To egenskaper.** Etter et tiår med kommersiell dyrking av GMO er det fremdeles bare to egenskaper som dominerer, nemlig motstandsdyktighet mot sprøytemidler (glyfosat og glufosinat) (68 %

og resistens mot stengelminerende insekter (19 %) samt en kombinasjon av disse (13 %).

- **Åtte land.** Hele 82,5 % av arealet der det dyrkes GMO er fordelt på bare tre land, nemlig USA (54 %), Argentina (18 %) og Brasil (11 %). Inkluderer man en håndfull land til, Canada (6 %), India (4 %), Kina (3 %), Paraguay (2 %) og Sør-Afrika (1 %), er bildet nær komplett.

Tilpasset industrialisert landbruk

Fattige småbønder livnærer seg på små åkerlapper med til dels dårlig jord og har derfor ofte behov for spesielle plantesorter som er tilpasset lokalmiljøet. Den konsentrerte utbredelsen av GMO-er viser at de sortene som hittil er markedsført, er best egnet i områder der det er mulig å drive et industrialisert landbruk i stor skala med enkel tilgang og ressurser til å kjøpe pakkeløsninger med såvare, tilhørende sprøytemidler og kunstgjødsel. For å klare slike innkjøp må fattige småbønder ta opp lån, noe som utgjør en stor risiko. Om avlingen svikter, kan bonden bli fanget i en gjeldsspiral det kan bli vanskelig å komme ut av.

Resistens hos ugras

Det dominerende sprøytemiddelet på genmodifiserte planter er glyfosat. Dette er også et viktig sprøytemiddel innen konvensjonelt landbruk. Den utstrakte bruken av dette ene sprøytemiddelet har ført til økt forekomst av ugras som er resistent mot glyfosat i land som USA, Argentina, Sør-Afrika, Israel og Australia. Følgelig er ikke glyfosatresistente GMO-er en langsiktig strategi for å sikre matsikkerheten i utviklingsland.

Resistens hos insekter

Nytten av GMO-er som er resistente mot insekter fordi de produserer giftstoffer, forsvinner straks et insekt selv har utviklet resistens mot giftstoffet. For å forsinke utviklingen av resistens hos insekter er derfor maisbønder pålagt å ha områder (refuger) med ikke-GM-mais i nærheten av GM-avlingene. På den måten vil det fortsatt være tilgang på "normal" mat for insekter og seleksjonspresset

for utvikling av resistente insekter forventes å avta. Jo mindre åkeren til bonden er og dermed refugen, jo større del av refugen vil imidlertid bli genforurenset av GM-maisen. Utvikling av resistens kan dermed skje raskere på de små jordlappene til fattige småbønder i utviklingsland enn på store, industrialiserte bruk.

Framtidige GMO-er

Av GMO-ene som dyrkes i stor skala i dag, er det kun mais som er en vanlig matplante i utviklingsland. Er da løsningen å fremme genmodifisering av andre planter som er viktigere i kostholdet til fattige mennesker? Fattigfolk uten kjøpekraft har aldri vært den primære målgruppen for kommersielle selskaper, men likevel er de ikke uten PR-verdi. Ris anrikt med A-vitamin er et eksempel på det.

"Gyllen ris"

Mangel på vitamin A kan føre til permanent blindhet og forverring av infeksjonssykdommer, og rammer spesielt småbarn i utviklingsland. Etter at forskerne Ingo Potrykus og Peter Beyer klarte å øke innholdet av forløperen til A-vitamin (beta-karoten) i ris i 1999, fremstår i dag "Golden Rice" (med referanse til dens gule farge) som frøfirmaet Syngentas store humanitære prosjekt. Risen skal doneres til videre forskning og utvikling under bestemte lisensavtaler, men fremdeles er ikke "den gylne risen" klar for distribusjon til underernærte befolkningsgrupper i utviklingsland. Det ser ut til å ta lang tid å krysse inn egenskapene i sorter som er lokalt tilpasset.

Patenter hindrer forskning

"Den gylne risen" viser at det er mye vanskeligere å overføre et helt sett med nye gener til en organisme enn det er å overføre bare ett gen for én egenskap (som sprøytemiddel- eller insektresistens). I tillegg illustrerer den hvordan patenter er til hinder for forskning. Over 70 forskjellige prosess- og produktpatent eiet av over 30 forskjellige selskaper og universiteter satte kjøper i hjulene for initiativtakerne. Utviklingen av andre nye GMO-er kan

også få problemer fordi et fåtall av selskap eier hundrevis av patenter på planter, metoder og gener.

Deltakende planteforedling

Utviklingsfondet har i mange år jobbet med deltakende planteforedling med sine partnere. Målet er å bevare det livsviktige genetiske mangfoldet gjennom kontinuerlig bruk i bondens åker (såkalt *in situ*-bevaring). I et lite land som Laos, for eksempel, forvalter bøndene flere tusen sorter ris i sine åkre. Dette mangfoldet er et resultat av årtusener med nøye seleksjon. Hver sort ris har en unik genetisk sammensetning, som kan gi forskjellig smak, lukt og farge, men også motstand mot forskjellige sykdommer og skadedyr, høyt næringsinnhold og til-

pasning til ulike geografiske og klimatiske forhold. Opprettholdelse av det genetiske mangfoldet gjør matproduksjonen bedre rustet overfor videre miljøbaserte endringer.

Deltakende planteforedling er et desentralisert planteforedlingssystem. Samarbeidet mellom moderne planteforedlere og bøndene selv kan variere fra å gjelde utvelgelse og evaluering av materiale, til at bonden mottar plantemateriale for seleksjon og videreutvikling i åkeren. Bonden kontrollerer alle faser i foredlingsprosessen og planteforedlerens viktigste rolle er å veilede og trene bonden.

Gode resultater

Arbeidet med deltakende planteforedling bærer tydelige frukter. I de

Utviklingsfondet

– en miljø- og utviklingsorganisasjon

Utviklingsfondet er en uavhengig miljø- og utviklingsorganisasjon. Organisasjonen støtter fattige småbønder i Sør i deres eget arbeid for å komme seg ut av fattigdommen, sikre miljøet og klare seg selv. Klimaendringene vi står overfor gjør koblingene mellom utviklingstiltak og miljøvern viktigere enn noensinne. Målet til Utviklingsfondet er at folk skal kunne opprettholde en forutsigbar og miljøvennlig matproduksjon. Gjennom selvhjelpstiltak basert på lokale behov og dyrkingsforhold, bidrar Utviklingsfondet til å redusere fattigdom og bygge opp sterkere lokalsamfunn. På denne måten er Utviklingsfondet med på å så håp for framtida. Utviklingsfondets største innsats foregår i land som Nepal, Sri Lanka, Etiopia, og Honduras, men det har også regionale prosjekter i for eksempel Sørøst-Asia og Mellom-Amerika. Gjennom samarbeid med lokale partnere jobber Utviklingsfondet med sosial mobilisering, matsikkerhet, nomader i tørrlandsområder og biologisk mangfold i jordbruket. Støtte fra enkeltpersoner, grupper og næringslivet legger grunnlaget for prosjektene. Utviklingsfondet har også en samarbeidsavtale med norske myndigheter innenfor en avtalt økonomisk ramme. Avtalen krever at Utviklingsfondet må skaffe egenandeler til prosjektene. Det årlige budsjettet ligger i gjennomsnitt på rundt 50 millioner kroner.

www.utviklingsfondet.no



UTVIKLINGSFONDET
SÅR HÅP



lokalsamfunnene som er med i Utviklingsfondets prosjekt i Vietnam, for eksempel, ble 30-80 prosent av behovet for såkorn i fjor dekket av bøndene selv. Dette førte til en inntektsøkning på mellom 10 og 30 prosent. Årsaken var reduksjon i produksjonskostnadene fordi de produserte sitt eget såkorn og fikk økte avlinger på grunn av god kvalitet på såkornet.

Med den raske utviklingen innenfor genteknologi, kan det hende at slik teknologi også kan bli et viktig bidrag til deltakende planteforedling. Av interessante genteknologiske metoder kan nevnes markør-assistert seleksjon, kartlegging av genomer og bioinformatikk. Hvis bruk av genteknologi skal komme småbønder til gode, bør teknologien fremmes av aktører som ikke primært tenker på egen profitt, men ivaretar bøndenes medbestemmelse og kontrollmuligheter.

GMO og matsikkerhet

En stor utbredelse av GMO-er er en utfordring for lokal matsikkerhet i utviklingsland. Kanskje vil maksimalt 50 sorter GM-mais etter hvert bli tilbudt på markedet. Dette er kun en liten brøkdel av det eksisterende mangfoldet. En slik reduksjon av det biologiske mangfoldet innebærer at det blir færre lokalt tilpassede sorter. Om bøndene blir redusert til kun kjøpere av GM-såkorn, kan lokal kunnskap til planter, dyrking og foredling også gå tapt. I takt med utbredelsen av patenterte GM-planter mister i tillegg bønder kontroll over såkornet, fordi det da ikke er lov å ta såkorn fra egen avling.

Utviklingsfondet er ikke overbevist om at man vil greie å forske fram noen GMO i nær framtid som vil være nyttig for småbønder i utviklingsland. Disse bøndene dyrker gjerne den mest marginale jorda under svært ulike og vanskelige vekstvilkår. Vi mener derfor at en mangfoldig tilnærming basert på bøndenes egen deltakelse er en nødvendig og farbar vei.

Bell Batta Torheim, Tor Skudal og Rosalba Ortiz arbeider i Grappa for biologisk mangfold i Utviklingsfondet.

Nevroetikk: bioetikken nye skanse?

De senere års hjerneforskning gjør det mulig å både undersøke og påvirke folks hjerner i stadig økende grad. Vi er dermed i ferd med å se fremveksten av et nytt felt innen bioetikken, såkalt nevroetikk – studiet av etiske sider ved hjerneforskning og anvendelsen av den. Samtidig gir ny hjerneforskning oss også kunnskap om hvordan vi faktisk går frem for å løse moralske problemer.

Jakob Elster

I en viss grad dreier de etiske spørsmålene seg om teknologier som allerede i dag er i bruk eller er aktuelle å ta i bruk. Det dreier seg blant annet om bruk av medikamenter, ikke bare til å helbrede mentale lidelser, men også til å forbedre normale mentale funksjoner, og om kirurgiske inngrep i hjernen. Diskusjonen om lobotomi er kanskje den eldste nevroetiske problemstillingen vi har.

"Du er din hjerne"

På flere måter kan hjerneforskning ses på som en kilde til nye midler for å oppnå mål som man allerede har søkt å nå med andre midler, inkludert genteknologiske midler. Tre stikkord i denne sammenheng er overvåking, innflytelse og forbedring. Det som potensielt gjør hjerneforskning til et kraftig middel for å nå disse målene, er den nære sammenhengen vi antar at det er mellom en persons hjerne og en persons tanker, personlighet og mentale liv.

Genenes innflytelse på vår personlighet har til tider vært presentert under det feilaktige slagordet "Du er dine gener", et slagord som overser blant annet miljøets innflytelse på hvem vi er. Det er mye mer sant at "Du er din hjerne", ettersom både genetiske faktorer og miljøfaktorer, samt vår egen eventuelle spontane aktivitet, må gå gjennom hjernen for å påvirke vår personlighet og adferd. Hjernen er dermed blitt omtalt som en "flaskehals" for alle andre former

for påvirkning av personligheten. I teorien kan vi vite alt det er å vite om noens personlighet hvis vi vet alt om hjernen til vedkommende, men i praksis vet vi imidlertid svært lite om hjernen til tross for den avgjørende betydningen den har for våre liv.

Overvåking versus retten til å ha tankene sine i fred

Instrumenter for å undersøke individuelle hjerner og for å lage bilder av hjernen er i stadig utvikling. Dels er dette teknikker som studerer trekk ved anatomien til en persons hjerne, og dels er det teknikker som studerer funksjoner til ulike deler av hjernen, ved å sammenligne bilder av samme hjerne over tid mens en person deltar i ulike aktiviteter. Denne forskningen gir kunnskap om sammenhengen mellom aktivitet i ulike deler av hjernen og ulike mentale tilstander som løgnaktighet, tillit, følelsesmessig opphisselse, moralsk harme, og så videre. I teorien kan denne kunnskapen, kombinert med instrumenter for å undersøke hjernen, gi oss både informasjon om en persons generelle personlighetstrekk, og om hva hennes mentale tilstand er på et gitt tidspunkt. Dette har allerede i en viss grad blitt brukt for løgndetektor-tester, og noe forskning peker på at man kan oppdage blant annet kriminelle karaktertrekk.

Påstander om hva vi i dag og i nær fremtid kan oppdage med slik teknologi, må imidlertid tas med en solid

porsjon skepsis. Resultatene som påviser en sammenheng mellom aktivitet i visse deler av hjernen og ulike mentale tilstander, er ofte fortsatt svært usikre, og undersøkelsen av individuelle hjerner krever en stor grad av tolkning. En av grunnene til at bruk av slike undersøkelser i retts-salen og andre sammenhenger er etisk problematisk, er nettopp at resultatene er så usikre. Hvis teknologien og kunnskapen utvikler seg slik at disse undersøkelsene gir mer sikker kunnskap om folks mentale tilstander, får vi andre etiske problemer, særlig knyttet til personvern og retten til å ha sine tanker i fred.

Innflytelse

Den samme sammenhengen mellom bestemte deler av hjernen og personlighetstrekk og adferd åpner for muligheten for å påvirke disse. Dette er selvfølgelig ikke noe nytt. Så vel alkohol som ulike medikamenter eller narkotiske stoffer har vært i bruk i den hensikt lenge. Det som er nytt, er potensialet for mer presise former for innflytelse. For eksempel er det påvist at forsøkspersoner som er blitt gitt stoffet oxytocin via nese-spray, er mer tillitsfulle enn kontrollpersoner. Oxytocin er et naturlig stoff som både fungerer som et hormon som påvirker kroppsfunksjoner, særlig i forbindelse med amming og fødsler, og som en neurotransmitter som påvirker hjernen. Hvis dette resultatet er robust, er det ikke vanskelig å tenke seg mulige former for misbruk av oxytocin.

Forbedring

Man kan også ønske å bruke lignende kunnskap på mindre kyniske måter, for å forbedre visse normale egenskaper. Forbedring forsøkes allerede i dag, på mer eller mindre godt vitenskapelig grunnlag, ved bruk av medikamenter som opprinnelig var ment for å kurere visse mentale lidelser. Ett eksempel er Ritalin, som er ment for personer med ADHD (Attention Deficit/ Hyperactivity Disorder), men som i USA brukes av mange studenter for å få økt konsentrasjon – uten at det på noen måte er sikkert at dette virker, og til tross for mulige



Teknologiske fremskritt og stadig mer kunnskap om hjernen gir muligheter for nye former for påvirkning og overvåking. Foto: Duane Rieder/Gettyimages

helsemessige bivirkninger. En annen mulighet for å forbedre egenskaper, som også kan brukes til å påvirke adferd, er å midlertidig "slå ut" visse deler av hjernen ved hjelp av magnetfelt – såkalt transkranial magnetstimulering. Også denne metoden er kontroversiell, da noen hevder at den kan ha alvorlige bieffekter.

Et nytt sett med problemer kan oppstå den dagen man utvikler måter å forbedre hjernens funksjoner på som både gir sikre resultater og ikke har farlige bivirkninger. Vil slik bruk være akseptabel? Lignende spørsmål har lenge vært stilt om medisinsk bruk av bioteknologi: Hvis det blir trygt og mulig å forbedre sine egne eller sine barns egenskaper ved hjelp av genterapi, ville det være legitimt å gjøre det? Det er et ubredt bioetisk prinsipp at mens behandling av lidelser er et legitimt mål for medisinen, er forbedring av normale egenskaper ikke et legitimt mål. Det kan imidlertid settes spørsmålstegn ved gyldigheten av dette prinsippet. For det første kan det være vanskelig å identifisere hva som er normale egenskaper, og hva som er lidelser som kan behandles. Man kan hevde at enkelte egenskaper har blitt regnet som normale bare fordi vi ennå ikke har kunnet

behandle dem. For det andre kan det spørres hvorfor vi ikke godtar forbedring ved hjelp av medisinsk teknologi, når vi jo støtter opp om forbedring ved hjelp av skole, idrett og så videre.

"Det var ikke meg, det var hjernen min"

Som allerede nevnt, er mulige anvendelsesområder for disse hjerneundersøkelsene løgndetektorer og undersøkelser av hjernen for å se om en person har visse mentale egenskaper. I flere straffesaker i USA har forsvaret brukt resultater fra hjerne-skanning for å argumentere for at den anklagede ikke er skyldig. I noen tilfeller ble det påstått at handlingen ikke ble begått med overlegg, ettersom en hjerneskada gjorde det umulig for anklagede å planlegge handlingen; i andre tilfeller ble det påstått at den anklagede var sinnssyk. Et tidlig og kjent eksempel på neurovitenskapelig bevis i retts-salen er fra straffesaken mot John Hinckley, som forsøkte å myrde USAs president Ronald Reagan i 1981. Resultater fra en CT-skan (som viser hjernens anatomi) ble brukt for å underbygge påstanden om at Hinckley var sinnssyk. Hinckley ble for øvrig frikjent på dette grunnlaget.

Som regel vil ikke undersøkelser av hjernen i seg selv gi grunnlag for frikjennelse, men de kan åpne for dette hvis man oppdager skader i hjernen som har en kjent sammenheng med mentale lidelser som i sin tur åpner for frikjennelse. Sånn sett er ikke bruk av hjerneundersøkelser i retten noe prinsipielt nytt. Slik bruk kan likevel skape etiske og rettssikkerhetsmessige problemer hvis man legger for mye vekt på undersøkelser som ofte gir usikre resultater preget av mye tolkning.

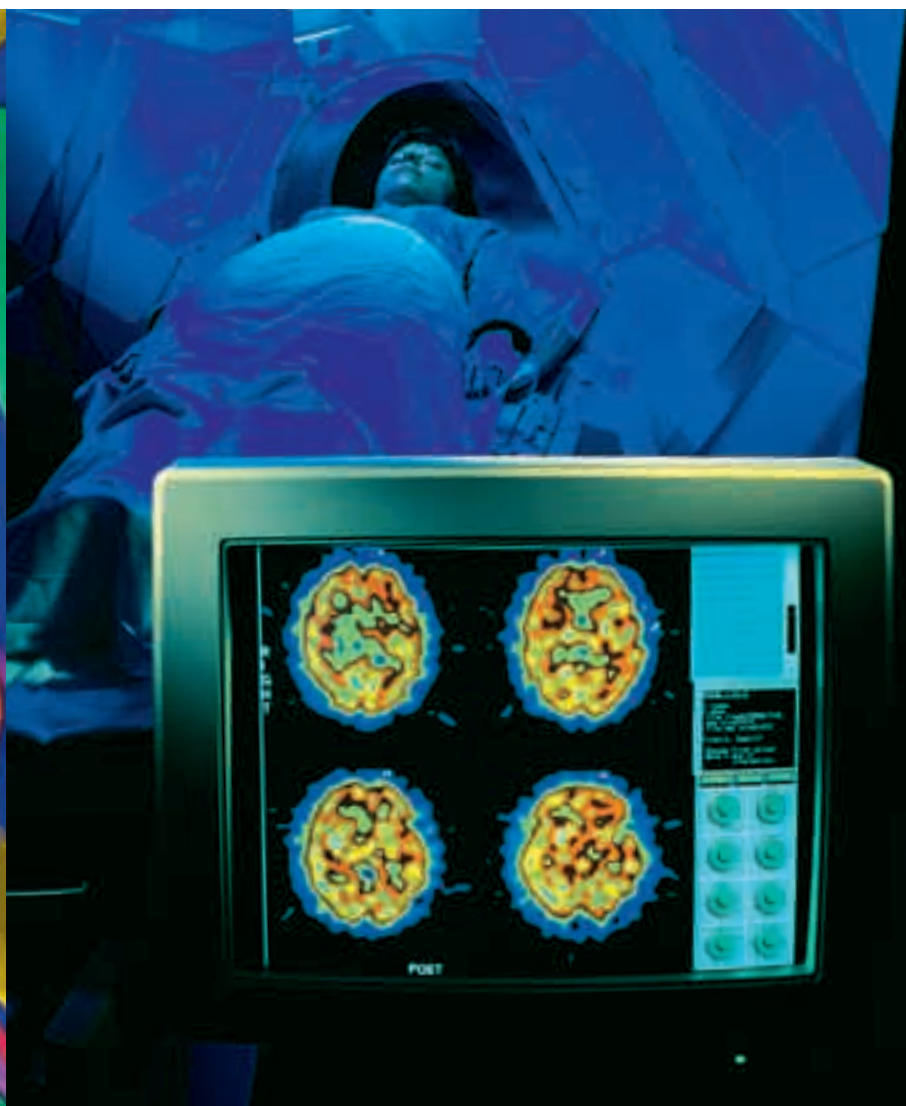
Noen hevder imidlertid at det går en klar vei fra slik bruk av hjerneundersøkelser i rettssalen til at hele vår rettslige og moralske forståelse av ansvar undergraves. "Det var ikke meg, det var hjernen min", er

argumentet som ligger til grunn for å bruke slike undersøkelser. Men, argumenterer filosofene Joshua Greene og Jonathan Cohen: "Vi er alle vår hjerne". Både de som kan peke på hjerneskader, og de som har "normal" hjerne, handler slik de gjør på grunn av hvordan hjernen deres er til enhver tid, og ikke fordi de selv har valgt fritt sine handlinger. Hvis dette er tilfellet, er ingen i streng forstand ansvarlige for sine handlinger. Forholdet mellom våre handlinger og vår hjerne er naturlig nok ikke et resultat av moderne nevrovitenskap; men Greene og Cohen argumenterer for at økt kjennskap til nevrovitenskap vil få folk flest til å bli overbevist om at vi faktisk ikke foretar frie valg.

Kunnskap om moralsk dømmekraft

Nyere hjerneforskning er også etisk relevant på en ganske annen måte: ikke ved å skape nye etiske dilemmaer, men ved å gi oss kunnskap om hvordan vi bedømmer etiske problemstillinger. Ved hjelp av fMRI-studier (functional magnetic resonance imaging), der man ved hjelp av en stor magnet kan se hvilke deler av hjernen til forsøkspersoner som er aktive i ulike situasjoner, har man studert hvilke deler av hjernen som er involvert når vi vurderer moralske dilemmaer. De dilemmaene man ofte studerer, er hypotetiske situasjoner der man må velge om man skal ofre ett menneskeliv for å redde flere liv. De fleste mener at det er det riktige å gjøre i situasjoner der man ikke øver direkte fysisk vold mot personen man ofrer, for eksempel når man pensler en løpsk sporvogn over fra et spor der det står fem personer til et spor der det står én person. De færreste derimot mener det er akseptabelt å ofre en person ved direkte fysisk vold, for eksempel når man må drepe en person for å få organer som kan redde fem personer.

Undersøkelser av det som skjer i folks hjerne når de vurderer slike dilemmaer, viser at det er en konflikt mellom to prosesser. På den ene siden er det en abstrakt og kognitiv prosess, der vi beregner at det er bedre at én person dør enn fem. På den andre siden er det en følelsesmessig prosess, som gir en instinktiv negativ reaksjon på tanken om å bruke direkte fysisk vold mot et annet menneske. Delene av hjernen som er knyttet til følelser, er i mindre grad involvert når vi kun vurderer antall ofre opp mot hverandre, men er i større grad involvert når vi vurderer å ofre noen på en voldelig måte. Disse resultatene støttes av studier av pasienter med hjerneskade. Pasienter med skade i ventromedial prefrontal cortex, et område som spiller en viktig rolle i generering av følelser, er i større grad enn andre villige til å ofre en person, også på voldelige måter, for å redde flere. Også andre moralske egenskaper, som rettferdighetsans, er blitt studert på denne måten.



Med avanserte instrumenter som en MRI-scanner (Magnetic Resonance Imaging) kan man nå studere hjerneaktivitet og mentale tilstander som har å gjøre med løgnaktighet, tillit, følelsesmessig opphisselse, moralsk harme og så videre. Foto: David Mendelsohn/Creative/Scanpix

Denne forskningen er imidlertid fortsatt på et tidlig stadium, og vi kan vente å lære mye mer om hvordan vi faktisk gjør moralske overveielser. Et spørsmål som så reiser seg, er om denne forskningen sier noe om hvordan vi bør gjøre moralske overveielser. Noen filosofer argumenterer, på grunnlag av denne forskningen, for at våre følelsesmessige reaksjoner er gitt oss av evolusjonen via naturlig utvalg, og at det ikke er noen grunn til å tro at de intuisjonene evolusjonen har gitt oss fordi de var tjenlige i en fjern fortid også skal være moralsk riktige i dag. Andre derimot, vil hevde at det er noe galt med moralske dommer som treffes basert på en rasjonell beregning, uten at våre følelser får spille noen rolle.

Veien videre

Denne og andre typer hjerneforskning reiser etter hvert grunnleggende spørsmål om hva ny kunnskap om hjernen og dens forhold til vår adferd og personlighet gjør med vårt selvbilde og vårt syn på menneskets plass i naturen. Når det gjelder de mer konkrete etiske spørsmålene, er det viktig å huske at mange av anvendelsene av nyere hjerneforskning som er diskutert i denne artikkelen, ennå ikke er i bruk i noen stor grad, og stort sett er

basert på noen få eksperimentelle studier. Like fullt er dette anvendelser som vi kan få, og vi bør allerede nå reise de etiske spørsmålene knyttet til en slik utvikling.

Kilder og videre lesning:

- "Neuroethics: the practical and the philosophical" av Martha J. Farah, *TRENDS in Cognitive Sciences*, vol. 9, nr.1, 2005, s. 34-40.
- "Neuroethics" av Walter Glannon, *Bioethics*, vol. 20, nr. 1, 2006, s. 37-52.
- *The Ethical Brain*, av Michael S. Gazzaniga, 2005.
- "From neural 'is' to moral 'ought'" av Joshua Greene, *Nature Reviews Neuroscience*, Oktober 2003, s. 847-850.
- "The Neural Bases of Cognitive Conflict and Control in Moral Judgment" av Joshua Greene, et al, *Neuron*, 44, 2004, s. 389-400.
- "For the Law, Neuroscience Changes Nothing and Everything" av Joshua Greene & Jonathan Cohen (*Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 2004, 359, s. 1775-1785.)
- *The President's Council on Bioethics*: http://www.bioethics.gov/topics/neuro_index.html

I spillserien "Decide" på playdecide.org (se s. 11), finnes det et spill om etiske problemstillinger knyttet til nevrobiologi og hjernen.

Ny satsning på nevroetikk og annen ELSA-forskning i Forskningsrådet

Et utvalg nedsatt av Norges forskningsråd har nettopp levert en rapport om fremtidig satsning på forskning på etiske sider ved bioteknologi, nanoteknologi og kognitive vitenskaper – et begrep som er bredere enn, men også dekker, nevrovitenskap. Utvalget anbefaler en bred satsning på såkalt ELSA-forskning – forskning på etiske, rettslige og samfunnsmessige aspekter – på disse områdene.

For å sikre både en enhetlig tverrfaglig satsning, og at etikkforskningen knyttes til den teknologiske forskningen, foreslår utvalget at man opprettholder en dobbelt finansieringsmodell, der midler til ELSA-forskning gis dels av et eget dedikert program i Forskningsrådet, og dels som en del av Forskningsrådets andre programmer, som NANOMAT og FUGE.

Endringer i bioteknologiloven trer i kraft 1. januar 2008

Det ble i Statsråd 15. juni vedtatt at endringene i bioteknologiloven skal gjelde fra 1. januar 2008. Det betyr at det først fra dette tidspunktet er tillatt å forske på overtallige befruktete egg og å importere embryonale stamcellelinjer til Norge.

Den 24. mai ble Regjeringens forslag til revidert bioteknologilov debattert i Stortinget og vedtatt med 61 mot 14 stemmer. Forslaget gikk i hovedsak ut på å åpne for forskning på overtallige befruktete egg, samt formelt tillate begrenset bruk av preimplantasjonsdiagnostikk (PGD), som i dag tillates etter dispensasjon. Se GENiALT nr. 1/2007, s. 18 for en beskrivelse av endringsforslaget.

Representantene for Arbeiderpartiet, Fremskrittspartiet, Sosialistisk venstreparti, Senterpartiet og Venstre stemte for, mens representantene for Høyre og Kristelig Folkeparti stemte mot Regjeringens forslag til lovendring. Venstre stemte imidlertid mot forslaget om å tillate vevstypetesting i kombinasjon med PGD for å kunne lage såkalte redningssøsken.

Lovforslaget ble vedtatt med én endring i forhold til Regjeringens forslag. Stortinget vedtok å fjerne en adgang til å lage en forskrift som skulle regulere "vilkår for å tillate preimplantasjonsdiagnostikk". Dette ble endret med begrunnelsen om at vilkårene for PGD allerede er regulert i selve lovteksten, og at det ikke er behov for en egen forskrift som regulerer dette nærmere.

Debatten i Stortinget 24. mai kan sees i sin helhet på www20.nrk.no/stortingetwebtv.



Genmodifisert myggsommer

Nå ser det ut som forskere har lyktes med å lage en genmodifisert malariamygg som ikke bare er resistent mot malariaparasitt, men som også er i stand til å utkonkurrere den ekte malariamyggen i laboratorieforsøk. Er det mulig at vi vil hilse en ny malariamygg velkommen?

Sissel Rogne

Når myggen stikker og suger opp blod fra en smittet person, går blodet ned i magen til myggen. Her må parasitten komme seg gjennom tarmslimhinnen og inn i insektkroppen. For å kunne spres videre, må parasitten passere slimhinnen i spyttkjertlene i insektet. Når den infiserte myggen så igjen stikker, overføres parasitten til en ny person.

Molekylærbiologisk snadder

Det viser seg at parasittens mulighet for å passere gjennom slimhinnene (epitelceller) er avhengig av at spesielle molekyler på parasittens overflate bindes til overflaten på epitelcellene. Nå har forskere brukt denne kunnskapen til å genmodifisere mygg. Ved å sette inn et gen for et protein som kalles SM1 i myggens arvestoff, produseres SM1-protein i myggens tarm og hindrer at parasittene festes til epitelcellene. Dermed får ikke myggen malariaparasitten inn i kroppen og kan følgelig ikke videreføre malaria. Lignende forsøk har også vært gjort med andre proteiner (for eksempel fosfolipase A2) som hindrer malariaparasitten i å fullføre sin livssyklus. Her har problemet til nå vært at malariaresistent mygg må være i stand til å utkonkurrere allerede eksisterende malariamygg. Hittil har de genmodifiserte myggene hatt dårligere overlevelse og forplantningsevne enn villtype-mygg.

Malaria en byrde også for malariamyggen

Ved enhver genmodifisering er det vanskelig å forutsi hvor det nye genet vil bli satt inn i genomet/arvematerialet. De innsatte genskvensene må ikke ødelegge andre gener og skape problemer. Derfor har forskergruppen ved Johns Hopkins University i USA testet sine nye modifiserte mygg under kontrollerte forhold. Forskerne har undersøkt hvorledes populasjoner av



Hånd som har klasket til en blodfylt malariamygg i Malawi. Foto: Kennet Havgaard /Scanpix

Vi har riktignok plagsom mygg i Norge, men det er ingenting å klage over sammenliknet med dem som er utsatt for malariamygg. Blant de noen hundre myggarter er det bare en liten andel som er bærere av malariaparasitten. Når vi blir stukket av disse, kan parasitten overføres til oss.

Rammer afrikanske barn

Malaria er en av de hyppigste dødsårsakene for barn i Afrika. Årlig dør mellom 1 og 2 millioner av de over 300 millioner malariasyke. Det finnes medisiner mot sykdommen, men de

er dyre og behandling er vanskelig fordi parasitten (slekten *Plasmodium*) som forårsaker sykdom, lever inne i cellene våre. Det er mer enn 10 arter *Plasmodium* som er kjent å gi malaria i mennesker. Varianten *Plasmodium falciparum* står for om lag 80 prosent av dødsfallene. I tillegg finnes en rekke andre parasittvarianter som benytter andre dyr eller fugler som vert.

Parasittens livssyklus

Malariaparasitten har en meget komplisert livssyklus i myggen.

malariabærende mygg og malariare-sistente mygg utviklet seg i bur der de var i kontakt med malariasmittede mus. Over tid ble det stadig flere av de malariare-sistente myggene. De utkon-kurrerte altså gradvis de malariabæ-rende myggene. Dette viser at de gen-modifiserte myggene hadde fått et konkurransefortrinn ved at de ikke lenger kunne smittes med parasitten.

Nærmere en løsning?

Om man dermed er kommet nærmere en ny strategi og farbar vei for å redu-sere malariaproblemet i verden, er fremdeles ikke klarlagt. Én ting er suksess i laboratoriet, noe helt annet er hvorledes genmodifiserte mygg oppfører seg i kompliserte økosyste-mer i Afrika. Malariare-sistent mygg kan likevel bli en av mange andre strat-egier for å redusere spredningen av denne sykdommen. Dette vil imidler-tid kreve mer kunnskap og videre dis-kusjoner om så vel økologiske som økonomiske virkemidler.

Kilde: PNAS 19. mars 2007, s. 5580-83, doi:10.1073/pnas.0609809104

DNA-profil

Ein DNA-profil er eit mønster som kjem fram når ein analyserer bestemte delar av arvestoffet til ein person eller eit dyr. Mønsteret er forskjellig frå person til person. Derfor kan vi bruke det til å iden-tifisere personar.

Det blir laga DNA-profilar av menneske når ein skal identifisere personar i kriminalsaker, finne ut kven som er far til eit barn, eller identifisere omkomne etter ulyk-ker. Som oftast får ein blod frå dei ein skal sjekke og analyserer DNA som er i blodcellene.

DNA-profilar blir og kalla DNA-fingeravtrykk fordi dei blir brukte på same måte som fingerav-trykk til å identifisere folk.

Vil du vite meir om DNA-profilar, kan du lese Bioteknologinemnda sitt temaark "DNA-analyser for identifi-kasjon".

Forskingstorget 2007:

Er isbjørnen klona?

På Forskingstorget 21. og 22. september 2007 kan du besøkje Bioteknologi-nemnda i Nysgjerrigperteltet. Her har vi laga eit scenario der du kan vere med å sjekke om isbjørnen er klona. Du skal bruke same metodar som politietterforskarar brukar når dei skal avsløre forbrytarar.

Norunn Torheim

Kan nokon ha prøvd å klone isbjør-nen for at den ikkje skal bli utrydda? Korleis kan vi sjekke dette? Jo, akku-rat som politiet kan avsløre krimi-nelle ved å analysere DNA-et deira, kan vi analysere isbjørnen sitt DNA for å sjekke om nokre isbjørnar har det same DNA-et.

Analyse av arvestoffet (DNA)

Kvar person eller kvart dyr har arve-stoff som er litt forskjellig frå andre sitt DNA. Det er berre klonar og einegga tvillingar som har same DNA. Vi kan derfor identifisere per-sonar og dyr ved å analysere DNA-et deira. Når ein skal gjere ein slik analyse, lager ein det ein kallar ein DNA-profil for den ein skal sjekke. DNA-profilar er ei moderne form for fingeravtrykk. DNA-profilar blir derfor og kalla DNA-fingeravtrykk.

Er det lurt å klone dyr?

I utgangspunktet kan det synest som ein god idé å prøve å redde isbjør-nen ved å klone den. Kloning gir oss nye moglegheiter til å ta vare på utrydningstrua dyr.

Likevel er det ikkje sikkert at klo-ning av dyr berre er bra. Her er nokre grunnar til at vi bør tenkje oss om før vi brukar kloning til å redde utrydningstrua dyr:

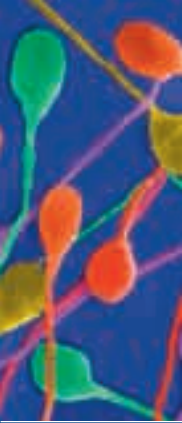
- Dyr som er klona frå same dyr har akkurat dei same gena, og dei same sjukdomsgena. Dersom to slike klonar får barn saman, er det større risiko for at ungene får sjukdomar fordi dei kan arve



sjukdomsgen for same sjukdom frå begge foreldra. Slik sett kan ein ende opp med mange sjuke dyr. Det er det same med men-neske. Dersom personar som er i nær slekt får barn saman, er det større risiko for at dei får sjuke barn.

- Dersom vi tenkjer at vi kan klone eit dyr når det blir utrydnings-trua, kan det vere at vi ikkje bruk-ker nok krefter på å prøve å ta vare på miljøet slik at dyra ikkje blir utrydningstrua i utgangs-punktet.
- Det kunne tenkjast at den eige-ntlege grunnen til at nokon ville prøve å klone isbjørnen, er at dei ønskjer å få fleire isbjørnar slik at dei kan selje isbjørnskin, som er veldig dyrt og eksklusivt.





Redaktør Casper Linnestad

TIPS

GENi alt

bion@bion.no

Bioteknologinemnda, Naturfagsenteret og Skolelaboratoriet i biologi ved Universitetet i Oslo inviterer til:

Lærerkurs i etikk, samfunn og bioteknologi:

Små molekyler – store spørsmål

Todagerskurs for lærere i videregående skole.

8.-9. november 2007, Universitetet i Oslo

Kurset skal gi lærere en innføring og oppdatering i aktuelle bio- og genteknologiske temaer. Kurset består av fagforedrag og praktiske aktiviteter med etikkspill, laboratorieforsøk og datalab. Fagforedragene vil ta opp biologiske, etiske og samfunnsmessige sider ved bioteknologiske problemstillinger innen mat og medisin.

Kursavgift: 750 kroner. Dette inkluderer lunsj begge dager og middag torsdag, samt utgifter til laboratoriemateriell.

Informasjon om påmelding og detaljert program kommer på www.bion.no.

Åpne møter i høst

Bioteknologinemnda planlegger flere åpne møter neste halvår.

Blant aktuelle temaer er:

- Assistert befruktning, reproduksjonsturisme, egenbetaling og mulig dobbeltmoral
- Genmodifiserte organismer (GMO) – bidrar de til en bærekraftig utvikling?
- Genmodifisert fôr – trekker forbrukere, bønder, fiskeoppdrettere, fôrvareprodusenter og myndigheter i samme retning?

Mer informasjon om innhold, tid og sted vil bli lagt ut på Bioteknologinemndas nettsider www.bion.no. Følg med!



Bioteknologinemnda
Postboks 522 Sentrum
0105 Oslo
Telefon: 24 15 60 20
Faks: 24 15 60 29
E-post: bion@bion.no
www.bion.no