

BIOTEKNOLOGINEMNDA

GENjalt

Nr. 3 1997

Kloning av
PATTEDYR

A photograph of a line of brown calves standing in a grassy field. The calves are arranged in a diagonal line from the foreground towards the background, all facing left. The field is green and slightly out of focus in the background.

GENi alt

Fru Blood og hennes kamp

Man får umiddelbart sympati for fru Bloods kamp mot de engelske reproduksjonsmyndighetene – om det er det vi skal kalle «The Human Fertilisation and Embryology Authority» på norsk. Fru Blood er en 32 år gammel enke. Hennes høyeste ønske er å bli kunstig befruktet med sin nylig avdøde ektemanns nedfrosne sædceller. Herr og fru Blood hadde vært kjærestere i ni år før de prøvde å få barn. De hadde ikke lyktes i dette da mannen fikk akutt hjernebetennelse. Han falt fort i koma og fru Blood overtalte legen til å gi han et elektrisk sjokk i endetarmen slik at det ble mulig å samle opp sædceller. De hadde prøvd årevis å få barn sammen og hun visste at han ville ønske at hun ble gravid, selv etter hans død.

Sædcellene ble nedfrosset, men myndighetene nektet henne å bruke dem til befruktning – siden herr Blood ikke hadde gitt sitt samtykke. Myndighetens avgjørelse ble opprettholdt i retten og det ble stadfestet at det hadde vært ulovlig å ta sædcellene, likeledes å fryse dem ned. Det var heller ikke tillatt etter engelsk lov å gi fru Blood kunstig befruktning med sæd fra en avdød. Men, sa retten, myndighetene kunne ikke nekte fru Blood å få cellene utlevert for bruk til kunstig befruktning utført i et land hvor lovgivningen var en annen. I følge artikkel 59 i Romtraktaten har man rett til medisinsk behandling innen hele EU. I februar i år ble sædcellene overført til en klinikk i Brussel med det klare forbehold at de bare skal brukes til befruktning av fru Blood.

Hvordan historien ender, vet jeg ikke – kanskje får fru Blood tvillinger før neste sommer?

Når man blander seg i en naturlig prosess, som graviditet og fødsel, med alle slags triks blir det vanskelig å sette grenser. Det er også problematisk at grensene og lovgivningen varierer fra land til land. I USA har mer enn et dusin fertilitetsklinikker tatt sperm fra døde menn for nedfrysing og eventuell senere bruk.

Ville det vært OK om herr Blood hadde vært bevisst så lenge at han kunne spørres? Kunne fru Blood klonet herr Blood – om teknikken var god nok?

Bare to timer etter nyheten om lammet Dolly, morens eneggede



Sekretariatleder i
Bioteknologinemnda
Ruth Kleppe Aakvaag

tvilling, var publisert i februar i år, fikk pasientene ved en fertilitetsklinikk i Chicago spørsmål om de var interessert i nedfrysing av celler for senere mulig kloning.

Har vi allerede nå passert en grense som gjør at vi også kommer til å akseptere kloning? Eller bør vi si stopp, skru klokken tilbake og si: «Bort med alle triks i reproduksjonen. Ikke mer hormonbehandling, in vitro fertilisering, mikroinjeksjon og sæddonasjon!»

I prinsippet kan vi trekke grenser, men så snart det rammer en person som påkaller vår sympati, er vi villig til å tøye grensen. Slik tror jeg det vil gå med kloning også, en gang i fremtiden, og kanskje først i USA. Derfor er nok president Clintons foreslåtte fem års lovforbud mot kloning av mennesker et realistisk «midt-på-treet»-alternativ. Fem års forskning kan overbevise oss om at kloning kan tas i bruk, ikke for å lage genetiske kopier av levende eller døde personer, men for å hindre sykdom hos et foster.

Denne spesielle form for kloning er en slags genterapi for arvelige sykdommer knyttet til mitokondriene, cellenes energiproduserende enheter. Det er snakk om meget sjeldne sykdommer. Mitokondriene arves kun fra moren, de finnes i eggecellen. Spermceller har ikke mitokondrier.

I tilfelle arvelige sykdom knyttet til mitokondriene hos moren vil sykdommen overføres til fosteret. Fosteret trenger derfor nye mitokondrier. Det kan fosterets klon få dersom en cellekjerne fra fosteret overføres til en kjerneløs eggcelle med friske mitokondrier: Morens egg kan befruktes med farens sæd in vitro. Når det befruktede egget har delt seg noen få ganger kan kjernen fra en av embryoets celler overføres til et kjerneløst egg tatt fra en frisk kvinne. Det er nå laget en klon av det opprinnelige embryoet. Det rekonstruerte embryoet har mors og fars arveanlegg, men cytoplasma og mitokondrier er lånte. Barnet kan fødes av sin virkelige mor.

Dette er ikke kloning slik man så det med lammet Dolly, hun var en enegget tvilling av sin mor. Dolly er et resultat av ukjønnnet formering, mens vårt tenkte foster er et resultat av kjønnnet formering.

Henger du med?

GENi alt

Ansvarlig redaktør:
Redaksjon og layout:

Redaksjonens adresse:

E-post:
Internett:
Telefon.:
Telefaks:

Ruth Kleppe Aakvaag
Thor-Ivar Guldberg
E-post: thor-ivar.guldberg@eunet.no
Bioteknologinemnda,
PB 8027 Dep, 0030 Oslo
bioteknologinemnda@online.no
http://www.bion.no
22 24 87 91
22 24 27 45
Gen-i-alt nr. 3 – 1997



Gen-i-alt utgis av
Bioteknologinemnda,

Uttalelser i bladet avspeiler ikke
nødvendigvis nemndas syn. Bladet må bare
siteres med tydelig kildeangivelse.

Redaksjonen ble avsluttet 30. august 1997.

Trykk: a.s Joh. Nordahls Trykkeri
Foto forside: Anne S. Herdlevær/Samfoto

Nytt fra nemnda

Evaluering av Bioteknologinemnda

Sosial- og helsedepartementet har, etter forslag fra nemnda, bedt Statskonsult foreta en evaluering av nemnda.

Bioteknologinemnda får godt skussmål i evalueringsrapporten: Den har klart å sette viktige saker på den politiske dagsorden og fått stor oppmerksomhet på flere relevante områder. Uttalelser fra nemnda er blitt tillagt stor vekt, bl.a. i Stortinget og de aktuelle departementer, skoler og universiteter. Nemnda har på eget initiativ drøftet aktuelle problemer i forbindelse med regulering av bioteknologisk virksomhet. Statskonsult nevner bl.a. den internasjonale konferansen om bærekraft og samfunnsnytte, lekfolkskonferansen om genmodifisert mat og kjønntesting av idrettsjenter. Det er Statskonsults inntrykk at nemndas uttalelser har hatt meget stor betydning og har vært retningsgivende for myndighetenes politikk på området.

Statskonsult anbefaler at nemnda konsentrerer sin virksomhet omkring de tyngre prinsipielle sakene, men særlig vekt på etiske og samfunnsmessige sider ved bruk av moderne bioteknologi. Informasjonsvirksomheten, dvs. generelle informasjonshefter, debatthefter, GeniAlt og nemndas åpne møter blir positivt vurdert. Det er nødvendig med seriøs populærvitenskap for at den etiske debatten skal ta utgangspunkt i fakta. Statskonsult anbefaler at Bioteknologinemnda fortsatt bør ha som mål å være debattskapende og informerende. For å klare sine oppgaver bør ressursene økes i sekretariatet. De anbefaler også at sekretariatet styrkes med kompetanse innen jus, etikk og samfunnskunnskap.

Statskonsult foreslår videre at departementene ikke bør sitte i nemnda. De ønsker isteden en økning i de faglig oppnevnte representantene. Det er viktig at nemnda fortsatt er frittstående i forhold til forvaltningen, men sekretariatet kan samlokaliseres med andre, f.eks. de etiske komiteene i Forskningsparken.

Nemnda er hjemlet i Genteknologiloven og Bioteknologiloven. Det er en styrke at nemnda kan se helheten i problemstillingene i en større sammenheng. Et eksempel på overgripende saker er fremstilling av transgene griser (Genteknologiloven) brukt til xeno-transplantasjon (Bioteknologiloven).

Informasjon om genmodifisert mat

Statens næringsmiddeltilsyn har invitert Bioteknologinemnda til et samarbeid om informasjonsmateriale om genmodifisert mat. Hefte vil bli lagt ut på nemndas hjemmeside på internett.

Grønn kjemi med blå gener

Allerede i 1993 ble det tatt ut patent på en genmodifisert tarmbakterie som kunne lage indigo, det blå fargestoffet som jeans farges med, ut fra glukose. Siden den gang er prosessen forbedret ved hjelp av videre bruk av genteknologi. Nå har man en bakterie som produserer indigo som ikke kan skilles fra den tidligere brukte kjemisk fremstilte indigo, og fremstillingsprosessen er langt reinere og mer miljøvennlig.

I den kjemiske prosessen for å fremstille indigo inngår bl.a. cyanid, en meget giftig forbindelse. Den kjemiske prosessen trenger 8 trinn, ved bruk og utvikling av meget giftige kjemikalier som cyanid og ammoniakk, som arbeiderne må beskyttes mot. Den bioteknologiske prosessen skjer over tre trinn; fermentering, utskilling av bakterieceller og utvinning av fargestoffet. Man bruker helt ufarlige stoffer i prosessen. Bakteriene vokser i store fer-

Markedsføring av genmodifiserte planter

Far Miljøverndepartementet har nemnda fått oversendt tre søknader om markedsføring av genmodifiserte planter: To potetplanter med endringer i stivelsessammensetning og en nellik med endret farge.

Nakent DNA

Fra Sosial- og helsedepartementet har nemnda fått spørsmål om laboratoriearbeid med DNA bør legges inn under genteknologiloven. Det gjelder DNA sekvensering og kjemiske, biokjemiske og fysikalske studier av nukleinsyrer/oligonukleotider, testing og diagnostikk ved hjelp av gensøkere og biokjemisk oppformering av DNA-sekvenser ved PCR-teknikken. Nemnda vurderte samme spørsmål for et år siden og sendte da et omfattende svar til departementet og pekte på at informasjonen i DNA/oligonukleotider brukt til diagnostikk og annet laboratoriearbeid burde de-struieres ved syrebehandling før det avfallsdeponeres. Flertallet i nemnda mener dette er en meget effektivt måte å hindre uønsket spredning av genetisk informasjon. Et mindretall i nemnda (3) mener at dette best kan sikres ved at alt laboratoriearbeid med DNA omfattes av genteknologiloven.

Oppsøkende genetisk virksomhet

Fra Sosial- og helsedepartementet har nemnda fått oversendt et høringsnotat om endring av Bioteknologiloven slik at oppsøkende genetisk virksomhet kan tillates. Bioteknologinemnda leverte for et år siden et fylldig notat til departementet om problemstillingene omkring oppsøkende genetisk virksomhet. Nemnda mente at helsevesenet ikke bør gis anledning til å oppsøke slektningene til en pasient med arvelige lidelser for å fortelle dem at de kan være disponert for samme sykdom. Pasienten bør oppfordres til å fortelle dette til sine slektninger, gjerne ved å gi dem en brosjyre om den spesielle arvelige sykdommen slekten er disponert for. Bioteknologinemnda foreslo at det bør vurderes å opprette en nemnd, som i meget spesielle tilfeller hvor legen vet at andre menneskers liv er i fare, kan avgjøre at legens taushetsplikt kan brytes.

Nemndas uttalelse fra 1996 finnes på nemndas hjemmeside på internett: www.bion.no.

mentorer på vann og sukker og produserer biomasse og CO₂.

I tillegg til å være mer miljøvennlig gir den bioteknologiske prosessen indigo til samme pris som den kjemiske prosessen. En rekke miljøbevisste forbrukere vil vite å sette pris på en grønn produksjonsmåte med blå enzymer.

Kilde: *Nature Biotechnology*,
15. februar 1997.



Gentest på få minutter

En ny såkalt biochip kan om få år kartlegge arveanleggene til mennesker i løpet av få minutter, hevder det amerikanske tidsskriftet Fortune. Biochipens betydning kan bli større enn mikroprosessoren, hevdes det.

Tidsskriftet antar at biochipen vil påvirke genrevolusjonen like mye som det mikrochipen gjorde for data-revolusjonen, og at biochipen etter hvert blir allemannseie.

I løpet av ti år kan det være mulig å putte noen få menneskeceller inn i en skanner for å analysere folks genetiske risiko for arvelige sykdommer.

FN-forslag kan hindre merking

Et forslag fra FN-organet Codex Alimentarius Commission, om internasjonale regler for genmodifisert mat, kan bety at en norsk merkeordning for genmodifisert mat bare vil gjelde i få år.

Seksjonsleder Åse Fulke i Statens næringsmiddeltilsyn sier til Nationen at tomater som er genmodifisert for å vare lenge, trolig vil bli merket etter Codex-reglene, mens tomater som er genmodifisert for å tåle sprøytemidler ikke må merkes.

Codex er også i tvil om matvarer som er tilført allergifremkallende stoffer eller egenskaper gjennom genmodifisering skal merkes.

Ikke mer gen-info

Helsemyndighetene går inn for å skjerpe forsikringsavtaleloven for å sette klare grenser for hva forsikrings-selskapene kan hente inn av opplysninger om kundene, melder NTB. Dette er helt i tråd med det Bioteknologinemnda har foreslått overfor Justisdepartementet. Nemnda mener at kundene skal ha klare retningslinjer om hva slags opplysninger de plikter å gi forsikringsselskapene.

Jan Raa i Biotec-Mackzymal AS:

– «Fisker» etter gener



Tromsø-firmaet Biotec-Mackzymal har oppdaget unike og for vitenskapen ukjente gener i organismer fra det marine miljøet i Barentshavet. Genene har den spesielle evnen at de produserer enzymer som kan drepe bakterier og gi økt motstand mot sykdom.

–Vi har lenge «fisket» etter gener i Barentshavet og tar sikte på industriell produksjon av antimikrobielle substanser for det kommersielle markedet, sier styreformann Jan Raa i Biotec-Mackzymal.

GENjalt

Av Thor-Ivar Guldberg

Med sine 20 ansatte og en omsetning på mellom 25 og 30 millioner krone i året, har selskapet i flere år allerede produsert marine enzymer av biprodukter fra fiskeindustrien. Gjennom isolering av enzymer

fra marine organismer har forskerne kommet på sporet av en hel rekke andre enzymer som kan produseres kommersielt ved bruk av genteknologi.

De aktuelle organismene, bl.a. skjell fra havbunnen i Barentshavet, har gener som gjennom millioner av år har beskyttet organismene mot bakterier og virus som finnes i det marine miljøet.

– Ved å isolere og klonere ge-

nene som produserer den naturlige beskyttelsen i organismen, kan vi via en gjærorganisme produsere de antibakterielle enzymene industrielt, forteller Raa til Genjalt.

Tre nye produkter

Biotec-Mackzymal er ifølge styreformannen et gjeldfritt selskap, uten lån og med penger i banken, samtidig som de økonomisk sett bygger sten på sten og gjør tunge investeringer i produksjonsutstyr.

I den senere tiden har de utviklet tre forskjellige produkter der genteknologi er nøkkelen til suksess.

– Et av disse enzymene presenterer et antibakterielt prinsipp som er nytt for vitenskapen og som har et stort kommersielt potensiale. Det er meget effektivt og kan brukes til



Foto: Thor-Ivar Guldberg

Jan Raa og hans medarbeidere har «fisket» etter gener i Barentshavet i flere år. Nå lykkes bedriften han er medeier i, Biotec-Mackzymal AS, som ved hjelp av genteknologien produserer enzymer som kan erstatte antibiotika.

Mye gjenstår

– Vi som er i bransjen har respekt for kritikerne og vet selvfølgelig at produksjon av enzymer ikke bare er fryd og gammen. Vi skal derfor gå gjennom alle eventuelle konsekvenser for helse og miljø, sier styreformannen.

Mye gjenstår, bl.a. å få bruken av de nye enzymene godkjent av helse- og veterinærmyndighetene. Selskapet må også forholde seg til en rekke lover og forskrifter på området.

Patentert

Som den forretningsmann den tidligere professoren ved Universitetet i Tromsø er blitt, har han selvfølgelig sørget for å søke patent på produksjon av de spesielle enzymene. Det er ikke mulig å patentere selve genet, men klonet, prosessen og bruken i kommersiell sammenheng kan patenteres.

– Patentering er helt nødvendig om produksjonen skal ha noen kommersiell interesse. Selv om det ikke er patent på selve genet, så forhindres andre i å bruke genet på den måten vi gjør, sier Jan Raa, og fornemmer samtidig protestene fra for-

skere som ser på slike holdninger som nærmest syndige i forskningssammenheng. Han minner for ordens skyld om at selskapet årlig bruker mange millioner kroner til forskning.

Informasjonskrig

Generelt mener han norske forskere er for idealistiske. Kanskje på grensen av det naive. De er lite opptatt av at egne oppdagelser blir sikret for seg selv og landet.

– Det er informasjonskrig mellom de forskjellige internasjonale aktørene innen genteknologi. De bruker ikke bare milliarder av kroner på egen forskning, men henter også bruddstykker av informasjon fra forskjellige kilder, og legger lett to og to sammen. Utadrettet informasjon kan derfor skade en bedrifts interesser, poengterer Raa.

Han har forståelse for forskernes holdning om at genforskningen skal komme hele menneskeheten til gode, men når det publiseres i øst og vest for publiseringens og prestisjens egen skyld, så gavner det bare de store internasjonale selskapene.

–Dersom norske forskere, både offentlig ansatte og i bedriftene, er mer tilbakeholdne med publisering inntil de kommersielle rettigheter er på plass, mener jeg at storindustrien blir tvunget til å snakke med forskeren i stedet for å stjele og sette sammen små informasjonsbiter i et stort puslespill.

Revolusjon

Med de kunnskapene Norge sitter på innen genteknologi og forskning på det marine miljøet, ser Jan Raa store utnyttede muligheter for norsk industri.

– Jeg tror genteknologien er kjernen i en ny industriell revolusjon som også vil komme til Norge, spesielt innen farmasøytisk og kjemisk industri. Utviklingen vil skape og fjerne arbeidsplasser og gi grunnlag for en ny industri, fremholder Raa.

Han har ikke tro på en egen industri innen bioteknologi og genteknologi, men at teknologien vil komme til å omfatte store deler av dagens industri, som må gjennom store omstillinger.

Slik ser det ut, et rør med enzymer, som via genteknologi kan produseres i store mengder for det kommersielle markedet.



desinfeksjon, konservering i flere sammenhenger, og kan i framtiden kanskje erstatte noe av dagens bruk av antibiotika, hevder Jan Raa.

To andre enzymer selskapet står bak kan få anvendelse innenfor PCR-teknikken.

– Ett av disse enzymene lar seg inaktivere ved oppvarming til 60–70 grader, i motsetning til det enzym som anvendes i dag. Dette er en stor fordel for visse anvendelser av enzymet, sier Raa.

Ufarlig?

I sin begeistring over selskapets egne funn, hevder Jan Raa at antibiotikaresistens og miljøproblemer ikke er aktuelle problemstillinger når det gjelder fremstilling av de nye enzymene. Han begrunner det med at mennesket har fått i seg enzymene gjennom maten siden tidenes morgen. Han legger til at det ikke på noen måte er snakk om utsetting eller spredning av gener, et område han for øvrig mener samfunnet tar for lett på.

Genteknologien gjør det mulig å produsere spesielle enzymer, etter at et spesielt gen i maritime organismer isoleres og klones.

Første eukaryote genom kartlagt

Ølgjærens gener er nå kartlagt i minste detalj – alle de 12 millioner baseparene.

Som et resultat av et stort internasjonalt samarbeid mellom mer enn 600 forskere fordelt på mer enn 100 laboratorier i Europa, USA og Japan, har man nå bestemt den nøyaktige baserekkefølgen i gjærcellens 16 kromosomer. Av gjærcellens 5800 gener kjenner man hittil bare funksjonen til cirka halvparten.

Kilde: Nature 29. mai 1997.

Grønt gress

Britiske forskere har utviklet en gresstype som holder seg grønt, uansett vær og vind, sommer som vinter.

Svenska Dagbladet skriver at forskerne har fjernet et enzym som vanligvis bryter ned klorofyllet i plantene. Resultatet er at gresset holder seg grønt selv i kulde og snø.

Dersom gresstypen blir godkjent av offentlige organer, kan det eviggrønne gresset være på markedet allerede om et par år.

Ikke undertegnet

Storbritannia, Tyskland og Sveits har ikke undertegnet Europarådets bioetikkonvensjon.

Tyskland er negativ til deler av konvensjonen, spesielt delen om embryoforskning og pasientens rettigheter ved forskning.

Når det gjelder Storbritannia og Sveits ble det vist til tekniske årsaker som grunn for at de ikke undertegnet ved det høytidelige seremonien i Spania 4. april i år.

Sveitserne mener at konvensjonen ikke er tilstrekkelig streng når det gjelder bruk av genetiske data.

Norge er blant de land som allerede har undertegnet konvensjonen.

Kilde: Biotechnology 23. april 1997.

Europeisk konvensjon skal beskytte enkeltmennesket

Europarådets nye konvensjon om menneskerettigheter og biomedisin har som målsetting å beskytte enkeltmennesket i forbindelse med medisinsk behandling og forskning. 21 av 40 medlemsstater i Europarådet har til nå undertegnet konvensjonen, bl.a. alle de fem nordiske landene. Stortinget skal behandle spørsmålet om norsk ratifikasjon av konvensjonen.

GENjalt

Av rådgiver Grete Gjertsen,
Sosial- og helsedepartementet

Initiativ til konvensjonen ble tatt i 1990. Grete Gjertsen har deltatt i Steering Committee of Bioethics (CDBI), med ansvar for utkastet til konvensjonen.

Europaparlamentet, Strasbourg

Bindende regler

Arbeidet med menneskerettigheter har gjennom mange år stått sentralt i Europarådets virksomhet gjennom den europeiske menneskerettighetskonvensjonen og menneskerettighetsdomstolen i Strasbourg. Konvensjonen om menneskerettigheter og biomedisin kan kort karakteriseres som en ny menneskerettighetskonvensjon. Formålet har vært å utforme det første internasjonale instrument

for beskyttelse av enkeltmennesket ved moderne medisinsk behandling og forskning.

Den skal bestå av rammetekst med tilhørende protokoller. Det er foreløpig planlagt protokoller om organtransplantasjoner, forskning på fødte mennesker, beskyttelse av det befruktete egg og foster samt om genetiske tester, herunder personvern.

Fra arbeidet startet i 1991 er antall medlemsland i

Europarådet er økt fra 25 til 40 høsten 1996. De nye medlemmene er land i Sentral- og Øst-Europa. USA, Canada, Australia og EU har deltatt i arbeidet som observatører sammen med land som til enhver tid har hatt observatørstatus i Europarådet. Konvensjonen har flere ganger vært drøftet i Europarådets parlamentariske forsamling som består av representanter for medlemslandenes nasjonalforsamlinger.

Nei til kloning av mennesker

Konvensjonsteksten inneholder ikke noe direkte forbud mot kloning av mennesker. Flere av artiklene inneholder imidlertid et indirekte forbud ved at konvensjonens parter må beskytte alle menneskers verdighet og identitet, ved at endring av menneskets arveanlegg er forbudt dersom endringen kan videreføres til eventuelle etterkommeres arveanlegg, og ved forbud mot fremstilling av befruktete egg for forskningsformål.

Europarådets generalsekretær Daniel Tarhcy har tatt til orde for et alleuropeisk forbud mot kloning. En egen protokoll med forbud mot kloning av mennesker vil bli vedtatt på Europarådets toppmøte 10. og 11. oktober.

CONSEIL DE L'EUROPE

COUNCIL OF EUROPE

Arbeidet har vist at svært mange land mangler lovgivning på de områder konvensjonen omfatter, og konvensjonen vil derfor bli veiledende for nasjonal lovgivning. Den største utfordringen har vært å utforme et regelverk som både respekterer ulikheter i kultur, verdisyn og religion mellom landene, og som definerer felles verdier. De artikler som det har vært vanskeligst å oppnå enighet om, er artiklene om forskning på befruktete egg samt forskning på personer som ikke kan gi eget samtykke. Med bakgrunn i redslene fra den annen verdenskrig vakte utkast til konvensjonen sterk debatt i Tyskland, Østerrike og Polen. Ingen av disse landene har foreløpig undertegnet konvensjonen.

Konvensjonen

Innledningsvis tar konvensjonen for seg generelle bestemmelser om formål og virkeområde, bl a om beskyttelse av alle menneskers verdighet og identitet, forrang for menneskets interesser og velferd fremfor samfunnets eller vitenskapens interesser, rettferdig og rimelig adgang til helsetjenester samt krav om relevante profesjonelle forpliktelser og standarder. I likhet med den europeiske menneskerettskonvensjonen inneholder konvensjonen ikke definisjon av ordet menneske. Det er opp til de land som ratifiserer konvensjonen, å definere hvorvidt begrepet menneske også skal omfatte det ufødte liv.

Konvensjonen har bestemmelser om informert samtykke ved medisinsk behandling som skal beskytte personer som ikke er i stand til å gi eget samtykke, samt unntak for samtykke i nødsituasjoner. Visse sider omkring tvangsbehandling av al-

vorlig sinnslidende er også regulert.

Enhver har krav på å få kjennskap til sine egne helseopplysninger. Konvensjonen tar vare på dette prinsippet gjennom bestemmelser vedrørende rett til privatlivets fred og rett til opplysninger om egen helse. Unntak fra dette kan bare helt unntaksvis fastsettes i lov, og da til beste for pasienten.

Ikke diskriminering

Europakonvensjonen inneholder forbud mot diskriminering på grunnlag av arveanlegg, bestemmelse om at prediktive genetiske tester bare kan nyttes til helseformål og forskning knyttet til helseformål, og under forutsetning av tilfredsstillende genetisk veiledning. Det er videre forbud mot bruk av teknikker som endrer arveanlegg i fremtidige generasjoner, samt forbud mot valg av det fremtidige barnets kjønn bortsett fra ved alvorlig kjønnsbundet sykdom.

Bruk av opplysninger fra genetiske tester overfor tredjeperson, f.eks. forsikringsselskaper og arbeidsgivere reguleres ikke i konvensjonen, men vil bli regulert i den fremtidige protokoll om genetiske spørsmål.

Personvern

Kap 5 inneholder bestemmelser om beskyttelse av personer ved vitenskapelig forskning.

Det stilles en rekke betingelser om beskyttelse av personer for at forskning skal kunne utføres, bl. a. at det ikke finnes alternativer til forskningsprosjektet, at risikoen må stå i forhold til mulig nytte, at prosjektet må ha vært godkjent med forskningsetisk komite, og at det må foreligge fritt og informert samtykke.

Konvensjonen legger opp til

meget strenge beskyttelsesregler for forskning på personer som ikke kan gi eget samtykke. I utgangspunktet skal denne type forskning bare finne sted dersom resultatet antas å være til direkte nytte for forskningsobjektet, og forskning med tilsvarende effekt ikke kan utføres på person som selv kan samtykke. Unntak fra dette kan bare gjøres dersom forskningen har til formål å fremskaffe viktige kunnskaper om sykdom/tilstand som kan bidra til at det til slutt kan oppnås resultater som kan være til fordel for den berørte personen eller som vil komme andre personer innen samme alderskategori eller som lider av samme sykdom/tilstand til gode. Denne type forskning må kun innebære minimal risiko og minimal byrde for forskningsobjektet. Samtykke til forskning i disse tilfeller krever dessuten skriftlig fullmakt fra person, myndighet eller organ fastsatt i lov. Samtykke kan fritt trekkes tilbake på et hvert tidspunkt.

Klare rettigheter

Etter mitt syn er de klare og omfattende rettigheter denne konvensjonen gir personer som selv ikke kan samtykke til forskning, svært viktige i en verden preget av rask medisinsk utvikling. Et forbud mot forskning på barn, psykisk utviklingshemmede, senile og bevisstløse er ensbetydende med å frata disse grupper mulighetene til bedre medisiner, vaksiner og behandlingsformer som har vist seg lovende på andre. Den etiske grunnholdning som vi må basere oss på, er at de grupper vi her snakker om, må ha en likeverdig rett til ta del i medisinske fremskritt som kan være til fordel for dem selv eller andre i samme situasjon.

Forskning på befruktete egg

Konvensjonen tar ikke standpunkt til hvorvidt forskning på befruktete egg bør finne sted. Nasjonal lovgivning som tillater forskning på befruktete egg, skal inneholde tilfredsstillende beskyttelse av det befruktete egg. Fremstilling av befruktete egg for forskningsformål er forbudt.

Konvensjonen har også bestemmelser om transplantasjon av organer og vev fra levende

givere. Denne type behandling kan bare finne sted dersom det ikke finnes egnet organ eller vev fra avdød person, og etter skriftlig samtykke. Transplantasjon fra personer som ikke kan gi eget samtykke, kan bare finne sted under meget strenge betingelser.

Konvensjonen har også bestemmelser som forbyr at menneskekroppen eller deler av den skal kunne gi opphav til

økonomisk gevinst. Deler av kroppen kan bare oppbevares og anvendes til et annet formål, enn det kroppsdelen ble fjernet for, etter informert samtykke.

Konvensjonen inneholder dessuten bestemmelser vedrørende krenkelse av de prinsipper og rettigheter konvensjonen inneholder, erstatning for utilbørlig skade og sanksjoner. ■

Offentlig debatt

De land som ratifiserer konvensjonen må sørge for at de medisinske, sosiale, økonomiske og juridiske spørsmål som moderne biomedisin reiser, blir gjort til gjenstand for offentlig debatt.

Konvensjonen gir ikke klagemulighet for den enkelte borger slik som den europeiske menneskerettighetskonvensjonen. Løsningen er valgt etter anbefaling fra menneskerettighetsdomstolen, både fordi konvensjonen dels består av artikler av rettslig karakter og dels artikler som vil være retningslinjer for landene, og på grunn av domstolens manglende kapasitet.

Konvensjonen trer i kraft etter at den er ratifisert i fem stater. Den skal for første gang gjennomgås etter fem år i lys av vitenskapelig utvikling og deretter med jevne mellomrom. Ingen av konvensjonens artiklene kan tolkes dit at de innskrenker partenes adgang til å fastsette bestemmelser som gir et mer omfattende vern med hensyn til anvendelse av biomedisin enn konvensjonen, eller med andre ord: Norge kan på fritt grunnlag vedta strengere regelverk dersom Stortinget ønsker det. Personer som deltar i forskningsprosjekter, har i dag ikke lovfestede rettigheter i Norge. I forbindelse med proposisjon til Stortinget om ratifikasjon, vil Sosial- og helsedepartementet vurdere hvorledes konvensjonens bestemmelser best kan følges opp i norsk rett.

Ivaretar rettigheter

Sett i lys av de meget kompliserte og sensitive spørsmål konvensjonen om menneskerettigheter og biomedisin regulerer, er den et banebrytende alleuropeisk bindende instrument som ivaretar enkeltmenneskets rettigheter, ved dagens og morgendagens medisinske forskning og behandling. Konvensjonen gir klare rettigheter for enkeltindividet og er en ny merkesten i Europa-rådets snart 50 årlige bestrebelser for stadig videreutvikling av demokratiske menneskerettigheter.

Ingen gentesting

Norske leger hindres i å stille en tidlig diagnose hos personer som bærer alvorlige, arvelige sykdommer. Kompliserte regler gjør at sykehuse- ne ikke kan bruke nye gen- tester, skriver Dagbladet.

Professor Kåre Berg ved Ullevål sykehus mener at nødvendig behandling kan bli satt i gang for seint, blant annet for de 14 000 person- ene i Norge som lider av ar- velig høyt kolesterol.

Flere genforsøk

I de nærmeste fem-seks årene kommer omkring femten forskjellige institutter til å søke om å utsetning av genmodifi- serte organismer i Norge. Det er med noen få unntak ikke snakk om utsetning i naturen eller på friland, men forskjel- lige prosjekter med innesluttet bruk, viser en undersøkelse som Direktoratet for naturfor- valtning (DN) står bak.

DN opplyser at svarene omfatter forsøk med utsetning av planter i felt og i drivhus, forskning med mus og rotter under kontrollerte forhold, laksevaksiner, bruk av mikro- organismer i industriell sam- menheng, eller forsøk som omfatter omsetning og trans- port av mikroorganismer. Alle forsøkene krever tillatelse fra miljøvernmyndighetene.

Ulovlig gentesting

Under et forskningsprosjekt ved Rikshospitalet ble pasien- ter med arvelig høyt kolesterol gentestet mot sin egen vitende og vilje i 1991. Resultatene fra blodprøvene ble sendt for- søkspersonene i 1995.

En person klaget saken inn for Regional komité for medi- sinsk forskningsetikk, som har som oppgave å vurdere forskningsprosjekter hvor det inngår forsøk på mennesker.

Aftenposten skriver at ko- miteen retter sterkt kritikk mot praksisen til Lipid- klinikken ved Rikshospitalet, ikke bare fordi forsøksperso- nene ikke ble informert, men også fordi komiteen ikke ble underrettet om en utvidelse av prosjektet.

Tromsø senter for kritisk genforskning

Kritiske genforskere i Tromsø ønsker å opprette et nasjonalt forsknings- og kompetansesenter for gen- teknologi, økologi og helse i ishavbyen. Den fremste oppgaven blir å forhindre spredning av uønsket genetisk materiale.

GENJALT

Av Thor-Ivar Guldberg

Utgangspunktet for forskernes planer er om konsekvensene av genteknologien virkelig er så ufarlig som mange produsenter hevder.

– På den ene siden vil gen- teknologien kunne være med på å løse noen av de alvorligste helse-, miljø- og ressursproble- mer vi står overfor. På den andre vil utsettinger og utslipp av genmodifiserte organismer og nukleinsyrer kunne ha langsik- tige, negative virkninger, sier professor Terje Traavik ved Universitetet i Tromsø.

Han står i spissen for et konsortium av fem forskere som driver fram senteretabli- ringen. De har forskjellig, men kompletterende spesialkompe- tanse: Førsteamanuensene Steinar Johansen og Dag Coucheron, og professorene Ørjan Olsvik og Rolf Seljelid.

Betenkelig misforhold

Traavik og kollegene hans Støttes av ledelsen ved Univer- sitetet i Tromsø. De har allerede fått tilsagn om to millioner kroner til et uavhengig senter. Beløpet er foreløpig for lite, men betegnende for den nasjo- nale og internasjonale satsingen på dette område. Forskerne regner likevel med at senteret kommer igang neste år.

– Det er et betenkelig misfor- hold at det i Norge for tiden an- vendes cirka tre millioner kroner per år på forskning direkte rettet mot miljø- og helsevirkninger av bioteknologi, mens det anslags- vis brukes cirka 700 millioner på



Professor Terje Traavik ved Universitetet i Tromsø står i spissen for et konsortium på seks fremtredende forskere som vi opprette et nasjonalt forsknings- og kompetansesenter for genteknologi, økologi og helse i Tromsø.

forskning og utvikling rettet mot bioteknologisk produksjon, sier Traavik.

Tromsø er valgt?

Den tradisjonelle norske lokali- seringsdebatten har forskerne hoppet over, blant annet fordi de mener at det kun vil være plass til ett slikt senter i Norge.

– Det fremste norske kjerne- miljøet finnes i de etablerte bio- medisinske, molekylærbiologi- ske og genteknologiske forsk- ningsgruppene ved Institutt for medisinsk biologi og Institutt for klinisk medisin ved Universitetet i Tromsø. Gruppene behersker alle relevante genteknologiske teknikker, sier

Traavik i sin argumentasjon for etablering av senteret i Tromsø.

Han trekker også frem at det er utstrakt prosjektsamarbeid og faglig kontakt med de rent medi- sinske miljøene ved Region- sykehuset i Tromsø.

Oppgavene

En av hovedoppgavene ved det planlagte forsknings- og kom- petansesenteret i Tromsø blir å fremskaffe vitenskapelige bevi- ser og informere om de meka- nismene som styrer horisontal genoverføring, altså ikke-sek- suell overføring av genetisk in- formasjon, for å hindre spred- ning av uønsket genetisk mate- riale.



Kirkerådet uenig med Stortinget

Kirkerådet er uenig med Stortinget, som har forbydd kloning av høyerestående organismer, og avviser derfor ikke muligheten for å klonе dyr.

Etikkprofessor Torleiv Austad ved Menighetsfakultetet sier til Nationen at det kan bli aktuelt å klonе høyerestående dyr for å skaffe organer til

mennesker. Han understreker imidlertid at det trengs en grundig etisk gjennomgang før dette kan bli aktuelt en gang i framtida.

– Det er også viktig å etablere og studere simulerte økosystemmodeller for horisontal genoverføring, poengterer Traavik.

Han er også opptatt av å utvikle gode metoder for overvåking av horisontal overføring av sekvenser fra genmodifiserte organismer og virus, samt rekombinante genkonstruksjoner i økosystemer, næringskjeder, matvarer osv.

– På dette feltet vil vi i samarbeid med norske industribedrifter kunne utvikle nye produkter for et stort kommersielt marked, sier han til Genialt, og legger til at senteret også skal drive objektiv undervisning, informasjon og rådgiving på det høyeste faglige nivå.

Spredning

Teoretisk sett mener forskerne at en rekke naturlige mekanismer kan medvirke til at fremmede, genmodifiserte arvestoffer blir spredd og at det ender opp på utilsiktede steder, noe som kan få konsekvenser for miljøet, folke- og dyrehelsen.

– Et viktig spørsmål blir da om vi har eller kan skaffe oss et tilstrekkelig kunnskapsgrunnlag for risikovurdering og overvåking, sier Traavik.

Spredning av gener resistente mot antibiotika er et eksempel på horisontal genoverføring. Overføringen kan skje på tvers av arter og er vesensforskjellig

“Det er viktig å studere horisontal genoverføring”

fra den vertikale overføringen fra foreldre til avkom.

Naturlige biologiske vektorer (f.eks. virus, bakterier, insekter osv.) kan dessuten tenkes å overføre et fremmed genetisk element som en stafettpinne fra art til art. Underveis kan DNA-versjoner integreres i arvestoffet til enkeltindivider, og deretter spres via seksuell overføring innen arten.

Folke- og dyrehelse

I tillegg til at genetisk påvirkning av økosystemet vil kunne få indirekte konsekvenser for

folks helse, vil horisontal genoverføring, altså ikke-seksuell overføring av genetisk informasjon, kunne medføre lavere formeringsevne, større ungedødelighet, nedsatt immunforsvar, flere krefttilfeller og flere med kroniske stoffskiftesykdommer.

Dersom horisontal genover-

føring og rekombinasjoner angår bakterier og virus, vil smittestoffer med nye, uforutsigbare egenskaper kunne oppstå.

– Når det gjelder genmodifisert mat er det verdt å merke seg en undersøkelse på mus som viser at DNA fra en spesiell bakterievirus ble sugd opp fra tarmen. Overføringen viste at relativt lange DNA-sekvenser kunne påvises i musa, bl.a. i milten, sier Traavik. Etter 24 timer kunne man ikke påvise musegener i milten. Han utelukker ikke at dette også kan skje hos mennesker.

Kritisk DN-rapport

I en kritisk utredning professor Terje Traavik har laget for Direktoratet for naturforvaltning (DN), med tittelen «For tidlig kan være for sent», trekker han frem en omfattende liste over mulige konsekvenser av genteknologien.

– Noen av genteknologiens fordeler har vi allerede sett. Vi har fått produkter og prosedyrer som er renere og mindre energikrevende. Det skjer dessuten stadig grunnleggende vitenskapelige gjennombrudd som gir løfter om viktige fremskritt på anvendte områder, sier Traavik i rapporten.

Han peker imidlertid også på den nære historie som gir

en rekke sørgelige eksempler på vår manglende evne og vilje til å gjøre undersøkelser på forhånd, for å kunne forutse uheldige miljøeffekter av den nye teknologien.

– Ett av problemene i denne sammenhengen er at gevinstene oppnås og nyttes på kort sikt, mens alvorlige økologiske skadevirkninger utvikles langsomt, og først iakttas etter tiår eller århundre.

Katastrofale følger

Så sent som i 1990 oppdaget man at plasmider injisert i muskulaturen hos mus ga uttrykk av genene plasmidene bar med seg. I mellomtiden er det vist at det samme kan

oppnås med andre dyrearter, f.eks. fisk.

Ved å benytte liposommediert overføring til forsøksdyr er det oppnådd genuttrykk i flere systemer etter intravenøs plasmidinjeksjon. I noen tilfeller gjelder dette for ovariene, noe som er meget betenkelig fordi det medfører muligheten for at tilførte nukleinsyrer kan nedarves.

– Dersom slike effekter oppstår hos dyr og mennesker med utsatte eller unsluppne nukleinsyrer, kan resultatene bli katastrofale, sier Traavik.

Og dette er bare noen få eksempler på de utfordringene som Tromsøforskerne står overfor.

Folk tåler sannheten

Huntingtons sykdom er en av de mest alvorlige arvelige sykdommer som først viser seg i godt voksen alder. Barn av en person med sykdommen har 50 prosents sjanse for å ha arvet sykdomsgenet. Pålitelige gentester viser med 100 prosents sikkerhet om en person får sykdommen eller ikke. 20 prosent av risikopersonene velger å teste seg. Noen får vite at de ikke blir syke, andre får den grusomme beskjeden at sykdom venter i fremtiden.

I en studie fra Canada var det to av 95 personer som planla selvmord etter å ha tatt testen. Syv hadde alvorlige depresjoner. Merkelig nok var det ingen forskjell på den gruppen pasienter som hadde fått vite at de ikke kom til å bli syke, og de som fikk vite at de ville bli syke.

En tilsvarende undersøkelse fra Nederland gir de samme resultatene. Ikke uventet viste gruppen som fikk vite at de ville bli syke depressive. Ingen alvorlige forhold som selvmordstanker eller depresjoner ble registrert. At et positivt svar, dvs ikke fare for sykdom, gav samme reaksjoner mener forskerne dels skyldes skyldfølelse overfor sine mindre heldige slektninger, men også at den sympati og medfølelse de tidligere hadde hatt omgivelsen, falt bort etter at testen var tatt.

Begge undersøkelsene understreker behovet for jevnlig oppfølging av begge gruppene. Det forventes også at gruppen som har fått vite at de vil utvikle Huntingtons sykdom vil få alvorlige depresjoner og kanskje selvmordsplaner senere. Det forbausende er at de klarer å forholde seg så rasjonelt til testresultatet som studien viser. Dette kan også skyldes at det er en utvalgt og sterk gruppe som tør å la seg teste hevde forskerne.

Kilde: The Lancet, 4. januar 1997.

Etniske minoriteter sikres egne gener

Etter oppfordring av HUGO, Den internasjonale humane genomorganisasjonen, er det nå utarbeidet et avtaleutkast som skal sikre etniske minoriteter del av utbyttet dersom kunnskaper om deres gener fører til utvikling av nye medikamenter. Konvensjonen om det humane genom ble presentert i november 1996, og kan bli vedtatt i FN i år. Det vil være første gang det settes internasjonale standarder som vil sikre økonomisk kompensasjon for bruk av genetisk informasjon fra folkegrupper med karakteristiske genetiske egenskaper. Konvensjonen skal også hindre rasediskriminering og den forbyr genterapi på kjønns-celler.

Kilde: *New Scientist* 2. nov. 1996.

Diskriminering

Universitetet Georgetown i Washington har undersøkt om friske mennesker med genetiske anomalier har blitt utsatt for diskriminering. Hele 49 prosent kunne rapportere om diskriminering på grunn av sin genetiske status. Ni prosent av de spurte hadde latt være å teste seg i frykt nettopp for diskriminering fra forsikringsselskap og arbeidsgiver, mens 18 prosent hadde valgt å holde sin genetiske disposisjon hemmelig.

En mann ble nektet jobb fordi det ble oppdaget at han hadde Klinefelters syndrom (et ekstra X-kromosom), noe som på ingen måte gjorde han diskvalifisert til jobben.

Et program for testing av brystkreftgenene BRCA1 og BRAC2 hadde problemer med å få deltagere fordi man var redd for diskriminering dersom resultatene skulle bli kjent.

Selv med slike negative erfaringer sier de spurte at de likevel støtter det Human genomprogrammet som skal kartlegge menneskets gener.

Kilde: *GenEthics News* nov./des. 1996

Etikk & genetikk

Bokanmeldelse av Julie Skjæraasen, leder i Bioteknologinemnda.

«Livets grunnmønster og mangfold. En bok om genetikk, etik og livsåskåding» av C. R. Bråkenhielm og M. G. Hansson.

226 sider. Liber utbildning 1995. Pris 261 SEK.

Denne boken slutter seg til en lang rekke av publikasjoner fra de senere årene som behandler etiske spørsmål i relasjon til moderne genteknologi. Begge forfatterne har tilknytning til teologiske læresteder. Bråkenhielm er professor i empirisk livssynsforskning ved det teologiske fakultet i Uppsala. Hansson, som er dosent i etikk og rektor ved Teologiska Högskolan i Stockholm; har naturvitenskapelig utdannelse (kjemi og biologi) før sin teologiske løpebane.

Om siktemålet med boken sier forfatterne: «Ambisjonen er å erbjuda ett underlag for den som vill ta etisk ställning till olika tillämpningar av genteknik och få hjälp att orientera sig när det gäller livsåskåding og grundläggande attityder.»

Målgruppe angis å være gymnas og høyskoler, men boken kan sikkert være av interesse for en større leserkrets.

Boken er inndelt i 11 kapitler, har en fyldig liste med litteraturhenvisninger, et personregister og et saksregister. Etter et innledningskapittel følger en relativ elementær innføring i genteknologi og i etiske teorier. Disse kapitlene er nødvendig introduksjon til temaet. For den som har beskjeftiget seg med temaet tidligere er dette litt kjedelig lesning med gjentakelse av kjente argumenter og opplysninger. I fjerde kapittel drøftes verdien av genteknologi for individ,

samfunn og miljø. Forskernes ansvar overfor forsøkspersoner, dyr og miljø knyttes til individets rett til medbestemmelse og selvbestemmelse.

Neste kapittel om grunnholdninger til naturen er meget leseverdige. Her refereres en større svensk intervjuundersøkelse som avslører en utbredt kritisk holdning til genteknikk – et ikke ukjent fenomen også i Norge. Bare når det gjelder bekjempelse av alvorlig sykdom finnes en klar positiv majoritet. Relativt få av de intervjuede er tvilende, grunnholdningen er enten klart positiv eller negativ med en betydelig majoritet for den siste gruppen. Forfatterne regner med at vi her ser et problem – idet forskersamfunnet i høy grad er positiv og spør: «Går vi mot en mer grundleggende konflikt mellan samhälle og vetenskap? Eller kommer människor, när de får saklig och vederhäftig information om biologiska fakta och genteknikens positiva sidor, att föändras



i sin grundattityd? – uppenbart är att vi behöver ett informerat samtal där människor kan komma till tals med varandra trots olikheter i värderingar och grundattityder. Skolan ä en av våra viktigaste miljöer för ett sådant samtal.»

Hvilken innflytelse vil økende kjennskap til det menneskelige genom – blant annet gjennom Hugo prosjektet – få for vårt menneskesyn? Kapittel sju gir grunnlag for tanker omkring disse spørsmål. Den kunnskap vi får vil stadfeste at mennesker kommer til verden med ulik genetisk utrustning. Hva vil dette gjøre med likestillings- og likeverdstanke? Kan DNA-kunnskap føre til er reduksjonistisk menneskesyn – mennesket et dyr på linje med andre pattedyr?

Konkrete etiske problemer i forbindelse med diagnostikk av arvelige sykdom eller sykdoms-anlegg, fosterdiagnostikk og selektiv abort behandles i kapittel åtte. Anmelderen finner at kapittel ni med tittel: «Biologien i värd bilden» som tar opp forholdet til sjel, religion og gudsbilde er et av de mest interessante og tankevekkende i boken. I de to siste kapitlene drøftes mulighetene for å lære av tidligere feil – blant annet når det gjelder negativ og positiv eugenikk. Boken avsluttes med omtale av patent på liv og en rettferdig fordeling.

Boken kan anbefales som nyttig og tankevekkende lesning. Den er ikke lettlest, men vi har vel alle ansvar for å ta stilling til sentrale spørsmål innen bio- og genteknologi. Dette fordrer kunnskap og innsikt. Utviklingen kommer til å få stor betydning for kommende generasjoner, samfunnet og miljøet på vår klode.



Virus fra gris ga spanskesyken

Spanskesyken, influensaen som drepte minst 20 millioner mennesker i 1918–19 var trolig forårsaket av et virus fra gris.

Influensa er noe vi med jevne mellomrom utsettes for, men aldri har man sett noe liknende som det som hente vinteren 1918–1919. Epidemien startet i Spania, derav navnet, og spredte seg raskt til mesteparten av kloden. I USA var 28% av befolkningen smittet. Dødeligheten var hele 2,5 prosent mot under en promille ved vanlige influensaepidemier.

Det har vært spekulert mye på hvilken type virus det var. Kunnskap om dette ville kunne forhindre en liknende katastrofe i fremtiden. Det første influensavirus ble isolert først i 30-årene. Mennesker smittes vanlig-

vis ikke av fuglevirus, mens gris kan bli smittet både med virus som går på mennesker og på fugl. Teorien er at gris er et mellomledd for virus fra fugl og influensaepidemier hos mennesker. Vanligvis er det virus fra ender som smitter over til gris. I grisen kan viruset endres ved mutasjoner slik at det kan smitte over til mennesker. Hverken ender eller griser blir syke, det er det bare vi som blir. Influsnavirus endres raskt, derfor får vi stadig nye stammer med influensavirus.

Genetiske analyser av materiale fra pasienter som døde i spanskesyken viser at den gangen var det et virus som ikke stammer fra fugl, men direkte fra gris. Fra vevsprøver som var tatt fra lungene til avdøde



amerikanske soldater og støpt inn i parafin klarerte forskerne ved hjelp av PCR-teknikken, polymerase kjedereaksjonen, å få frem mindre biter av fem virusgener. Disse ble så sammenliknet med gener fra influensavirus fra fugl og fra virus. Prøvene fra spanskesykens ofre var likt med influensavirus som finnes i gris.

Kilde: Science
21. mars 1997

Regnskogen i Amazonas forbudt område

Staten Acre i Brasil forbyr nå utenlandske forskere å ferdes i regnskogen uten spesiell tillatelse. I tillegg må de ha følge med brasilianske forskere. Hensikten er å beskytte det biologiske mangfold i regnskogen og hindre at organismer som kan ha medisinsk betydning forsvinner ut av landet. Dersom forskning fører til produksjon og inntjening skal royalties tilfalle urbefolkningen i regnskogen.

Kilde: GenEthics
News, juli 1997.

Protest mot patent på gris

Dyrevernorganisasjonen Compassion In World Farming har levert protest mot den europeiske patent nr. 0 309 599. Patentet gjelder en genmodifisert gris med økt produksjon av veksthormon. Dette skal gi økt vekst og magrere kjøtt i følge det østerrikske firmaet BresaGen. Dyrevernforkjemperne på sin side hevder at griser med økt veksthormon lider, bl.a. av svak benstruktur og indre blødninger. Dessuten mener de at genmodifisering av dyr er etisk uakseptabelt fordi det krever mange eksperimenter som er plagsomme for dyrene.

Kilde: GenEthics
News, juli 1997.

Enighet om biopatenter i EU

Etter ni år frem og tilbake, vedtok EU-parlamentet direktivet for bioteknologipatenter den 16 juli i år med 378 mot 113 stemmer. Kommisjonens forslag ble noe endret i parlamentet, hele 58 av 64 endringsforslag ble vedtatt. Denne versjonen av direktivet skal så til ministerrådet før det igjen kommer opp i parlamentet, antagelig i november i år. Man regner med at fra slutten av 1988 vil patentsystemet være harmonisert i EU.

Det skal bli tillatt å patentere gener og genmodifiserte planter og dyr. Det vedtatte forslaget legger stor vekt på de etiske sidene ved bioteknologi og patentering. Det skal ikke være mulig å pa-

tentere genmodifisering av mennesker, heller ikke kloningsteknikker for mennesker. En etisk komite skal nedsettes for å vurdere patentsøknadene. Det vil bli forbudt å patentere dyreracer og plantesorter, dvs helt likt den norske patentloven. Bøndernes rettigheter er også bedre ivaretatt, de gis rett til å omsette frø og avkom fra patenterte genmodifiserte planter og dyr så lenge det ikke er snakk om kommersiell avl. Patentsøknaden skal i tillegg opplyse hvor det biologiske materiale kommer fra og patentsøkeren må bevise at han har rett til å eksportere materialet. I tilfelle patentering av materiale med human opprinnelse kreves det at

pasienten ha gitt sitt informerte samtykke til utnyttning og patentering.

Både pasientgrupper og industrien har drevet intens lobbyvirksomhet for å få vedtatt patentdirektivet. Representanter for pasientene frykter at hvis ikke det blir mulig å sikre oppfinnelser med patenter vil viktige medisiner ikke bli utviklet. Industrien på sin side har vært nølende til å investere i Europa så lenge patentspørsmålet ikke var avklart. Industrien er fornøyd med det foreliggende forslag.

Kilde:
GenEthics
News, Juli 1997

Biopirater

Mange utenlandske selskaper utnytter genressurser i utviklingsland uten at vertslandet får noe utbytte. The Rural Advancement Foundation International gir noen eksempler:

Firmaet Hoechst har patent på et gen isolert fra en jordbakterie fra Kamerun. Genet brukes under fremstilling av genmodifiserte planter som er resistente overfor sprøytemiddelet glufosinat. Patentet vil trolig tjene inn milliarder for Hoechst, fra salg av frø og royalties fra andre frøprodusenter, i tillegg til at firmaets sprøytemiddel Basta brukes på glufosinatresistente planter.

Hoechst har også patentert kjemikalier isolert fra røttene av en indisk plante som i århundrer har vært brukt som medisinsplanter blant hinduer.

Dr. Sylvi Lee-Huang ved Universitetet i New York har patentrettigheter på et protein isolert fra bitter melon. Frukten fra denne planten har vært brukt mot kreft i uminnelige tider i Kina. I tillegg har hun patentert proteiner isolert fra medisinsplanter fra Himalya og planter som indianere i USA har brukt i folke-medisinen.

Genetisk mangfold skal undersøkes

Den indiske regjeringen har vedtatt å sette igang et fem års omfattende forskningsprosjekt som skal kartlegge genetiske variasjoner i den indiske befolkningen – en slags nasjonal utgave av det Humane Genom Diversitet Prosjektet.

India har en bredt sammensatt befolkning med mange små etniske grupper. Prosjektet vil gi innsikt i hvordan forskjellige folkegrupper skiller seg fra hverandre genetisk, i tillegg til å kartlegge sammenhengen mellom sykdom og genetisk variasjon.

Det skal være helt frivillig å delta i prosjektet, og de lokale myndigheter skal få andel av fortjenesten dersom forskningen resulterer i nye farmasøytiske produkter.

Kilde: Nature,
Vol. 384, s. 394.



Kloning av pattedyr

Kloningsteknikken er langt fra perfekt. De fleste rekonstruerte fostre dør på fosterstadiet. Man vet heller ikke hvorfor så mange av de klonede kalvefostrene blir kjempestore. Dette kom frem på verdens første kongress om kloning av pattedyr som fant sted i Washington i slutten av juni i år. Det er nå klonet ape, ku, sau, geit, gris, rotte og kanin ved overføring av kjerner fra embryonale celler. Mange svangerskap er på gang hos en rekke forskjellige dyrearter som et resultat av kloning etter Dolly-metoden, også genmodifiserte kloner.

GENIalt

Av Ruth Kleppe Aakvaag

Professor French Anderson, som er mest kjent for genterapi, finner det fremdeles vanskelig å tro at en fullt differensiert celle, dvs. en utviklet og spesialisert celle, kan skrues tilbake til en helt udifferensiert celle. (Lammet Dolly fikk alt sitt arvestoff fra en celle fra morens jur.)

For behandling av kreft vil det være viktig å kunne «skru klokken tilbake». Når man forstår mekanismene som fører til fullstendig reprogrammering av differensierte celler, kan dette få stor betydning for behandling av mange typer kreft, hevder han.

– Vi er nå i den situasjon at vi må foreta den riktige avveining mellom de vitenskapelige og medisinske fremskritt som kan oppnås via kloning, samtidig som vi unngår misbruk av den nye teknologien, sier Anderson.

Cellefusjon

Dolly er resultatet av en cellefusjon, som skjedde ved det etter hvert så kjente Roslin instituttet i Skottland.

– Befruktningen skjedde ved en sammensmeltning mellom en kjerneløs, meget stor eggcelle og en celle av normal størrelse tatt fra juret fra en voksen sau, sa Ian Wilmut, Dollys «far» og sjefsforsker ved instituttet.

Jurcellene hadde vokst i et kunstig medium. En elektrisk strøm lager små skader, hull, i cellemembranene. Når disse re-



Foto: Scanfoto

Verdens første klonede dyr fra et voksent individ, Dolly, kjent over hele verden da pressen fikk møte henne i båsen ved Roslin-instituttet 23. februar i år. Forskerne tok en celle fra juret til en voksen sau, skapte et levedyktig embryo og implanterte det i en surrogatmor som bar fram fosteret.

pareres omsluttet begge celler innen én membran.

For at det «rekonstruerte egget» skal utvikle seg til et foster er det viktig at cellecyklus er riktig koordinert i de to opprinnelige cellene.

Ikke forsvarlig

Wilmut minnet om at teknikken på ingen måte er kommet så langt at det vil være forsvarlig å

prøve den på mennesker. De hadde brukt 277 egg med kjerneoverføring og fikk bare et lam, Dolly. Det vil bli spennende å se om Dolly får normale lam. De planlegger at hun skal bli gravid til høsten – på gammeldags sauevis.

Dolly aldres

Dolly ble født 5. juli 1996, men hvor gammel er hun egentlig?

Ett år? Ett pluss seks år?

– Dollys «mor» var seks år. Det er funnet endringer i Dollys kromosomer som man vanligvis forbinder med aldring. Men, på bakgrunn av et enkelt klonet dyr, er det for tidlig å si noe om dette ennå, hevdet Wilmut.

Kloning gir kunnskap

Ian Wilmut tror kloningsteknikken kan gi svar på fundamentale biologiske spørsmål: Hva får cellene til å spesialisere seg? Hvordan kontrolleres genene under fosterutviklingen? Hva skjer med genene under aldringsprosessen? Hva skjer når klokken i cellene skrues tilbake? Skjer det samme i kreftceller?

Innen husdyravl kan teknikken komme til nytte, f.eks. kan man lage sauer uten skrapi. Man kan studere utviklingen av arvelige sykdommer som cystisk fibrose. Identiske genmodifiserte dyr kan brukes til fremstilling av medisiner.

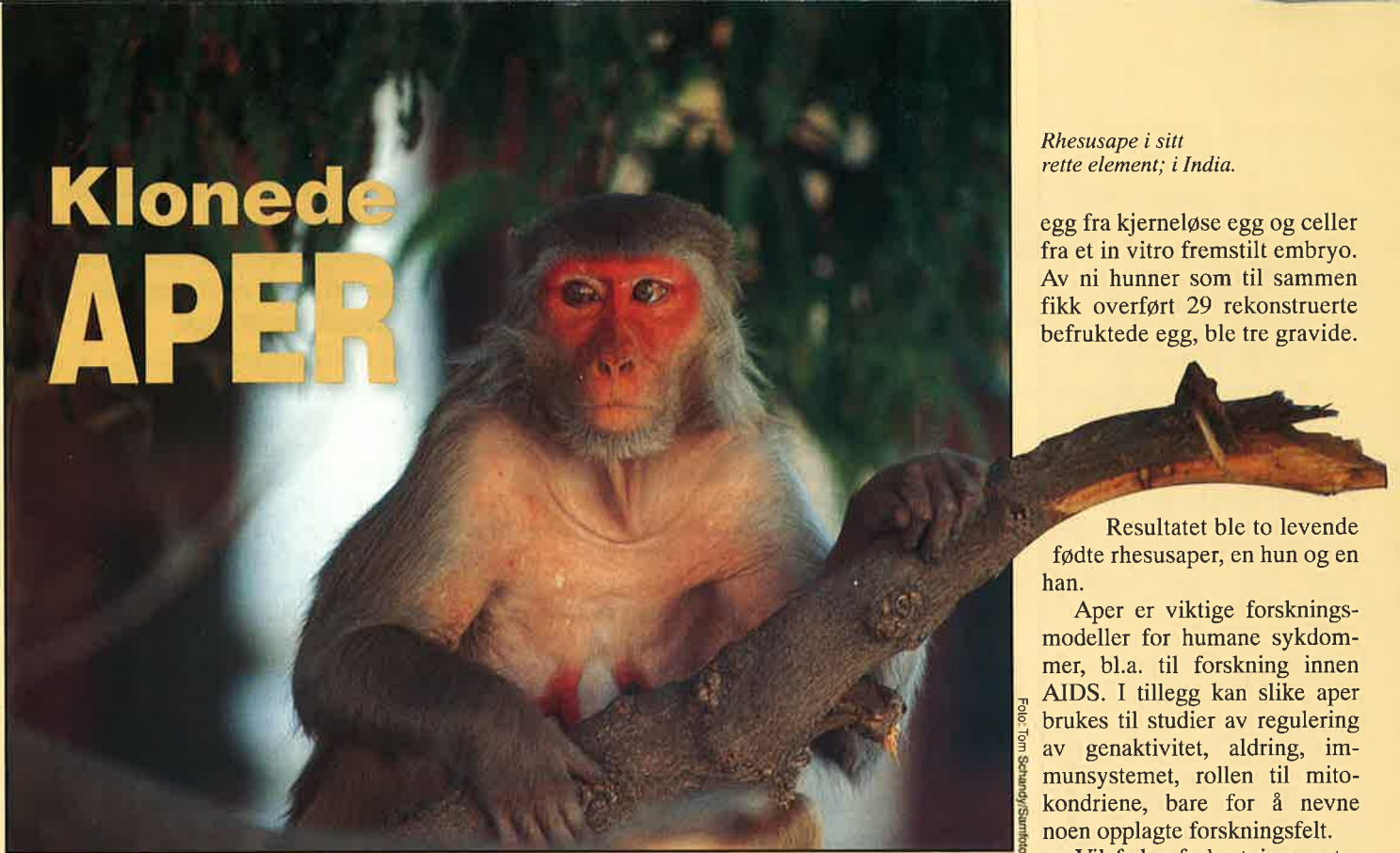
Etisk forsvarlig?

Wilmut kan tenke seg ett tilfelle hvor det kan være etisk forsvarlig å bruke denne teknikken på mennesker, nemlig for å helbrede sykdom hos fosteret som skyldes arvelig feil i mitokondriene, som har sitt eget arvestoff som kan forårsake arvelige sykdommer. Disse sykdommene er sjeldne, men alvorlige og fører ofte til at kvinner ikke kan få barn.

Fosteret får sine mitokondrier fra morens eggcelle. Sædceller inneholder ikke mitokondrier. Dersom moren har en ar-



Klonede APER



Rhesusape i sitt rette element; i India.

egg fra kjerneløse egg og celler fra et in vitro fremstilt embryo. Av ni hunner som til sammen fikk overført 29 rekonstruerte befruktede egg, ble tre gravide.

Resultatet ble to levende fødte rhesusaper, en hun og en han.

Aper er viktige forskningsmodeller for humane sykdommer, bl.a. til forskning innen AIDS. I tillegg kan slike aper brukes til studier av regulering av genaktivitet, aldring, immunsystemet, rollen til mitokondriene, bare for å nevne noen opplagte forskningsfelt.

Vil f.eks. forkortning av telomerene (endene på kromosomene) påvirke det klonede individs levetid?

Ca. 20 laboratorier bruker nå teknikken med overføring av kjerner fra somatiske celler

(kroppsceller) til kjerneløse egg. Fra Oregon Regional Primate Research Center beret-

tet direktør M. Susan Smith om kloning av rhesusaper. Det hadde lyktes å lage befruktede

velig sykdom som skyldes feil i mitokondrienes arvestoff kan fosteret teoretisk «helbredes» gjennom kloningsteknikk ved at man overfører kjerner fra embryoet til kjerneløse egg fra en eggdonor. Fosteret kan så bæres frem av den biologiske mor.

I dette tilfellet vil man ikke ha en klon i den forstand at man har to eller flere like individer. Det nye individet vil være et resultat av kjønnet formering. Ved tradisjonell kloning oppnås individer ved ukjønnet formering.

Ian Wilmut la stor vekt på denne forskjellen. Selv om det nye individet er en klon, er det klonet fra det embryoet som går til grunne.

Det er fremdels mye å lære om kloningsteknikken. Et stort problem er at selv om man får frem mange rekonstruerte befruktede egg, aborteres de fleste fostre på forskjellige stadier i svangerskapet. Hvilke nytte man kan ha av kloningsteknikken, er det for tidlig å si noe sikkert om på dette tidspunkt, avsluttet Wilmut.

Madison først

Det var Institutt for reproduksjonsteknologi og dyrebioteknologi ved Universitetet i Madison, Wisconsin, som laget

de første kveg ved kjerneoverføring. Dette klarte de allerede i 1987, hevdet Tanja Dominko.

Kloning ved embryodeling ble første gang utført med frosk i 1954 og med kveg i 1982. Rekordene er åtte klonede kalver fra et embryo. Kloning ved kjerneoverføring ble gjort med frosk i 1962 og med sau i 1986.

Teknikken i Madison likner den skotske, men de bruker celler fra befruktede egg (blastocytter) som kjernedonor.

Vanskelig

Dominko understreket at selv om man har mange befruktede egg, er det vanskelig å få frem fullbårne individer. Fostrene mistes på forskjellige stadier i svangerskapet, noe som tyder på at et rekonstruert embryo ikke er helt likt et vanlig in vitro embryo. Av 290 embryoer laget ved kjerneoverføring fikk de fire kalver. Vi har ikke kunnskap nok, ennå, hevdet hun.

Nå har de gående flere kuer som bærer kalver fremstilt ved kjerneoverføring fra hudceller tatt fra øret hos et voksent dyr, altså ved Dolly-teknikken.

Potensiell bruk av klonet kveg kan være å produsere kyr med høyere melkeproduksjon,

dyr med en bestemt interessant genetisk disposisjon eller for å gjøre genetiske endringer i kjernedonorcellene.

Trenger ikke forbud

Ikke alle forskerne på kongressen var like begeistret for president Clintons lovforslag som vil forby kloning av mennesker, foreløpig for fem år.

For som de sa, teknikken er så usikker ennå at kloning av

mennesker ikke ville bli tillatt av den grunn. Tilhengerne av lovforbud pekte på at det i USA ikke er forbudt å forske på embryoer i privat sektor. Det er derfor bare et lovforbud som kan stoppe privat sektor fra forskning med sikte på kloning.

En undersøkelse viser at 96% av befolkningen i USA vil ha forbud mot kloning av mennesker og 66% vil også forby kloning av dyr.

Kjempekalver

Flere av forskerne nevnte et problem, nemlig at de klonede kalvene ofte var unormalt store ved fødselen. Mens en normal kalv veier rundt 40 kilo kunne en klon være 90 kilo. Denne egenskapen er ikke arvelig. Klonet storfe får normalt avkom. Som voksne dyr er de også av normal størrelse. Man vet ikke hvorfor de blir så store, men tror der skyldes de spesielle forhold rundt kloning. Kalver født ved vanlig in vitro fertilisering (prøverørsmetoden) er ikke unormalt store.

– Det er indikasjoner på at befruktede egg fremkommet ved kjerneoverføring har et annet mønster for avlesning av genene, sa professor Mark E. Westhusin, fra Institutt for Veterinær Fysiologi, Universitetet i Texas.

De undersøker hvordan genene i klonede embryoer uttrykkes i tiden før fosteret planteres og hvordan en unormal avlesning av genene kan påvirke avkommet.

Forskerne i Texas er også opptatt av å kunne produsere genmodifiserte husdyr. Foreløpig har de genmodifisert kjønnscellelinjer både fra kveg og svin.

3000 ganger søtere

Et protein, monellin, som er flere tusen ganger søtere enn sukker kan nå produseres i genmodifisert gjærceller (*Canidia utilis*). Proteinet blir i naturen produsert i en plante Vest Afrika, og den lokale befolkningen har brukt bær fra *Dioscorephyllum cumminsii* som søtningsmiddel i uminnelige tider. Genet for proteinet er nå overført til gjærceller for kommersiell produksjon av lavkalori søtstoff. Genet er også overført til tomater som ble merkbart søtere. Det er en japansk forskergruppe som har laget den genmodifiserte gjæren som produserer opptil 10 milligram monellin per gram våtvekt rekombinant gjær. Monellin er ennå ikke godkjent som søtningsmiddel. Markedet for lavkalori søtningmidler er to milliarder dollar per år.

Vekstnæring for jurister

Bioteknologi er forventet å bli den nye vekstnæringen. Overalt satses det på bruk av genteknologi, enten det gjelder diagnose, terapi, planter og miljø. På et område og for en yrkesgruppe er veksten allerede i full gang; nemlig for patentjurister. Fra en sped begynnelse i 1980 med én enkelt rettssak, vokste det til 30 nye saker i 1993 og til 45 i 1996. Det er ingen grunn til å tro at dette er toppen. En vanlig rettssak i USA på dette området koster minst 3 mill. US dollar, så det er lukrativt, i alle fall for de jurister som spesialiserer seg innen genteknologi. Genentech, San Francisco, California, leder med hele 24 rettssaker, enten avsluttet eller på gang. Magen, også et californiabasert selskap, har 16 rettssaker i sin portefølje, det samme har Chiron, også et amerikansk bioteknologifirma. Twistene handler om retten til metoder, til produkter og til bruksområder.

Kilde:
Nature Biotechnology
15. mars 1997

PRISVINNERNE

Bioteknologinemnda har kåret årets prisvinnere for de beste individuelle særøppgavene innen temaene «medisinsk bruk av bioteknologi» og «bruk av genteknologi på planter og dyr». Årets prisvinnere er Kristine Litzheim og Kristine Maudal fra Bjørkelangen, Erling Rognli og Kristoffer Kolltveit fra Oslo, og Monica Esther Drexel fra Bergen

En jury bestående av Arbeidsutvalget i Bioteknologinemnda og sekretariatsleder har vurdert de innsendte oppgavene. På grunn av positive erfaringer fra årets prisutdeling vil det også neste år bli invitert til prisoppgaver på de samme områdene.

Genteknologi

Prisen for bruk av genteknologi på planter/dyr deles mellom to oppgaver: «Genteknologi. Prosjektoppgave om genteknologi på planter og dyr», skrevet av Kristine Litzheim (18) og Kristine Maudal (17) som deler kr. 2500,-.

Begge går på Bjørkelangen videregående skole i 3. klasse: Kristine Litzheim har studieretningsfag biologi og data mens Kristine Maudal har valgt rettslære og markedsføring.

I andre klasse hadde de valgfag miljø og ressursforvaltning. Som prosjektoppgave valgte de

å arbeide med genteknologi i 30 timer, noe som viser at det er mulig å få en god oversikt over et vanskelig emne.

Den andre prisen på kr. 2500 innen genteknologi er tildelt Erling Rognli (16), for oppgaven «Genmodifisering av mat. En kort analyse av betydningen for fremtidens samfunn», som han skrev i niende klasse og som juryen mener er en prestasjon det står respekt av. Han går nå i første klasse på videregående skole på studieretning for musikk, dans og drama.

Bioteknologi

Juryen fant også at prisen for medisinsk bruk av bioteknologi burde deles mellom to oppgaver. Kristoffer Kolltveit (19) tildeles en pris på kroner 2500,- for oppgaven «Eugenikk og genetikk. Et kritisk blikk på deler av populær vitenskap».

Opgaven skrev han i 3. klasse ved Rudolf Steinerskolen i Oslo. Bakgrunnen for valget var biologiundervisningen om kring kartlegging av menneskets gener og hvordan misforstått genetik hadde ledet til eugenikk og steriliseringslover både i Norge og i andre land. Kristoffer Kolltveit har avtjener for tiden første-gangstjeneste i Fredrikstad. Han planlegger å studere bioteknologi ved Universitetet i Tromsø.

Den andre prisen på kr 2500,- innen genteknologi og mennesker går til Monica Esther Drexel (18) for oppgaven «Medisinsk bruk av bioteknologi», en særøppgave fra andre klasse ved U. Phils videregående skole i Bergen. Hun er interessert i biologi og planlegger å studere realfag for å bli ingeniør. Hennes favorittfag er matematikk.



Prisvinnerne Kristine Litzheim, Kristine Maudal, Erling Rognli og Kristoffer Kolltveit, sammen med Bioteknologinemndas leder Julie Skjæraasen. Monica Esther Drexel kunne ikke være til stede under prisutdelingen i Folkets Hus i Oslo.



I 1993 ble den første hormonreseptoren isolert i planter. Den reagerer på etylen, det vanligste plantehormonet, og som fører til at frukt modnes og planter visner. For å få blomsterplanter til å holde seg lenger brukes i dag kjemikalier som hindrer produksjon av etylen, f.eks. amino-oxieddiksyre, eller man hindrer opptak av etylen ved sprøyting

med f.eks. sølvthiosulfat. Tomater plukkes og transporteres grønne og harde, og modnes senere med gassen etylen.

Prydplanter og avskårne blomster har stor kommersiell verdi, både i u- og i-land. Det er derfor av stor interesse å få blomsterplanter til å holde seg lenger. Dersom reseptoren endres slik at den ikke kjenner igjen etylen, vil blomster få forlenget levetid, både på planten og i vasen.

Nå rapporteres det om en genmodifisert petunia som ikke har reseptor for etylen og derfor har mye lenger blomstring enn vanlige petuniaer. Det forventes at tilsvarende genendringer vil bli brukt i andre prydplanter. Publikums holdning til genmodifiserte blomster vil være mer positiv enn til genmodifiserte matplanter, tror forskerne.

Kilde: Nature Biotechnology, mai 1997.



Genterapi på tegnebrettet

Genterapi har vist seg å være langt mer komplisert enn det man trodde da det hele startet i begynnelsen av 90-årene. Hittil har man ikke lykkes tross mange og iherdige forsøk. Nå søker man nye veier, med bitte små biter av gener laget i laboratoriet.

GENIALT

Av professor Hans Prydz, medlem av Bioteknologinemnda

Medisinske forskere er vanligvis noen store optimister, ellers ville de nok ikke ha gitt seg i kast med sine vanskelige oppgaver. Da genteknologien ble introdusert, ble det med et slag mulig å løse problemer man tidligere bare hadde kunne drømme om å forstå. I den bølge av optimisme som fulgte, ble også tanken om genterapi forflyttet fra fantasiens verden, først til «tegnebordet» og senere til praktiske forsøk på dyr og mennesker.

Forsøk

Genterapi er definert som forsøk på å kurere genetisk betingete sykdommer ved på en eller annen måte å gi pasienten genetisk materiale (DNA)

som er fremstilt i laboratoriet. Hva slags genetisk materiale og hvordan det skal gis, har vært gjenstand for en rekke intelligente forsøk. Langt over hundre forskjellige tilnærminger har vært prøvet. Noe gjennombrudd på denne fronten har enda ikke skjedd.

Ekstra forsiktig

Nesten alle disse forsøkene har tatt sikte på en permanent endring eller supplering av pasientens genetiske materiale, i alle fall så lenge som levetiden til de cellene som er anvendt som «bærere» av det nye genetiske materialet.

Det har selvsagt medført at man må være ekstra forsiktig slik at ikke langsiktige virkninger av tilført genetisk materiale kan være uheldige, og det nye genetiske materiale må ikke innsettes i det eksisterende arvemateriale på et sted hvor det kan medføre ødeleggelser av gener som allerede er der.

Ikke varige endringer

Det er derfor av stor interesse at det åpner seg muligheter for for-

Antisense-teknikken

De viktigste hjelpemidlene er forskjellige mindre molekyler (kalles oligonukleotider) som er bygget etter samme prinsipper som arvestoffmolekylene (DNA eller RNA) og som bare består av for eksempel 15 – 35 av byggestenene A,C,G,T (eller A,C,G,U for RNA-liknende molekyler). Disse byggestenene modifiseres kjemisk på forskjellige måter. De kan lages slik at de ikke nedbrytes med en

binde seg til DNA og ha samme slutteffekt via andre mekanismer. (For lesere med fartstid innen området er stikkordene «antisense» og «ribozym» brukbare).

Slike oligonukleotider vil ha begrenset levetid i kroppen før de nedbrytes av kroppens enzymer. Det er derfor ikke snakk om permanente eller svært langvarige effekter. Hvis dette lykkes, vil behandlingen kanskje bestå av en sprøyte eller tablett for eksempel en eller to ganger i uken hvis man ønsker å «slå ut» et gen.

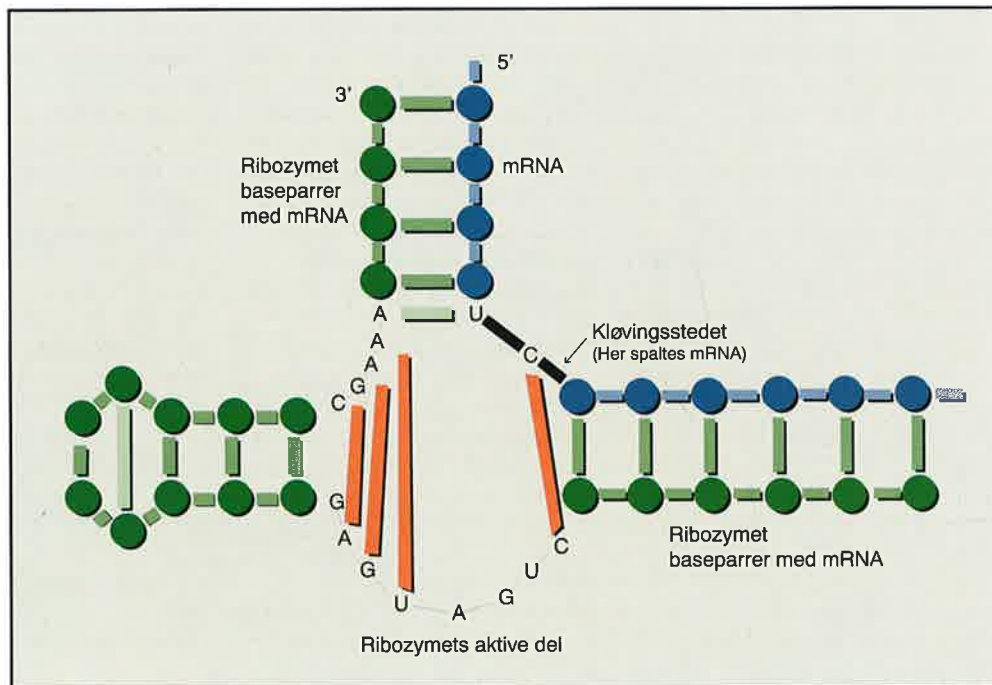
et gen.

Avslåtte gener

Oligonukleotidene har også en annen meget god side. De hjelper forskerne langt på vei til å forstå virkningene av et gen i laboratorieforsøk. Å slå ut et gen lar seg gjøre hos mus ved hjelp av en kombinasjon av genteknologi og embryoteknologi, og man kan da se på avkommet hva

mangelen på genet medfører av funksjonelle eller «bygningmessige» forandringer. Ofte ser man ingen endring, ikke alle gener er essensielle, og for mange gener har cellen eller dyret «backup»-mekanismer. Å fremstille slike mus tar lang tid (1/2 år) og er ikke helt enkelt.

Det er mye enklere å lage et brukbart oligonukleotid for undertrykkelse av genuttrykk. Hvis man har et greit system, dreier det seg om uker. Det foregår derfor intens forskning med sikte på slike oligonukleotider, både i grunnforskningslaboratorier og innen den farmasøytiske industri.



mer for genterapi som ikke er irreversibel. I særdeleshet gjelder det tilstander hvor terapien retter seg mot gener som produserer for mye produkt eller som uttrykkes på galt tidspunkt i utviklingsprosessen. Slike genprodukter kan ha med regulering av cellevekst å gjøre, slik at for mye fører til uønsket økt cellevekst, dvs utvikling av kreft. Det nye er teknikkene som gjør at man målrettet kan påvirke uttrykket av et gen. Foreløpig gjelder det altså først og fremst overuttrykk, men det kan også i visse tilfelle bli mulig å oppregulere gener som man ønsker skal «arbeide hardere».

gang de kommer inn i cellene. I stedet må de få tid til å trenge inn i cellekjernen og virke hemmende på genuttrykket. Virkningsmekanismene er forskjellige, men baserer seg oftest på at oligonukleotidet har en bestemt rekkefølge av byggestenene som motsvarer et bestemt sted i kromosomets arvekode. Når genet skal uttrykkes, er det første som lages en kopi av genet. Genet er i DNA-språket, kopien i RNA-språket. De to språkene er nesten identiske. Oligonukleotidet binder seg til RNA-kopien og hindrer derved at arvekode uttrykkes. Alternativt kan oligonukleotidet

«Virus i vinterfrakk»

En ny teknikk for produksjon av proteiner til medisinsk og industriell bruk kan hindre spredning av gener i naturen og fjerne faren for resistens mot antibiotika. Ved The Scottish Crop Research Institute i Dundee kaller de teknikken «Overcoat», som best kan beskrives som virus med «vinterfrakk».



Det er snakk om potetvirus, ett av mange virus som formerer seg raskt når de infiserer planter. Potetviruset blir ikledd en vinterfrakk av nyttige proteiner. Når vinterfrakken tas av produseres de viktige proteinene i store mengder. Her ligger potensialet i lønnsom produksjon av virus i planter. Virusinfiserte planter kan derfor få stor betydning for rasjonell og lønnsom produksjon av proteiner til medisinsk og industriell bruk.

Ikke fare for genspredning

Det er mange fordeler med å genmodifisere virus i stedet for å genmodifisere planter. Man unngår bl.a. problemer knyttet til krysning med ville slektninger og spredning av uønskede gener. Man trenger heller ikke bruke markørgener som kan føre til økt resistens mot antibiotika. I tillegg er det mye enklere å genmodifisere virus enn å lage genmodifiserte planter.

Enkelt å infisere

Potetvirus X (PVX) er et trådformet RNA-virus som kan brukes under produksjon av proteiner i planter. Viruset kan faktisk infisere over 200 forskjellige planter, bl.a. potet. Plantene kan enkelt og greit infiseres ved at viruset strykes på et blad. Viruspartikkelen består av en enkelttrådet RNA dekket av en kappe med identiske kappeproteiner, ca. 1300 kappeproteiner per viruspartikkel. Etter infeksjonen kan man med elektronmikroskop se tette sammenklumpninger av viruspartikler i plantecellene.

Lett å genmodifisere

Potetvirusets arvestoff er en enkel RNA-tråd. De fleste genene har egenskaper som er nødvendige for viruspartikkelens formeringsevne, og det er lett å gjøre genetiske endringer i virus-RNA.

Det har vist seg at man kan bygge inn koder for et annet protein midt inne i kappeproteinene uten at dette endrer viruset.

Det blir sammensatt som før, men siden kappeproteinene blir mye større blir virustråden tykkere. Det er dette forskerne ved instituttet kaller «vinterfrakk». Virus med en vinterfrakk av store proteiner er like infeksjose som vanlige viruspartikler.

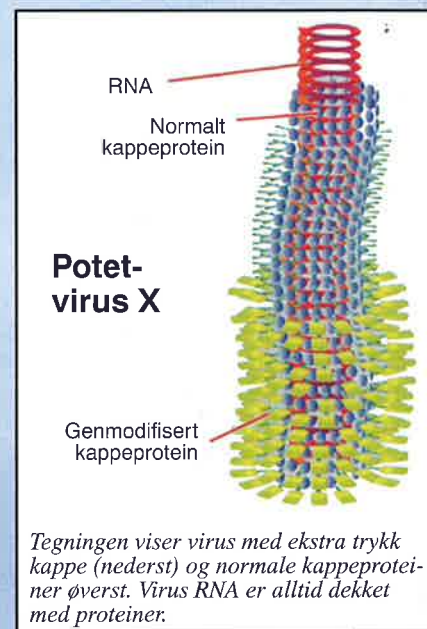
Hormoner, vaksiner og enzymer i potet

Opptil 20 prosent av proteinene i bladene kan være viruskappeprotein. Det tilsvarer én til to prosent av våtvekten av plantematerialet, noe som langt overskrider produksjonen av proteiner i genmodifiserte planter.

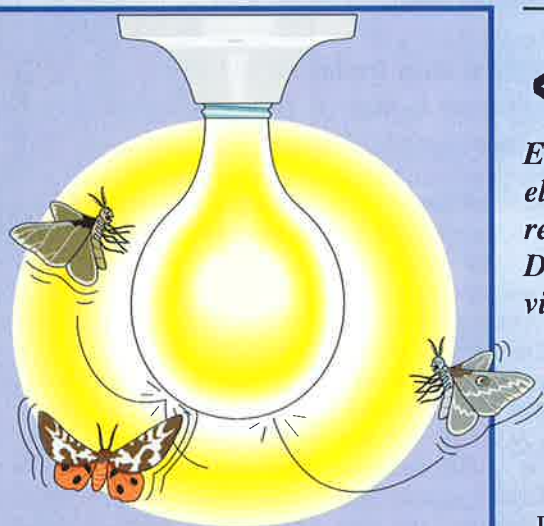
Det tar bare en til to uker fra infeksjon med genmodifisert virus til maksimal virusproduksjon.

Viruspartiklene finnes i plantesaften og kan felles ut eller samles ved sentrifugering. Proteinene isoleres fra viruspartikkelene. Med denne teknikken har man laget proteiner med molekylvekt opp til 35 000, som etter 14 dager ble isolert fra knoller eller blad. Metoden kan brukes til å lage peptider, vaksiner, hormoner, industrienzymmer eller monoklonale antistoffer.

The Scottish Crop Research Institute har store forventninger til sin nye teknologi.



Tegningen viser virus med ekstra trykk kappe (nederst) og normale kappeproteiner øverst. Virus RNA er alltid dekket med proteiner.



INSEKTER blir resistente

Ved Universitetet i Minnesota forsker man på hvordan insekter blir motstandsdyktige overfor Bt-toksinet, som nå finnes i flere genmodifiserte maissorter. Genet for giftstoffet tilføres planter for å gjøre dem motstandsdyktige overfor insekter, bl.a. maisborre er en stor plage for maisdyrkerne i USA.

Forskerne har funnet ut at 1,5 prosent av maisborrer samlet inn i 1991 var resistente mot Bt-toksinet, allerede før man dyrket genmodifisert mais resistent mot insekter.

Hittil har man regnet med at bare 0,001 prosent av insektene hadde genet som kan gjøre dem motstandsdyktige.

I et laboratorieforsøk med 100 generasjoner av en art møll oppdaget forskerne at hele 21 prosent av individene hadde genet som gjør dem motstandsdyktige, på tross av at de aldri har vært utsatt for Bt-toksinet.

Ved andre tester fant man motstandskraft mot fire forskjellige toksiner. Dette er dårlige nyheter for dem som produserer insektresistente planter og som satser på flere Bt-toksiner i samme plante, nettopp for å bremse utviklingen av resistens.

Kilde: GenEtics News, jan-mars 1997.

Genetisk våpen

Den britiske legeföreningen (BMA) er bekymret for hva genteknologien kan føre til. Innen 10 år mener de at våpen som bruker genteknologi kan være i bruk. Et slikt våpen vil kunne gi en helt ny mening til begrepet «etnisk rensning», melder AFP.

BMA har bedt en gruppe eksperter innen genetikk, biologi, juss og krigføring vurdere om genteknologien kan brukes i våpen, for å innføre forbud dersom det er mulig.