

# Vil genteknologien fremme et bærekraftig landbruk og havbruk?

Rapport fra Bioteknologinemndas åpne møte 15. september 1995

## VIL GENTEKNOLOGIEN FREMME ET BÆREKRAFTIG LANDBRUK OG HAVBRUK?

<b>FORORD</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUKSJON</b>	<b>2</b>
Vil genteknologien fremme et bærekraftig landbruk og havbruk?	2
Vil internasjonale konvensjoner om bioteknologi sikre en bærekraftig utvikling?	4
<b>VIL DEN NORSKE GENTEKNOLOGILOVEN FREMME EN BÆREKRAFTIG UTVIKLING?</b>	<b>8</b>
Hva sier genteknologiloven om bærekraftig utvikling og hva legger man i dette?	8
Vil den norske genteknologiloven fremme en bærekraftig utvikling?	11
<b>BRUK/UTSETTING AV GENMODIFISERTE KULTURVEKSTER</b>	<b>15</b>
Fremtidsutsikter og risikovurderinger	15
Bruk / utsetting av genmodifiserte kulturvekster	19
<b>BRUK/UTSETTING AV GENMODIFISERT FISK</b>	<b>21</b>
Bruk / utsetting av genmodifisert fisk - Fremtidsutsikter og risikovurderinger	21
Bruk / utsetting av genmodifisert fisk - Spredningsrisiko og økologisk risiko	24
Genmodifisert kjempelaks: Økologisk sjansespill eller sportsfiskernes drøm?	27

## Forord

Spørsmålet "Vil genteknologien fremme et bærekraftig landbruk og havbruk?" var temaet for Bioteknologinemndas debattmøte den 15. september 1995.

Bakgrunnen for valg av tema er genteknologilovens krav om vurdering av *samfunnsmessig nytte og bærekraft* i forbindelse med utsetting og markedsføring av genmodifiserte organismer.

Norge er det eneste land som setter lovmessige krav til etiske og samfunnsmessige vurderinger i forbindelse med bruk av moderne bioteknologi, men dette temaet diskuteres også i internasjonale fora.

Det er ikke enkelt å vite hvordan genteknologiloven skal tolkes og praktiseres innen dette området. Spørsmålene er mange og utfordringene er store. På bakgrunn av dette har Bioteknologinemnda, som rådgivende organ for den norske regjeringen i spørsmål om bruk av moderne bioteknologi, valgt å sette dette tema på dagsordenen både nasjonalt og internasjonalt i 1995.

I tiden 13. 14. september 1995 arrangerte Bioteknologinemnda også en internasjonal konferanse med tittelen "*Release and Use of Genetically Modified organisms: Sustainable Development and Legal Control*".

Konferansen ble arrangert i Oslo og samlert 70 deltagere fra inn og utland. Det er gitt ut en rapport fra den internasjonale konferansen (proceedings).

## Introduksjon

### **Vil genteknologien fremme et bærekraftig landbruk og havbruk?**

*Førsteamanuensis Reidunn Aalen, Bioteknologinemnda:*

*Bioteknologinemnda arrangerte 15. september 1995 et åpent møte for å få belyst spørsmålet "Vil genteknologien fremme et bærekraftig landbruk og havbruk?"*

*Temaet er viktig fordi det særlig i USA og EU testes ut og godkjennes stadig flere genmodifiserte organismer til landbruksformål, og at det norske lovverket som kan godkjenne utsetting av slike organismer, legger vekt på om de fremmer en bærekraftig utvikling.*

*I det følgende oppsummeres som en bakgrunn for debatten, hva genteknologi og genmodifiserte organismer er, hvordan bruken av denne teknologien er regulert i det norske lovverket og om hva som stikkordsmessig forstås med "bærekraftig utvikling".*

### **Genteknologi**

Genteknologien er en del av den moderne bioteknologien, og innebærer at man kombinerer arvestoff på nye måter. Grunnen til at man i det hele tatt kan det er at arvestoffet DNA prinsipielt er likt i alle organismer. DNA er en kode for å lage enzymer og byggesteiner i celler. DNA fra én organisme vil i prinsippet bli forstått av en annen organisme fordi koden er den samme.

Genteknologi er i dag en helt uomgjengelig bestanddel av moderne medisinsk og biologisk forskning. Fordi genteknologien gir verktøyet for å få tak i isolere gener og studere hvordan de virker, har denne teknologien bidratt til en voldsom kunnskapsøkning innen medisin og biologi. Den nye kunnskapen har etterhvert fått sin anvendelse på en rekke områder som medisin, industri, landbruk og havbruk.

Innen mange felter er det rimelig stor aksept for genteknologisk forskning, men det er også en utbredt oppfatning at teknologien innebærer en viss risiko, og det er vel derfor ikke uventet at man ønsker å ha teknologien under offentlig kontroll. Bioteknologinemndas åpne møte omhandlet en flik av dette store feltet bruken av genmodifiserte organismer innen havbruk og landbruk.

## Bruk av genteknologi i dyreavl og planteforedling

Mennesket har opp gjennom tidene forbedret kulturplanter og husdyr for at de bedre skulle kunne tjene våre formål mat, klær, inntekter. Klassisk foredling går ut på å krysse foreldre (dyr eller planter) med egnede egenskaper med hverandre, for å få avkom med nye kombinasjoner av foreldrenes arveegenskaper, for deretter å velge ut avkommet med de gunstigste kombinasjonene til videre krysninger.

Hva slags egenskaper kan dt så være snakk om? F. eks. meget melk fra kua, lite spekk på grisen, god fôrutnyttelse hos oppdrettslaksen, motstandsdyktighet mot insekts eller virusangrep hos plantene. Genteknologien kan på flere måter bidra til foredlingen. Forskning som benytter seg av genteknologi kan bidra til at vi forstår hvordan planter forsvarer seg mot virus eller hvorfor kua melker meget. Genteknologien kan også bidra til at man identifiserer gener som har betydning for den type egenskaper som er interessante og økonomisk viktige. Dette anvendelsesområdet er nok ikke så veldig kontroversielt. Det er den nye teknikken for å overføre enkeltgener til organismer for deretter å sette dem ut i naturen, som har skapt diskusjon.

Spørsmålene som er blitt reist, er om og i hvilken grad slike såkalte genmodifiserte organismer eller GMOer representerer en risiko for helse og miljø, og på den annen side om GMOer representerer nye og nyttige løsninger på gamle problemer. De uttalte formålene med å lage genmodifiserte organismer til landbruk og havbruk, adskiller seg ikke nevneverdig fra formålene innen klassisk foredling. For planter vil det dreie seg om reduksjon av avlingstap grunnet sykdom, skadedyr og ugress, forbedring av holdbarhet og næringsinnhold, utvidelse av dyrkningsmuligheter eller produksjon av biomaterialer. Og for fisk bedre fôrutnyttelse og hurtigere vekst, bedre kvalitet og næringsinnhold eller bedre motstandskraft mot sykdom.

Mange har imidlertid påpekt at det ikke bare knytter seg nye muligheter til bruken av GMO, men også protensielle risiki som uønsket spredning av gener, forstyrrelse av økologisk balanse eller uønskede sosioøkonomiske effekter.

## Genteknologiloven

På denne bakgrunn er bruken av GMO i svært mange land under myndighetenes kontroll ved lover og regler. I Norge er det to lover som regulerer moderne bioteknologi lov om medisinsk bruk av bioteknologi og genteknologiloven.

Genteknologiloven regulerer både innesluttet bruk av GMO (f.eks i forskning og industri) og utsetting av GMO. Og denne forbindelse er det anvendelsen av GMO for utsetting som skal diskuteres. Her setter genteknologiloven visse krav. Generelt følges en sak for sak og trinn for trinn regulering, slik at hver GMO må godkjennes særskilt. For utsetting av GMO er det særlig lovens formål (§1) og §10, som gjelder utsetting, som vi må overveie. Loven stiller generelt tre krav til fremstilling og bruk av genteknologi. Den skal være:

- etisk og samfunnsmessig forsvarlig
- i samsvar med prinsippet om bærekraftig utvikling
- uten helse og miljømessige skadevirkninger.

§ 10 sier at "utsetting av genmodifiserte organismer kan bare godkjennes når det ikke foreligger fare for miljø og helsemessige skadevirkninger". Dessuten skal det ved avgjørelsen "legges vesentlig vekt på om utsettingen har:

- samfunnsmessig nytteverdi
- og er egnet til å fremme en bærekraftig utvikling".

Det er ikke enkelt å vite hvordan genteknologiloven bør praktiseres. Ingen andre land har de to siste kravene i sine lovverk. Innen EU vurderer man f. eks. mer snevert bare de helse og miljømessige konsekvensene. Miljøverndepartementet har den vanskelige oppgaven å vurdere om de enkelte GMO oppfyller kravene. Bioteknologinemnda, som er et bredt sammensatt utvalg og som skal bl.a. gi råd i slike saker, skal spesielt legge vekt på samfunnsmessige og etiske vurderinger.

Bioteknologinemnda har tidligere engasjert tre forskere, Torben HviidNielsen, Karl Georg Høyer og Halfdan Mellby til å utrede hva begrepet "bærekraftig utvikling" måtte innebære i forhold til utsetting av GMO og hvordan loven burde forstås. Ved siden av en fortolkning av de norske lover er det vesentlig å forholde seg til hvordan bioteknologi reguleres internasjonalt. Bioteknologinemnda har derfor også arrangert en internasjonal konferanse som har drøftet utsetting av GMO i relasjon til bærekraftig utvikling.

### **Bærekraftig utvikling**

Den norske genteknologiloven legger vekt på at utsettinger ikke bare er i samsvar med prinsippet om bærekraftig utvikling, men endog fremmer en slik utvikling. Men hva er prinsippet "bærekraftig utvikling"? Begrepet er hentet fra FNs Verdenskommisjon for miljø og utvikling, den såkalte Brundtlandkommisjonen, som bl.a. formulerer bærekraftig utvikling som en "utvikling som imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov". Brundtlandkommisjonens rapport har gitt støtte til meget forskning og fortolkninger, noe som har vist at begrepet bærekraftig utvikling ikke er entydig. Momenter som kan trekkes ut, er at bærekraftig utvikling

- er et spørsmål om naturbetingede, men samfunnsmessig skapte og vitenskapelig bestemte grenser for vitenskap og teknologi,
- hverken et optimum eller en tilstand, men alltid avhengig av konteksten og omgivelsene, vanskelig kan defineres eller operasjonaliseres.

Visse stikkord kan likevel settes opp vi har nok en intuitiv følelse av hva bærekraftig utvikling innebærer, som f. eks.:

- økologisk bærekraft
- langsiktighet
- tilfredstillende av grunnleggende menneskelige behov, og
- rettferdig fordeling av goder og byrder globalt og over tid.

Et stort problem er det likevel hvordan disse honnørordene skal appliseres i enkelttilfeller. Blant norske forskningprosjekter som norske myndigheter og Bioteknologinemnda har behandlet, finner vi f.eks. genmodifisert julegledet med mer holdbare blomster og poppel med kuldetoleransen fra flyndre. Norge må med utgangspunkt i EØSavtalen også ta stilling til genmodifiserte produkter som søkes godkjent for markedsføring i EU/EØSområdet. Her finner vi bl.a. herbicidtolerant oljeraps, insekttolerant mais og hannsteril sikori.

### **Viktige spørsmål**

Hvordan skal vi bedømme hvorvidt slike GMOer "fremmer bærekraftig utvikling" og er samfunnsnyttige? Hvordan skal man kunne vurdere bærekraftighet i enkeltsaker? Hvor lokalt eller globalt skal bærekraftighet vurderes? Hvordan skal man vektlegge sikkerhet, bærekraftighet og samfunnsnytte i forhold til hverandre? Hvilken forskjell innebærer det at man har krav om bærekraftighet og samfunnsnytte i den norske genteknologiloven ?

Dette er blant de viktige spørsmålene Bioteknologinemnda har ønsket å få belyst bl.a. gjennom den internasjonale konferansen og det åpne møtet.

## **Vil internasjonale konvensjoner om bioteknologi sikre en bærekraftig utvikling?**

*Fungerende underdirektør Inger Næss, Miljøverndepartementet*

Spørsmålet om internasjonale konvensjoner om bioteknologi vil sikre en bærekraftig utvikling kan enkelt besvares med et klart og greit nei. Ingen konvensjoner eller avtaler, ei heller nasjonale eller internasjonale lover og regler, kan med sin eksistens sikre lovlidighet eller moralsk adferd. Selv ikke en klar lov som forbyr mord hindrer folk fra å drepe. Hvordan kan en internasjonal konvensjon som ikke engang har virkemidler til å straffe de som bryter konvensjonen bli overholdt? Vi har f.eks. i

mange år hatt menneskerettighetskonvensjoner, men det hindrer ikke nasjoner i å begå grove overgrep mot sin befolkning, eller deler av den.

Selv om jeg i mer enn 20 år har jobbet med miljøspørsmål er jeg likevel optimist og har tro på at vi må ta i bruk alle de verktøy og virkemidler vi har, for å nå målet om en bærekraftig utvikling. Så derfor blir svaret på spørsmålet etterhvert et betinget ja. Men før jeg går videre er det nødvendig med en oppklaringsrunde om hvilken konvensjon vi snakker om og hva en slik konvensjon egentlig sier.

### **Biologisk mangfold på verdensbasis**

Det er særlig *konvensjonen om biologisk mangfold* som er aktuell i denne sammenheng. Konvensjonen om biologisk mangfold ligger under FNs miljøprogram. Den ble undertegnet under den store miljøkonferansen i Rio i 1992 og trådte i kraft for snart to år siden. Denne konvensjonen har forøvrig gjort 29. desember til verdens biodiversitetsdag. Ca. 170 land har til nå ratifisert, eller forpliktet seg til å følge, konvensjonen.

Konvensjonen om biologisk mangfold er en såkalt rammekonvensjon og den krever derfor utfylling i form av en protokoll. Det er sikkert ikke mange som har hørt om Wienkonvensjonen, eller husker hva det er, men det er kanskje flere som har hørt om Montrealprotokollen. Montrealprotokollen setter strenge krav til utslipp av stoffer som ødelegger ozonlaget, mens Wienkonvensjonen er konvensjonen som Montrealprotokollen er forankret i.

Biodiversitetskonvensjonen har to viktige hovedelementer. Først og fremst står vern og bevaring av det biologiske mangfoldet og da tolkes biologisk mangfold meget vidt både på økosystemnivå, artsnivå og på genetisk nivå.

Mange har oppfattet konvensjonen som en artsvernkonvensjon, men det er den langt fra. For det er ikke bare vern, men nettopp bærekraftig bruk som preger innholdet i konvensjonen. Verdens naturressurser skal også kunne brukes, men de skal da brukes på en slik måte at man ikke truer økosystemene, arter eller det genetisk mangfold hverken i dag eller med tanke på nåværende og fremtidige generasjoner.

Derneft har konvensjonen tatt opp i seg aspektet om en rettferdig fordeling av goder ved bruk av naturressurser, og den går dermed meget lenger enn mange naturvernkonvensjoner har gjort tidligere. Fordi den er en rammekonvensjon må det utarbeides mer utfyllende og konkrete forpliktelser i form av retningslinjer eller protokoller. Retningslinjer eller såkalte *guidelines* kan utformes, men vil være uforpliktende. Derimot er såkalte protokoller juridisk bindende og forpliktende for alle land i å følge. Når spørsmålet er om slike konvensjoner vil bidra eller sikre en bærekraftig utvikling, er det selvfølgelig en forutsetning at de forholder seg til bærekraftighetsbegrepet. Konvensjonen om biologisk mangfold definerer hva man mener med bærekraftig bruk og da forholder den seg direkte til aktivitet som ødelegger det biologiske mangfoldet i dag eller på sikt, for dermed å opprettholde potensiale til å tilfredsstille både nåværende og fremtidige generasjoner.

### **Nasjonal lovgivning om mangfoldet**

Konvensjonen har også flere artikler som omhandler bioteknologi eller genteknologi. Artikkel 8 i konvensjonen stiller krav til nasjonal lovgivning innen dette området. Alle parter skal nasjonalt ha stille krav til regulering, forvaltning og kontroll med risiko forbundet ved utsetting og bruk av genmodifiserte organismer (GMO) som kan anses å ha uheldige konsekvenser på bevaring og bærekraftig bruk av biologisk mangfold. Dette er et sterkt og betryggende krav og hele 170 land har forpliktet seg til dette. Vi må imidlertid lese innledningen til artikkel 8. Der står det at partene bare er forpliktet til dette så langt det er mulig og hensiktsmessig.

Mange utviklingsland mener at dette ikke er mulig å overholde, de mangler både teknologisk og økologisk kompetanse for å kunne lage et slikt nasjonalt lovverk. Dermed krever de at det blir laget en protokoll som skal inneholde rammer for nasjonal lovgivning, og som skal etablere minimumstandards for sikkerhet. Mange frivillige organisasjoner i nettopp utviklingsland sier at for at deres nasjonale myndigheter skal ta dette alvorlig, trenger de en juridisk forpliktelse i en internasjonal konvensjon. Norge støtter dette kravet i de pågående internasjonale forhandlingene. Begrunnelsen er når både vi og andre industrialiserte land har funnet det nødvendig å regulere utsettning av GMO, er det klart at utviklingsland har det samme behovet. Det er imidlertid flere

industrierte land som har motsatt seg dette og mener det ikke er hensiktsmessig å ha en internasjonal protokoll som skal sette regler for nasjonal lovgivning.

### **Eksport og import av GMO**

I konvensjonens artikkel 19 omhandles eksport og overføring av organismer mellom land. Da er det en selvfølge at man tenker på overføring mellom iland og uland. Vi har teknologien og de ønsker teknologioverføring. Artikkelen sier at partene til konvensjonen skal vurdere om det er behov for en protokoll som fastsetter prosedyrer for sikker eksport/overføring av GMOer som kan ha uheldig virkning på biologisk mangfold. Og i denne artikkelen står det spesielt at man skal vurdere om en slik protokoll skal inneholde krav til såkalt *forutgående informert samtykke*.

Det innebærer at mottakerlandet skal, etter å ha fått informasjon om produktet og de risikovurderinger som eksportlandet har gjort, ha mulighet til å si nei til produktet før det sendes ut av eksportlandet. Begrunnelsen for dette er at importlandet, f.eks et utviklingsland, skal ha mulighet til å regulere og kontrollere de produktene som kommer inn i landet. Importlandene må vite hvilke produkter som kommer. For å øke kompetansen på risikovurderinger og mulige miljøkonsekvenser er det viktig at de får informasjon om risikovurderingene som er gjort i eksportlandet. Det har vært diskutert om Norge skal følge opp denne forpliktelsen i den norske genteknologiloven. Etter mange diskusjoner har man kommet fram til at man ikke ønsker å innføre slike forpliktelser, før andre land, som vi vanligvis sammenligner oss med, også har de samme forpliktelsene.

Vi har imidlertid tatt et skritt videre og det ligger nå et forslag i Stortinget om å innføre en lovhjemmel i genteknologiloven, slik at så snart det foreligger en internasjonal protokoll vedrørende eksport, kan Norge utarbeide forskrifter og dermed raskt kunne implimentere de forpliktelsene vi vil kunne få under konvensjonen.

### **Ulandene er rike på genressurser**

Både dette med krav til nasjonal lovgivning og krav vedrørende eksport kan tenkes å innarbeides i samme protokoll. Det skal bl.a. være et partsmøte under konvensjonen i Djakarta i november 1995. Det norske forhandlingsmandatet vil være at man går inn for en protokoll som regulerer disse områdene. På et forberedende møte sist sommer gikk et stort flertall for en slik protokoll, mens et mindretall ikke hadde bestemt seg. Imidlertid var dette et forberedende møte og i vedtaket fra møtet, gis partslandene mulighet til å endre mening.

Innholdet i protokollen vil være meget begrenset og bare regulere eksport mellom land og eventuelt et varslingsystem i forbindelse med ulykker. Utviklingslandene ønsker også etablere varslingsystemer for iland, som ved hjelp av moderne bioteknologi begynner å produsere erstatningsprodukter for produktene ulandene tradisjonelt har produsert. La oss si at vi i Norge ved hjelp av moderne genteknologi begynner å produsere vanilje, oljeprodukter, eller et annet produkt som har vært en viktig eksportartikkel for et utviklingsland.

Utviklingslandene ønsker å etablere et såkalt "early warningsystem", slik at de får mulighet til å legge om sin produksjon og eventuelt få kompensasjon for en overgangsperiode til en ny produksjon. Jeg også er opptatt av at utviklingslandene gis mulighet for erstatning ved uhell, muligheter for å kreve erstatning eller dra internasjonale firmaer, eller de som eksporterer eller introduserer disse organismene, inn for en domstol slik at utviklingslandene kan få kompensasjon ved uhell. Bærekraftighet er ikke bare miljø sikkerhet, det omhandler også rettferdig fordeling og det er flere artikler i konvensjonen som omhandler tilgang til genetiske ressurser, eierrettigheter og patentrettigheter. Artikkel 15 sier at de som har genressurser skal gjøre det de kan for å stille disse genressursene til rådighet, men de skal ikke bare si vær så god, de skal ha mulighet for å forhandle og stille disse ressursene tilgjengelig på gjensidig avtalte vilkår. Og for første gang vil utviklingslandene føle at de har et forhandlingskort, og ikke bare måtte sitte og ta imot og være passive mottakere. De er riktig nok fattige på penger, men de er rike på genressurser. I nord er vi rike på penger og teknologi, men fattige på genressurser. Vi trenger deres genressurser i bl.a. farmasøytisk industri og for å forbedre våre landbruksvekster.

### **Hvem skal få eierrettighetene?**

Det er slik at det er i plantens opprinnelsesland man finner den største genetiske variasjon for planten. Driver man f.eks. tomatforedling, må man dra til MellomAmerika for å finne nytt og interessant genmateriale.

Dette forhandlingskortet ønsker utviklingslandene selvfølgelig å bruke for alt det er verdt. Inn i denne debatten kommer selvfølgelig spørsmålene om eierrettigheter og patenter. Genteknologien har gjort det mulig å ta patent på noe vi for få år siden ikke trodde var mulig å ta patenter på. Man har fram til nå ment at planter og dyr ikke kan patenteres, de vil ikke være ensartet og de vil ikke kunne beskrives på den måten patentloven vanligvis krever. Genteknologien har imidlertid gjort det mulig å beskrive planten eller dyret genetisk og dermed oppfylle alle disse grunnleggende kravene til patenterbarhet.

Men hvem har eierrettighetene? Her kommer aspektet om rettferdighet inn. Jeg kan ta et eksempel, neemtreet, som har bakteriedrepende egenskaper og vokser bl.a. i India. Befolkningen på landsbygda i India har brukt dette treet i århundrer. Bl.a. brukes pinner fra treet som tannbørster, de koker og foredler produktet for å lage bakteriedrepende såpe, uttrekk fra treet brukes til sprøytemidler osv. Et amerikansk firma klarer å isolere det genet som koder for den bakteriedrepende egenskapen og tar patent på det genet de har fått patent på genet i USA. Betyr det at de har eierrettigheter til det genet i India? Det er mange uoppklarte spørsmål her.

Det er klart at India også har lyst til å markedsføre såpe med bakteriedrepende egenskaper like meget som et amerikansk firma. Den tradisjonelle bruken av neemtreet i India kan fortsette, så det er ikke helt absurd. Det føles imidlertid urettferdig og galt når noen som har teknologien til å beskrive genet kan få fulle eierrettigheter, mens lokalbefolkningen ikke får noen ting. Det er mange uavklarte og vanskelige spørsmål her, f.eks. er det nasjonalstaten eller er det urbefolkningen/lokalbefolkningen som har brukt dette i århundrer og som har videreforedlet produktet som skal få eierrettighetene? Her opererer ikke biodiversitetskonvensjonen alene på den internasjonale arena. Også Verdens Handelsorganisasjon (WTO), tidligere GATT, har en avtale om patentrettigheter og den avtalen går langt i å erkjenne patentrettigheter også for levende materiale. Norge er tilsluttet det som heter UPOVkonvensjonen om planteforedlerrettigheter. Denne er ikke så vidtgående som patentene og gir både planteforedler og bønder muligheter til å kunne bruke og videreforedle eget såkorn. Hele dette problemkomplekset er ikke løst. Det er en internasjonal prosess på gang der disse spørsmålene drøftes. Her er utviklingslandene meget aktive, man ser også en imponerende kunnskap, initiativ og pågangsmot fra frivillige organisasjoner i utviklingsland, de gir seg ikke. På den annen side er bioteknologi industrien meget sterk. De er ikke interessert i internasjonale avtaler som kan begrense deres muligheter til å reise jorden rundt og hente ut genressurser, bruke dem til det de vil og sitte med eierrettighetene. Industriens begrunnelse er selvfølgelig at det er ikke bare å hente et gen, det krever millioner til forskning og produktutvikling og det må de få økonomisk uttelling for.

### **Konklusjon**

Min konklusjon må derfor bli, at konvensjonen om biologisk mangfold ikke kan sikre en bærekraftig utvikling, men den er et meget viktig og nødvendig verktøy for at vi skal nå de mål vi har satt oss. Gjennom konvensjonen har disse viktige spørsmålene kommet på den internasjonale dagsorden. De diskuteres nå i flere internasjonale fora og den norske regjeringen er nødt til å ta hensyn til det. Disse spørsmålene diskuteres også i Stortinget. Det er en viktig prosess som kan bringe oss videre. Forhåpentligvis pågår det også i forskningsmiljøene en diskusjon om hva forskere kan gjøre for å bidra til å sikre en bærekraftig utvikling. Det er jo ikke slik, og det er mitt personlige syn, at forskningen er nøytral.

Det er noe med hvilke veier man ønsker å gå, hvilke spørsmål man setter, hvilke behov man ser og hvilke resultater man finner etter hvert. Det er derfor viktig at vi deltar i denne debatten og prosessen på alle nivåer og i alle de sammenhenger i samfunnet. Som svar på en meget brukt innvending om hvorfor det bare er genteknologi man stiller så strenge krav til, kan jeg si at bærekraftighet er ikke bare et krav til bioteknologien, men til all bruk av teknologi.

Genteknologien er imidlertid en ny teknologi som gir oss en unik mulighet til å være føre var og ikke gjøre alle de feil som har vært gjort ved introduksjon av andre og nye teknologier tidligere.

# Vil den norske genteknologiloven fremme en bærekraftig utvikling?

## Hva sier genteknologiloven om bærekraftig utvikling og hva legger man i dette?

*Advokat Halfdan Mellbye, Advokatfirmaet Schjødt, Bergen*

Det spørsmålet jeg skal innlede om er todelt:

1. Hva sier genteknologiloven om bærekraftig utvikling?
2. Hva legger man i dette?

Det kan gis et kort og greit svar på det første av disse spørsmålene. Det andre er det imidlertid ikke greit å gi noe klart svar på. Jeg vil begynne med å omformulere dette spørsmålet til hvilke rammer ligger i loven og hva er overlatt til den som skal praktisere den?

Generelt kan det juridiske hovedproblem her beskrives som spørsmålet om hvilke minstevilkår et prosjekt for utsetting av genmodifiserte organismer må oppfylle for at et utsettingsprosjekt skal være lovlig. I forlengelsen av dette kan det sies noe om ideene bak loven som bestemmer de hensyn som kan tas ved praktiseringen av den.

Det er to bestemmelser i genteknologiloven som omhandler dette: §§ 1 og 10, 2. ledd:

I § 1 heter det bl.a.

*"Denne lov har til formål at fremstilling og bruk av GMO skjer ..... i samsvar med prinsippet om bærekraftig utvikling ..."*

I § 10, 2. ledd heter det videre:

*"Utsetting av genmodifiserte organismer kan bare godkjennes når det ikke foreligger fare for miljø og helseskadelige skadevirkninger. Ved avgjørelsen skal det dessuten legges avgjørende vekt på om utsettingen har samfunnsmessig nytteverdi og er egnet til å fremme en bærekraftig utvikling".*

Det er denne siste bestemmelsen som er den sentrale i denne innledningen, og det er således betydningen av begrepet slik det er brukt i genteknologiloven § 10, annet ledd jeg vil ta opp.

Svaret på det andre spørsmålet er imidlertid mer komplisert. Jeg vil her forsøke å gi et svar i fire trinn:

1. Bruken av bærekraftig utvikling som rettslig argument mer generelt.
2. Genteknologiloven § 10, 2. ledd er en fullmaktsregel.
3. Lovens rammer og lovgivers intensjoner.
4. Litt om bruken i enkelttilfeller.

Avslutningsvis vil jeg foreta en kort oppsummering. Uttrykket "bærekraftig utvikling" finner vi i tre andre lovbestemmelser i vår lovgivning. Disse er:

a) Kommuneloven (lov 1992 nr.10) § 1:

*"Formålet med denne lov er å legge forholdene til rette for et funksjonsdyktig kommunalt og fylkeskommunalt folkestyre, og for en rasjonell og effektiv forvaltning av de kommunale og fylkeskommunale fellesinteresser innenfor rammen av det nasjonale fellesskap og med sikte på en bærekraftig utvikling."*

Dette gir inntrykk av at dette ikke nettopp er klare størrelser.

b) Oppdretsloven (lov 1985 nr.68) § 1

*"Formålet med loven er å bidra til at oppdrettsnæringen kan få en balansert og bærekraftig utvikling og bli en lønnsom og livskraftig distriktsnæring."*



Formuleringen tyder på at det er oppdrettsnæringen, og ikke miljøet, som skal ha en bærekraftig utvikling. Dette skyldes at uttrykket ble innført ved en lovendring der en tidligere formulering ble endret. Det er ikke tvil om at det er miljøet det siktes til.

c) Grunnlovens § 110 b, første ledd:

*“Enhver har Ret til et Milieu som sikrer Sundhed og til en natur hvis Produktionsævine og Mangfold bevares. Naturens Ressourcer skulle disponeres ud fra en langsiktig og alsidig Betragtning, der ivaretager denne Ret ogsaa for Efterslægten. For at ivaretage deres Ret i Henhold til foregaaende Led, ere Borgerne berettigede til Kundskab om Naturmilieuets Tilstand og om Virkningerne af planlagte og iværksatte Indgreb i Naturen. Statens Myndigheder give nærmere Bestemmelser til at gennemføre disse Grundsætninger.”*

Denne bestemmelsen bruker ikke uttrykket “bærekraftig utvikling”, men det er lagt vekt på generasjonsrettferdighet, og bestemmelsens forarbeider knytter dette opp til begrepet “bærekraftig utvikling”.

Den rettslige betydningen av grunnlovsbestemmelsen er høyst uklar. Bestemmelsen inneholder etter mitt syn et betydelig potensiale for rettsutvikling. Det er her et poeng som særlig miljøorganisasjonene bør være klar over. Miljøretten er i en sterk utviklingsprosess og Grunnloven § 110b åpner for at domstolene kan stå sentralt i denne utviklingen slik at rettsreglene forandrer seg uten at det skjer lovendringer.

Jeg vil nevne en interessant dom som illustrerer en side av dette som jeg kommer tilbake til. Det er dommen i Norsk Rettstidende 1993 s. 528, den såkalte Lunner pukkverk. Dommen omhandlet spørsmålet om søknaden om utslippstillatelse til pukkverket etter Forurensningsloven var avslått med en ulovlig begrunnelse. Ved søknaden ble det vedlagt planer for en vei til pukkverket. Veitraseen var behandlet i kommunen, og det var kommet protester mot veien. Miljøverndepartementet avslå søknaden til pukkverket p.g.a. veien. Begrunnelsen er oppsiktsvekkende. Veibyggingssaker vil normalt ikke behandles etter Forurensningsloven. Det er en sak som avgjøres i kommunen eller fylkeskommunen.

Høyesterett aksepterte allikevel Miljøverndepartementets begrunnelse, blant annet med henvisning til Grunnloven § 110 b. Her ble altså grunnlovsbestemmelsen tolket som støtte for Miljøverndepartementets generelle adgang til å overprøve saker med miljøargumenter. Det illustrerer for såvidt bredden i den lovlige argumentasjon på miljøområdet og kan gi en generell bakgrunn for tolkningen av de vide ord og uttrykk i genteknologiloven § 10 annet ledd.

### **Fullmaktsregel**

Det klare utgangspunkt er at genteknologiloven § 10 er en fullmaktsregel, det vil si en regel som overlater til forvaltningen å velge løsningen i enkelttilfeller. De får i oppgave å utforme politikken innenfor visse rammer og med noen antydninger om hvordan politikken skal utformes. Det er med andre ord en rekke tilfeller der myndighetene kan velge om de vil si “ja” eller “nei” til et utsettingsprosjekt.

Kan synes som litt av en ansvarsfraskrivelse fra lovivers side å la være å gi klare direktiver. På dette området har vel det en ganske naturlig grunn. Lovgiver hadde ikke grunnlag for å uttrykke seg klarere. Det er forøvrig vanlig innen en rekke områder, at lovgiver trekker opp prinsipielle vurderinger som de overlater til forvaltningen å praktisere.

Det er også et vesentlig poeng med denne typen reguleringer ved tillatelser. De skal gi grunnlag for å samle kunnskaper. Torstein Eckhoff har i boken Statens Styringsmuligheter beskrevet slik tillatelseslovgivning som en regulering der man “regulerer for å lære”, på den måten at forvaltningen samler erfaring og kan forbedre reguleringen etter hvert. Forhåpentlig kan dette være en trøst om det er noen som føler seg på litt tynn is.

Reguleringsmyndighetene bør forøvrig ha et bevisst forhold til dette, noe som Bioteknologinemnda synes å ha. Man bør benytte selve søknadsprosessen til å samle opplysninger, og ikke nøle med å kreve ytterligere opplysninger eller avslå søknader dersom det ikke er redegjort for sentrale ting. Fullmaktslovgivningen innebærer altså en frihet, også når det gjelder tolkningen av lovens begreper som “bærekraftig utvikling” og samfunnsmessig nytteverdi”. På den annen side gis det en viss avgrensning i loven og den vil jeg nå nærme meg.

### **Lovens rammer og lovgivers intensjoner**

Loven setter rammer for forvaltningens frihet og på to ulike måter i genteknologiloven og forarbeidene:

- a. Det gis signaler om en nedre grense hva som skal til for at det i det hele tatt er aktuelt å gi tillatelse til utsetting av GMO. Denne nedre grense beror på en tolkning av genteknologiloven § 10, 2. ledd, 1. pkt.
- b. Det gis noen få signaler om hva som menes med uttrykket "bærekraftig utvikling".

Jeg skal si noe om begge disse signalene i det følgende. Sammenhengen er helt nødvendig for den rette forståelsen av loven.

Den nedre grense er beskrevet i genteknologiloven § 10, 2. ledd, 1. pkt. Det gis ikke tillatelse hvis det er: "fare for miljø og helsemessige skadevirkninger". Denne formuleringen kan ikke tas på ordet. Ingen utsetting av GMO er absolutt farefri. Det er særlig klart hvis vi tar i betraktning at forarbeidene sterkt understreker at føre varprinsippet skal vektlegges. Lovens konklusjon er allikevel ikke at man aldri skal gi noen tillatelser. Lovens utgangspunkt er positivt til utsetting, ihvertfall i noen tilfeller.

Det er imidlertid klart at det settes krav til risikograden. Det er tre poenger det her er grunn til å understreke.

- a. Det settes krav til dokumentasjon for ufarlighet. Det er ikke mulig med positiv dokumentasjon i vitenskapelig forstand, men mener myndighetene at det er saklig grunn til å kreve mer informasjon bør det kreves; eventuelt bør det gis avslag med den begrunnelse at nødvendig informasjon ikke er gitt. Dokumentasjons og utredningskravet er en viktig side av den brede vurdering genteknologiloven § 10 legger opp til.
- b. Unødig risiko bør unngås. Myndighetene må kunne avslå en søknad med den begrunnelse at en risiko kunne vært unngått selv om den aktuelle risiko er relativt liten.
- c. Det generelle farenivå bør ikke være for høyt; det vil si: ikke høyere enn det som er vanlig ved forsvarlig genteknologisk virksomhet.

### **Hva så når disse tre vilkårene er oppfylt?**

Da er vi så definitivt over i fullmaktsbestemmelsen, og det er opp til myndighetene hva de vil kreve av positive virkninger utsettingen/forsøket for å gi tillatelse.

Ser vi dette i sammenheng settes ihvertfall følgende indikasjon. Lovgiver synes å legge til grunn at vi skal prøve ut genteknologi og at vi ihvertfall skal satse på gode prosjekter. Et godt prosjekt er videre kjennetegnet ved lav risiko og høyt nyttepotensiale. Det er også et poeng at vi nå er i en fase der ny kunnskap om den nye teknologien kan oppfattes som særlig samfunnsnyttig. Saker som har liten nytte ut over at de gir kunnskap om genteknologi står derfor relativt sterkt i denne fasen.

Det er i utgangspunktet uklart hva lovgiver har lagt i "bærekraftig utvikling". En viss avklaring i forarbeidene. Her legges det til grunn et syn om at alt som gir en positiv utvikling i miljøsammenheng skal regnes som bærekraftig. Det kan diskuteres om det er slik begrepet bør tolkes, men i loven må det tolkes slik lovgiver har ment det. Det vil si at myndighetene ihvertfall har adgang til å bygge på et slikt syn.

Det er også et poeng at begrepet suppleres med det langt mer omfattende "samfunnsmessig nytteverdi". Det eget bredt spekter av relevante argumenter. Kun avgrenset mot søkerens personlige økonomiske hensyn.

### **Litt om bruken av enkelttilfeller**

Det er forvirrende med et så bredt spekter av hensyn. Rettslig sett har det liten mening å gi en smørbrøddliste av hensyn, poenget er at hensynenes rettslige posisjon kun kommer til syne når de stilles på spissen i konkrete saker. Man kan si det slik at et konkret hensyns relevans avhenger av hvor sentralt det er i en konkret sak.

Hensynenes relevans i enkeltsaker kan belyses gjennom to spørsmål:

1. Er det utenforliggende hensyn som det er lagt vekt på, og som ikke burde ha talt med?
2. Finnes det obligatoriske hensyn det skulle ha blitt lagt vekt på, men som er utelatt?

Fordelen med de brede begreper er at det er liten sjanse for at det er forhold av stor betydning i den enkelte sak som blir regnet som utenforliggende. Myndighetene vil altså sjelden komme i en situasjon der de selv ville ha avslått en søknad, men der reglene tvinger dem til å innvilge denne.

Spørsmålet om det foreligger obligatoriske hensyn vil avhenge av den konkrete saken. Dersom den konkrete utsettingen vil ha en bestemt åpenbar positiv samfunnsmessig effekt må det tas hensyn til den.

### **Oppsummering**

Genteknologilovens regler om utsetting av genmodifiserte organismer understreker tre sentrale poenger:

1. Vi skal være med og prøve ut genteknologi. De beste prosjektene; d.v.s. de som er minst farlige med størst nyttepotensiale, skal ihvertfall ha tillatelse. Den nærmere avgrensning i antall og de konkrete krav er overlatt til forvaltningen. Det gir en stor mulighet til å velge om prosjektene skal godtas eller ikke.
2. En hovedhensikt med reguleringen og utprøvingen er å lære om teknologien for å forbedre reguleringen etterhvert. Det betyr at kravet til utredningers grundighet er stort, og at presedensvirkningen av de avgjørelser som tas samtidig er liten.
3. Det skal foretas brede vurderinger. Det foretas ingen avgrensning som kan innebære at det ikke er adgang til å legge vekt på reelt sentrale momenter i en konkret avveining i en enkelt sak.

### **Vil den norske genteknologiloven fremme en bærekraftig utvikling?**

- Synspunkter om hvordan dette kan utøves  
*Forsker Karl G. Høyer, Vestlandforskning*

Mitt fag er ikke genteknologi, eller genteknologiforskning, mitt fag er miljøfag, hvor jeg har spesielt jobbet med forholdet mellom teknologi og miljø. Jeg har arbeidet med flere ulike større teknologisatsninger, bl.a. atomenergien i sin tid. Jeg har i det senere arbeidet spesielt med og fulgt utviklingen av begrepet *bærekraftig utvikling*, og med anvendelsen av dette begrepet i ulike sammenhenger. Ikke minst har jeg også jobbet med forskning omkring *føre varprinsippet*.

Jeg liker å snakke med folk, og drosjesjåfører er ofte interessante å snakke med, de er i hvert fall snakkesalige. Min drosjesjåfør så ingen evig glede av den genmodifiserte julegleden, langt derifra. Han ga uttrykk for svært skeptiske synspunkter. Han mente at her drev forskerne og "tuklet" med ting som de ikke ante rekkevidden av, og dette var et ledd i en verden som gikk under. Nå har jeg det synet, at denne typen innspill er verdiforankrede.

Men det er synspunkter som forskere ikke skal avvise, eller forsøke å overbevise folk om at de tar feil. Det er ikke forskernes oppgave. Forskernes oppgave er å fange opp slike synspunkter, turnere dem og forsøke å formidle hva de uttrykker av verdier. Og akkurat dette er jo relativt sterkt uttrykt i grunnlagsarbeidet til genteknologiloven. Den skepsisen man mener gjør seg gjeldende i befolkningen, må komme til uttrykk i måten vi praktiserer loven og måten vi håndterer disse bestemmelsene på. Politikerne kan gjerne få oppgaven å overbevise drosjesjåføren om at han tar feil, men som forsker har ikke jeg tenkt å gjøre det. Jeg har som drosjesjåføren noen verdier, og dette foredraget vil som andre forskeres foredrag, nødvendigvis være verdiforankret.

### **Samfunnets syn på den nye teknologien**

Jeg oppfatter det slik at vi står overfor et grunnlagsarbeide for genteknologiloven som er grunnleggende skeptisk eller kritisk til denne nye teknologien. Loven må forstås i en samfunnsmessig sammenheng. Den kom i en periode der miljøoppmerksomheten var sterk og da diskusjonen om bærekraftig utvikling gikk på det heteste. Genteknologiloven forsøker å fange opp disse dimensjonene. Den forsøker også å fange opp 20 år med kritisk forskning og kritisk oppmerksomhet omkring forholdet mellom teknologi og miljøproblemer. Den inngår i en historisk sammenheng i så måte.

Det denne loven sier i hovedtrekk er, at det i utgangspunktet ikke skal være fare for skade på helse og miljø. Det skal i de vurderinger som gjøres legges vesentlig vekt på om det er i samsvar med, eller bidrar til bærekraftig utvikling og om det har samfunnsmessig nytteverdi.

Man skal også gjøre anvendelse av føre varprinsippet og jeg oppfatter dette som fire hovedledd i loven.

De fire hovedleddene er:

1. Ikke fare for skade på helse og miljø

Med vesentlig vekt på:

2. Bærekraftig utvikling
3. Samfunnsmessig nytteverdi

Med anvendelse av:

4. Føre varprinsippet

Bærekraftig utvikling er et problematisk begrep, det er et begrep som både brukes og misbrukes i mange sammenhenger. Misbruket er så omfattende at jeg ofte er i tvil om jeg som forsker skal fortsette å bruke det, eller gå over til noen andre begreper. Men jeg velger å bruke det ettersom det her er nedfelt i en lovtekst. Det er selvfølgelig ulike innganger til diskusjonen om hva som legges i begrepet, og det er ulike fortolkninger som gjør seg gjeldende.

Dette innspillet skal ikke forsøke å operasjonalisere begrepet, ikke liste opp hundre indikatorer, slik man nå forsøker å gjøre i internasjonale fora, men forsøke å få fram noen *nøkkelkarakteristika* som vi kanskje kan bli enige om.

#### *Ekstra prima*

1. Økologisk bærekraft
2. Tilfredsstillelse av grunnleggende behov

#### *Prima*

3. Rettferdig fordeling av goder og byrder globalt og over tid
4. Naturens egenverdi
5. Langsiktighet
6. Årsaksorientert miljøvern
7. Offentlighet og folkelig deltakelse

#### *Sekunda*

- \* ---
- \* ---

Jeg har sortert disse karakteristika på tre nivåer. Det første nivået har jeg kalt *ekstra prima*, det neste nivå *prima* og det tredje *sekunda*. Det som er definert som ekstra prima karakteristika er for det første økologisk bærekraft, og for det andre tilfredsstillelse av grunnleggende behov. Dette mener jeg er klart formulert som de ekstra prima nøkkelkarakteristika som går igjen i alle sentrale dokumenter i denne sammenhengen.

Når vi går videre nedover listen blir det mer en fortolkningsdiskusjon. Men jeg vil i hvert fall advare mot å bare bruke bærekraftig utvikling som et annet ord for miljøvern. Det som man på 70 og 80tallet kalte miljøvern, heter nå i ulike sammenhenger bærekraftig utvikling. Det ligger noe mer i dette begrepet enn bare miljøvern. La oss kalle noe miljøvern, og la oss kalle noe annet eller noe videre, mer prinsipielt for bærekraftig utvikling.

På bakgrunn av dette har jeg satt opp en rekke av hva jeg kaller prima karakteristika. Fordi vi i denne sammenhengen med tilfredsstillelse av grunnleggende behov, står overfor rettferdighetsaspektet, er dette en rettferdig fordeling av goder og byrder globalt og over tid. Elementet om naturens egenverdi skal tillegges vekt på det prima nivået. Dette står forøvrig spesielt omtalt i Odelstingsproposisjonen som ligger til grunn for loven.

#### **Med basis i 60årenes miljøhistorie**

I grunnlagsdokumentene henvises det entydig til tradisjonene innenfor norsk økofilosofi, og at disse tradisjonene skal tillegges større vekt enn det som opprinnelig kom til uttrykk. For å kunne tolke hva loven/grunnlagsdokumentene sier om dette, bør juristene ha kjennskap til norsk økofilosofi, og det krever også kunnskaper om norsk miljøhistorie fra slutten av 60tallet.

Det som har vært sentralt i norsk økofilosofi, er den betydningen hensynet til naturens egenverdi har hatt. Det er dette norske økofilosofi har trukket inn i den internasjonale miljødebatten og som i dag er det sentrale innen miljøetikkdiskusjonen i USA, England og andre land. I Norge foregikk denne diskusjonen på begynnelsen av 70-tallet og ble brakt inn i norsk økopolitikk tidlig på 70-tallet.

Et femte prima karakteristika er kravet til langsiktighet. Det sjette er det jeg kaller årsaksorientert miljøvern, og her er Bruntlandkommisjonen krystallklar. Det beskrives en overgang fra et effektorientert miljøvern til et årsaksorientert. Skogplanting for å absorbere karbondioksyd er ikke en årsaksorientert løsning. Årsaksorienterte løsninger er å redusere utslipp av CO<sub>2</sub>. Det sjuende krav på dette prima nivået, og som også er relativt entydig formulert i grunnlagsdokumentene, er kravet om offentlighet og folkelig deltakelse. Og det skal være i en annen forstand enn at de bare skal høres; de skal komme til uttrykk i politikken, de skal tas med i beslutningsprosessen og de skal trekkes inn i vurderings og beslutningsprosessen med egne verdioppfatninger og synspunkter. Dette foredraget er en forskers innspill for å håndtere begrepet. Det vil komme andre innspill og selvfølgelig vil det være Bioteknologinemnda som må danne seg en samlet vurdering.

Jeg skal prøve å komme med noen innspill til hvorledes dette kan praktiseres, dvs. hvorledes jeg som miljøfaglig forsker, med utgangspunkt i en begrepsorientert forskning både omkring begrepet bærekraftig utvikling og føre varprinsippet, mener det kan praktiseres.

For det første står vi overfor en lov som har et veldig strengt kritisk grunnlag. For det andre står vi overfor en lov som åpner for at det kan gis tillatelse til utsetting av genmodifiserte organismer, og dette er motsigelsesfylte og problematiske elementer i genteknologiloven, ingen tvil om det. Jeg vil ta utgangspunkt i at vi har ulike nivåer for skadevirkninger på helse og miljø, grovgruppert som; *ingen*, *små* eller *store*. Jeg mener det er rimelig å tolke loven slik, at i dersom vi står overfor store helse og miljømessige skadevirkninger eller mulige skadevirkninger på helse og miljø, så er det under ingen omstendigheter grunnlag for å gi tillatelse til utsetting av genmodifiserte organismer. Står vi derimot overfor ingen skadevirkninger på helse og miljø, så er det likevel neppe aktuelt å gi slik tillatelse, hvis det heller ikke er noen elementer av bærekraft i det. Jeg skiller her mellom tre nivåer av bærekraft. Jeg sier *ingen* bærekraft, *svak* bærekraft og *sterk* bærekraft. Svak forstått som at noen av de ekstra prima og prima karakteristika er med. Jeg skiller ut sterk bærekraft der alle, eller de fleste ekstra prima og prima karakteristika er med.

Står vi overfor muligheten av ingen skadevirkninger på helse og miljø, så mener jeg det er rimelig å fortolke det slik at det heller ikke skal gis tillatelse hvis det ikke har noen bærekraft. Er det derimot sterk bærekraft, så mener jeg det er rimelig å fortolke det slik at det kan være aktuelt å vurdere tillatelse dersom det er påvist små eller ingen helse eller miljømessige skadevirkninger. Det er videre identifisert en rute med spørsmålsteppene her, og det er når vi har svak bærekraft, men små helse og miljømessige skadevirkninger.

Mitt innspill i denne sammenhengen er at de samfunnsmessige nyttevurderingene vil komme inn her. Ut fra lovens historiske plassering og ut fra lovens grunnlag så vil jeg prioritere bærekraftig utviklingsperspektivet fremfor samfunnsnytteperspektivet. Under forutsetning av små helse og miljømessige skadevirkninger, kan det være aktuelt å gi tillatelse til utsetting av genmodifiserte organismer når man står overfor svak bærekraft og stor samfunnsnytte.

Om begrepet bærekraftig utvikling er hyppig brukt og misbrukt, så er ikke føre varbegrepet mindre brukt eller misbrukt. Jeg har fulgt utviklingen av begrepet siden 70-tallet og er svært opptatt av å beskytte og skjerme det. Det ble faktisk formulert fra sentrale organisasjoner innenfor den internasjonale miljøbevegelsen. De vesentlige innspillene og elementene kom fra miljøorganisasjonene og ikke fra forskere eller forvaltning.

Det er to sider ved dette begrepet som synes å forårsake en del problemer og misforståelser. Svært ofte ser vi at begrepet brukes som et allment forebyggende miljøpolitisk prinsipp. Det er flott å være føre var, ingen ønsker å være etter snar eller etter sen.

### **Et forebyggende miljøpolitisk prinsipp**

Føre varprinsippet er alltid et forebyggende miljøpolitisk prinsipp. Men etter min mening betyr det ikke det samme som at alle former for forebygging er føre var. Det helt sentrale elementet i prinsippet er elementet av *usikkerhet*. Det kan være ulike former for usikkerhet. Blant annet om det er *vesentlige* skadevirkninger, eller om at man ikke kan påvise mulige skadevirkninger. Man kan kanskje ikke en gang fastslå at de sannsynligvis er tilstede. Det kan også være usikkerhet i kunnskapsgrunnlaget om vesentlige årsaksvirkningssammenhenger som kan generere nye typer skadevirkninger. I slike sammenhenger må føre varprinsippet komme til anvendelse. Føre varprinsippet kommer imidlertid ikke til anvendelse hvis vi med stor sannsynlighet, eller rimelig sannsynlighet, kan si at det er helse og miljømessige skadevirkninger. Det kommer til anvendelse når det er en grunnleggende kunnskapsmessig usikkerhet.

Dette reiser nødvendigvis spørsmålet om anvendelsen av føre varprinsippet innebærer en sterkere ikkevitenskapliggjøring av vurderings og beslutningsprosessen. Jeg er ikke sikker på om svaret nødvendigvis er ja på det, men jeg tror i hvert fall at det nødvendigvis retter et kristisk lys på normalvitenskapen.

Det ble reist spørsmål om hvem det er som utarbeider konsekvensanalysen. Dersom vi skal anvende føre varprinsippet må vi være kritiske til usikkerhetsdimensjonene og hvorledes usikkerhetene kommer til uttrykk. Og usikkerheter kommer gjerne til uttrykk, utfra ulike paradigmer eller forståelser. Forholder vi oss bare til normalvitenskapen, så er de som er innenfor svært ofte enige med hverandre. Disse vurderingene må knyttes til:

- Konsekvensanalyser  
*krav om å fokusere på usikkerhet*
- Åpne høringer  
*innspill fra frivillige organisasjoner*

Det må være et krav at man får fram usikkerheten og spesielt fokuserer på den. Og ikke minst er det viktig at man i størst mulig grad gjør bruk av åpne høringer og sørger for innspill fra personer med en alternativ vitenskapelig forståelse.

Dessuten er det noen vitenskapsetiske dimensjoner i denne saken, som kommer til uttrykk i grunnlaget til loven. Jeg vil, på bakgrunn av den vitenskapsetiske debatten vi har hatt gjennom de siste tyve årene omkring forholdet mellom miljø, teknologi og forskning, advare mot å sette et sterkt skille mellom grunnforskning og anvendt forskning i denne sammenhengen. Diskusjonen om vitenskapsetikken og forholdet til forskning, tilsier at vi ikke skal sette et slikt skille.

Det finnes ikke noen særegne, verdinøytrale krav som skal legges på grunnforskningen i forholdet til annen forskning. I prinsippet skal grunnforskningen være til gjenstand for de samme vitenskapsetiske kriterier som anvendt forskning. I prinsippet skal all grunnforskning også vurderes i forhold til den mulige anvendelsen av det man driver og "tukler" med.

# Bruk/utsetting av genmodifiserte kulturvekster

## Fremtidsutsikter og risikovurderinger

*Førsteamanuensis Odd Arne Rognli, Institutt for bioteknologifag, Norges landbrukshøgskole*

Temaet bruk/utsetting av genmodifiserte kulturvekster fremtidsutsikter og risikovurderinger er et svært omfattende tema som ikke lar seg belyse fullstendig i et kort foredrag. Jeg vil i hovedsak konsentrere meg om å gi en oversikt over bruk/utsetting av genmodifiserte kulturvekster, heretter kalt transgene planter, og litt om fremtidsutsiktene. I dette ligger det at jeg vil fokusere på de positive sidene ved genmodifiserte planter, mens jeg vil overlate til neste innleder, professor Inger Nordal, å drøfte risiko.

### Hvilke egenskaper?

Først vil jeg gi en kort omtale av hvilke egenskaper som er gjenstand for genmodifisering, og som vi ser er på vei ut i markedet som kommersielle produkter. Tabell 1. gir en oversikt over de viktigste egenskapene og vekstene som er gjenstand for genmodifisering med formål å lage nye transgene plantesorter.

*Kommersiell anvendelse av genteknologi i planter som enten er utviklet eller på vei til å utvikles.*

- Insektresistens  
*Eple, kål, kaffe, mais, bomull, salat, sennep, potet, oljeraps, ris, tomat, hvete*
- Virusresistens  
*Luserne, banan, nettmelon, agurk, melon, potet, squash, tomat, apaya*
- Bakterie og soppresistens  
*Nettmelon, agurk, squash*
- Herbicidresistens  
*Oljeraps, bomull, soya, hvete*
- Frostresistens  
*Jordbær, tomat, potet*
- Forsinket modning  
*Brokkoli, melon, bringebær, tomat*
- Økt stivelses eller tørrstoffinnhold, forbedring i teknologiske egenskaper  
*Potet, tomat, hvete*
- Endring i oljesammensetning for forbedret teknologisk eller helsemessig kvalitet  
*Oljeraps, soya, solsikke*
- Forbedret aroma og smakelighet  
*Kaffe, salat, potet, tomat*
- Forbedret proteininnhold  
*Soya*

Enkelte av disse anvendelsene er imidlertid kommet så langt at de allerede er markedsført eller på vei ut i markedet, f.eks. *insektresistent* mais, *virusresistent* squash og *herbicidresistent* oljeraps og soyabønne. Herbicidresistens er hittil den vanligste formen for genmodifisering. Det har sin bakgrunn i flere forhold, både rent kommersielle fra firmaenes side, men også det faktum at det var den egenskapen hvor det eksisterte nok plantefysiologisk kunnskap til at man kunne angripe problemet ved hjelp av genteknologi. Denne kunnskapen var ervervet gjennom arbeidet med utvikling av herbicider, og studier av herbicidenes virkningsmekanismer som har pågått de siste 4050 årene. Et annet forhold som gjør at herbicidresistens er en vanlig form for genmodifisering er, at herbicidresistens ofte nyttes som markør ved av transgene planter i celle eller vevskulturer, et nødvendig sted i produksjon av transgene planter. Herbicidresistens følger derfor "med på lasset", mens det er andre egenskaper som egentlig er det anvendte målet. *Bakterie* og *soppresistens* har det vist seg betydelig vanskeligere å innføre ved hjelp av genmodifikasjon, og det skyldes at vi ikke har nok kunnskap om de molekylære mekanismene bak slik resistens til å kunne utvikle strategier for genmodifikasjon.

Genmodifisert *frostresistens* har vært prøvd indirekte ved bruk av den såkalte "isminus"bakterien, dvs. modifiserte former av *Pseudomonas syringa* som ble sprøytet på bladene, og som hindret at det dannet seg is på bladene. Forsøket med slike bakterier, som ble utført i USA i 1987, var det første forsøket med genmodifiserte organismer i verden, og fikk meget bred omtale. Den praktiske anvendelsen av denne strategien er imidlertid uteblitt. I løpet av 510 år vil det nok isoleres plantegener som kan nyttes til å modifisere frostresistens i planter. Den første anvendelsen av genmodifisering i planter som ble markedsført var tomatsorten FLAVR SAVRTM i USA.

Ved hjelp av såkalt antisense teknologi var et av tomatens naturlige enzymer som bidrar til at tomaten blir bløt når den modner undertrykt. Dette fører til at vi får en *forsinket modning*, noe som kan føre til økt kvalitet og forlenget holdbarhet.

I andre arter arbeides det med å endre den stofflige sammensetningen, f.eks. *stivelsestype og innhold* i potet, *endring i fettsyrer* i oljeraps og *endret proteininnhold* i soya. Slike modifiseringer kan få stor betydning for de teknologiske egenskapene til planteproduktene, og føre til nye industrielle utnyttelser av planteprodukter. En viktig anvendelse av genmodifisering som det allerede er søkt om markedsføring av, er *hansterilitet*. Det belgiske firmaet Plant Genetic Systems har søkt om markedsføring av en hybridsort av oljeraps, hvor en av foreldrelinjene som nyttes til å produsere hybridene er gjort hansteril ved hjelp av genmodifikasjon. I tillegg er sorten også herbicidresistent. Såkalte F1hybridsorter gir ofte større og mere ensartede avlinger enn andre typer sorter. I mange plantearter, f.eks. mais, kan slike lages ved å nytte naturlige sterilitetsgener. I arter hvor dette er vanskelig, kan genmodifisert hansterilitet få meget stor betydning, og føre til helt nye muligheter i foredlingen av slike arter.

### **Feltforsøk med genmodifiserte planter globalt**

Jeg skal forsøke å gi en oversikt over feltforsøk med genmodifiserte planter. Det er forholdsvis lett å få tak i oppdaterte tall for forsøk som utføres fra USA fordi alle opplysningene legges kontinuerlig ut på Internet. Det er langt vanskeligere å oppdaterte data fra Europa. De tallene jeg vil referere til her, stammer fra en database som heter GiBIP, og som er en base som den bioteknologiske industrien selv har startet.

Denne databasen er den mest oppdaterte samlede oversikt over virksomheten globalt innen dette feltet (*se Ahl Goy og Duesing 1995*). Når det gjelder det eksakte antallet forsøk som er gjennomført, kan disse tallene ofte sprike fordi ulike myndigheter har ulike definisjoner av hva et feltforsøk er for noe. Som regel gjennomføres testing av en gitt genmodifisert sort på mange steder i ett eller flere land samtidig. Noen regner hver testing på et sted som en utsetting, mens andre bare regner hver kombinasjon av gener/sorter som en utsetting, uansett hvor mange feltforsøk som utføres. Databasen GiBIP beregner utsetninger på denne siste måten. I følge denne databasen var det til og med 1993 utført i alt 1.025 utsetninger av transgene planter i verden, fordelt med 517 utsetninger i NordAmerika, 391 i EU/EFTAområdet, 59 i Mellom og SørAmerika og 48 i Asia. Unntatt i Asia, står private selskaper for 7080% av disse forsøkene, mens dette forholdet er motsatt i Asia. Den største andelen utsetninger utført av offentlige institusjoner, vesentlig universiteter, er i NordAmerika med 28% av utsettingene.

Ser vi nærmere på utviklingen over tid så ble det utført omlag samme antall forsøk i EU/EFTA som i NordAmerika fram til 1990 (ca. 60 forsøk på hver). Etter den tid har det vært en betydelig større økning i antall forsøk i NordAmerika enn i Europa. Denne endringen henger sammen med innføring av *EUdirektiv 90/220* som regulerer utsetting av genmodifiserte organismer, som i praksis har gjort det vanskeligere å få utføre feltforsøk med transgene planter i Europa sammenliknet med i NordAmerika. Ser vi nærmere på hvordan utsettingene fordeler seg på arter, ser vi at oljeraps, mais, potet, tomat og tobakk er de artene som har vært satt ut flest ganger. Figuren viser at antall forsøk med mais har hatt en meget sterk økning etter 1990, mens antall forsøk i arter som tobakk og tomat, som var noen av de første artene som ble testet, har stagnert. Svært mange av forsøkene med oljeraps er utført i Canada, hvor denne arten er en svært viktig jordbruksvekst.

Hvordan er utviklingen når det gjelder egenskaper som testes i feltforsøk? Ofte hører vi at bioteknologien kritiseres fordi det bare er herbicidresistens som utprøves, og at dette viser at det er de store plantevernfirmene som vil selge enda mer herbicider. Det er riktig at herbicidresistens er den egenskapen som er testet mest i feltforsøk. Dette holder på å endre seg, og utprøving av



herbicidresistens relativt sett avtar, mens andre anvendelser som endring i kvalitetsegenskaper er økt sakte, men sikkert. Denne trenden er enda klarere i 1994 og 95. Som vi har vært inne på tidligere vil herbicidresistens fortsatt telle med i svært mange utsettinger, selv om det er andre egenskaper en først og fremst er ute etter å teste, fordi den har vært benyttet som seleksjonsmarkør. Fram til 1994 har det vært testet tilsammen 200 unike kombinasjoner av gen og art/sort, og utviklingen har vært tilnærmet rettlinjert hele tiden. Hvis vi predikerer på basis av denne utviklingen vil det i år 2000 ha vært testet i alt 400 kombinasjoner. Man regner med at i år 5005 vil omlag 40 slike kombinasjoner være markedsført og tilgjengelige i markedet som produkter.

### **Feltforsøk og markedsføring av genmodifiserte planter i USA**

Ser vi nærmere på utviklingen i USA, som er interessant fordi de leder an i den bioteknologiske industriutviklingen, så er det fra 1987 til og med 1993 utført i alt 1.590 feltforsøk på i alt 6.133 lokaliteter (*feltforsøk er her definert annerledes enn i GiBIP databasen*). I 1993 ble det innført en forenklet søknadsprosedyre for de artene hvor man hadde størst erfaring med utsetting, dvs. tomat, potet, soyabønne, mais, tobakk og bomull. For disse artene har APHIS, den kompetente myndigheten for regulering av feltforsøk med transgene planter i USA, bestemt at det kan utføres forsøk med transgene planter uten noen forutgående risikoanalyse.

Det skal fortsatt sendes melding om at forsøk gjennomføres. I 1994 og 95 ble det utført 932 feltforsøk i USA, ved i alt 4.597 lokaliteter. Av disse forsøkene ble hele 833 utført etter forenklet søknadsprosedyre. Tallene viser at utviklingen de siste to årene har eksplodert. Så langt har det vært felttestet transgene planter av i alt 39 ulike plantearter. Nye arter som ble satt i feltforsøk for første gang i 94/95 var bl.a. bygg, gulrot, ert, jordbær og hvete. Dette er arter som har langt større betydning for Norge enn mange av de artene som har vært prøvd ut tidligere. Dette betyr at teknologien er på vei til å etablere seg som en generell metode i planteforedling. I løpet av en 510 årsperiode må vi regne med å stå overfor valg om å nytte den i praktisk foredling av viktige arter som dekker store arealer i Norge også.

I USA er det nå en rekke sorter som er markedsført og ikke lenger regulert som et genmodifisert produkt av reguleringsmyndighetene. Disse er:

- Art (Selskap)  
*Modifikasjon*
- Oljeraps (Calgene)  
*Oljesammensetning (laurate)*
- Squash (Asgrow Seeds)  
*VR*
- Potet (Monsanto)  
*IR (Coloradobille)*
- Soyabønne (Monsanto)  
*HR (glyfosat)*
- Tomat (Calgene, DNA Plant Tech., Zeneca)  
*Forlengt holdbarhet*
- Mais (Ciba Seeds, Monsanto)  
*IR*
- Agrevo  
*HR (glufosinat)*
- Bomull (Monsanto)  
*HR (glyfosat)*
- Bomull (Monsanto)  
*IR*
- Calgene  
*HR (bromoxynil)*

*VR=virusresistens, IR=insektresistens, HR=herbicidresistens.*

Den endelige godkjenningen av disse sortene er gjort av FDA (Federal Drug Administration), og sortene kan dyrkes og brukes som vanlige sorter.

### **Feltforsøk og markedsføring av genmodifiserte planter i Europa**

Det har vært betydelig vanskeligere å få ut informasjon om utviklingen i Europa, fordi det ikke finnes noen sentral database i EU som er operativ. Tar vi for oss antallet SNIFer under artikkel 9 i *direktiv 90/220/EEC*, dvs. *Summary Notification Information Formats*, som sendes rundt til alle EU og EFTAland som en varsel om feltforsøk som settes i gang, så var det inntil februar 1995 kommet i alt 341 slike.

Etter februar og fram til nå har DN mottatt hele 120, noe som viser at virksomheten også i Europa øker kraftig. Antallet forsøk fordeler seg mellom Frankrike (98), Belgia (59), Storbritannia (54), Holland (51), Italia (27), Spania (18), Tyskland (16), Danmark (14) og Portugal (4).

Føgende transgene plantesorter eller planteprodukter er det søkt om markedsføring av i Europa:

Tobakk (hansterilitet og herbicidresistens), mais (insekt og herbicidresistens), sikori (hansterilitet og herbicidresistens), soyabønne (herbicidresistens) og oljeraps (hansterilitet og herbicidresistens). For soyabønne er det bare søkt om markedsføring av et produkt, dvs. soyamel.

For oljeraps er det søkt om markedsføring av den samme sorten to ganger, først som produkt og senere for vanlig dyrking. Den transgene oljerapsen ble godkjent for dyrking av EU i mars 1995, og det fortsatt ikke avgjort hvordan Norge skal stille seg til denne oljerapsen. Blir den godkjent under EØSavtalen kan den markedsføres hos oss, og dette kan bare hindres ved å forby produktet etter genteknologiloven.

### **Fremtidig utvikling**

Faktisk må man innrømme at utviklingen når det gjelder anvendelse av genteknologi i planter har gått meget raskt. Det er ikke mere enn knapt ti år siden at den første effektive vektoren, det såkalte "disarmed" Tiplasmid fra *Agrobacterium tumefaciens*, ble konstruert. Utviklingen av sorter fram til markedsføring har i mange tilfeller gått raskere enn tradisjonell planteforedling, hvor man må regne med 1015 år fra arbeidet starter til sorten er på markedet.

Transformasjon vil likevel ikke gjøre tradisjonell planteforedling overflødig, men vil bli en av teknikkene som kan benyttes sammen med andre. Vanlig kryssing og seleksjon vil fortsatt være nødvendig for å skape gode utgangsmaterialer for transformasjon.

Hva vil skje i de nærmeste fem til ti årene? Jeg tror at *kvalitet i vid forstand*, og særlig teknologisk kvalitet, vil være en av hovedanvendelsene av genteknologi. Eksempler her er endring av fettsyresammensetning i oljeraps som kan få stor industriell betydning, og skape helt nye markedsmuligheter for planteprodukter.

I den industrielle verden har vi overskudd av planteprodukter, slik at økte avlinger ikke vil ha høy prioritet. Økte og kvalitetsmessig bedre avlinger kan imidlertid skapes indirekte gjennom bedre kvalitet, f.eks. på grunn av sykdomsresistens. Økte avlinger vil ha stor prioritet for mange utviklingsland som i dag produserer for lite for å holde tritt med en stadig voksende befolkning. Når det gjelder egenskaper tror jeg vi vil se gjennombrudd innen området *sopp og bakterieresistens*, skadeorganismer som i dag er årsak til store avlingstap.

Det isoleres etterhvert en rekke såkalte vevsspesifikke promotorer. Disse sørger for at bestemte gener bare uttrykkes i bestemte vev, eventuelt i bestemte utviklingsstadier. *Vevsspesifikk ekspresjon* ved hjelp av slike promotorer vil bli brukt i større grad, og vil bidra til økt sikkerhet ved genmodifikasjon. Jeg tror vi vil se en nedgang i bruken av *herbicid* og *antibiotikaresistens*. I den soyabønningen med glyfosatresistens som nå er søkt markedsført i Europa er f.eks. kanamycinresistensen fjernet ved vanlig kryssing og utvalgt etter transformasjon.

Teknisk sett er derfor mulig å fjerne slike gener, i alle fall i frøformerte vekster. En rekke *plantegener* vil bli isolert og klonet i de nærmeste årene, og vi vil se en økt bruk at gener fra planter i transformasjon av planter. Dette vil føre til at transgene planter lettere vil bli akseptert av allmenheten. Når det gjelder å manipulere *multiple gener* er det langt fram, og vi vil nok i lang tid se at det er enkeltgener som blir gjenstand for genmodifikasjon. Mange egenskaper som f.eks. frosttoleranse og tilpasning til ekstreme klimaforhold, styres av mange gener. Forskningen viser imidlertid at det bak slike egenskaper ligger enkelte hovedgener med stor virkning på egenskapen. Slike gener vil bli identifisert og nyttet i transformasjon.

Jeg vil trekke fram et eksempel fra forskningen som pågår i dag, som kommer til å få enorm betydning for antall gener som vil bli isolert og være tilgjengelig for transformasjon i nær fremtid. Denne forskningen kalles *\_comparative genetics*, og bygger på såkalt sammenliknende genkartlegging. Genkartlegging ved hjelp av DNAMarkører har vist at innenfor blokker av kromosomene, så er DNA organisert i identisk rekkefølge i vidt forskjellige arter. Artene ser ut til å skille seg fra hverandre i organiseringen av kromosomblokkene innenfor kromosomene. Man har allerede funnet ut hvordan sammensetningen av kromosomene til mange av artene i grasfamilien, som omfatter verdens viktigste matarter som hvete, mais, ris etc., er i forhold til hverandre.

Denne informasjonen gjør at man kan isolere gener ved hjelp av såkalt *kartbasert kloning* i modellarter som har små kromosomer, f.eks. ris, og ut fra plasseringen av genet i modellarten kan man forutsi hvor genet finnes i andre viktige arter. Genet kan dermed isoleres i den arten man arbeider med på bakgrunn kunnskap om dens plassering i modellarten. Dette vil føre til at kjennskapet til aktive gener vil øke eksponensielt i årene som kommer, fordi forskningsinnsatsen i modellarter som ris og *Arabidopsis* vil kunne utnyttes i svært mange arter.

### **Litteratur**

Ahl Goy, P. og Duesing, J. 1995. *From pots to plots: Genetically modified plants on trial.* *Bio/Technology* **13**:454458.

## **Bruk / utsetting av genmodifiserte kulturvekster**

### **- Spredningsrisiko og økologisk risiko**

Professor Inger Nordal, Universitetet i Oslo.

*“... ignorance rather than knowledge characterizes our times, and maintaining an ignorance about our ignorance is a central taboo of the technocratic culture” (Ravetz 1988)*

Temaet kan stikkordsmessig belyses under fem hovedpunkter:

### **Genflyt (“vertikal”) til ville slektninger**

Et minimumskrav ved utsetting av genmodifiserte planter (GMP) må være at arten ikke har ville kompatible (ikke krysningsbarrierer) slektninger i nordisk flora. Kunnskapen om krysningsbarrierer i villfloraen er meget dårlig. En NLH-rapport fra 1993 slår f.eks. fast at raps ikke kan krysse seg med det vidt utbredte ugraset åkerkål (*Brassica campestris*). I 1994 viste en dansk gruppe at de to artene i stor grad krysser seg i naturen, og at det ikke byr på problem å overføre et innsatt fremmedgen i hybridene. Det har ofte vært slått fast at våre kulturplanter ikke har ville slektninger. Det er galt: Av de dyrkede artene har mer enn 50% ville slektninger. Hannsterilitet er ingen garanti for å hindre genspredning: Generell biologisk kunnskap tilsier at mutasjoner for hannsterilitet er reversible.

### **Genflyt (“horisontal”) til ubeslektede organismer**

Vi vet enda mindre om mulig “horisontal” genflyt: dvs. det fenomen at gener kan overføres mellom ubeslektede organismer ved hjelp av virus eller virusliknende “organismer” (plasmider). Horisontal genoverføring er det vanskelig å forske på, og derfor ser genetikerne ofte helt bort fra fenomenet i forbindelse med utsetting av genmodifiserte planter. Det finnes imidlertid mange eksempler på gensekvenser som bare kan tenkes innkommet i en organisme “horisontalt” (eks. Leghemoglobin i knollene til nitrogenfikserende erteplanter/ hemoglobin hos pattedyr og spesielle DNA-sekvenser i tobakkplanten, tilsvarende i *Agrobacterium*).

Desto mer DNA som etterhvert er blitt sekvensert, desto fler eksempler på horisontal overføring dukker opp. Blant pestbakteriens gener har man funnet tre som den trolig har skaffet seg horisontalt ved “gentyveri”, og derigjennom styrket sin egen stilling i det evolusjonære lotteriet, ved å styrke evnen til å invadere andre celler. Ny molekylær forskning har vist oss at mikroorganismer kan ta opp “nakent DNA” fra jord og vann. Hvor “løst” sitter et nyinnplantet gen i en genmanipulert plante? Og hvor kan det senere havne, hvis et virus eller plasmid får tak i det?

## **Genmodifikasjoner og forutsigbarhet**

Et av de områdene hvor biologisk kunnskap er dårligst gjelder sammenhengen mellom genotype og fenotype (f.eks. epistasis, pleiotropi og posisjonseffekt). Det eneste norske forsøket med utsetting av genmanipulerte planter gir ett av mange eksempler:

Ulike potetsorter med et innsatt markør-gen ble i 1992 utsatt ved Kvithammar forskningssatsjon i Trøndelag. En av sortene fikk en signifikant endring av tørråteresistens, en egenskap som ikke kunne forutsies og som i ettertid heller ikke er forstått i lys av karkteren av markør-genet. Det gjettes på at en posisjonseffekt har vært involvert.

Et annet eksempel, i Tyskland satte forskerne inn et maisgen i en Petuniaplante. Etter en hetebølge ble plantene hvite samtidig med at de ble større og motstandsdyktig mot sopp! Forskerne trodde de skjønnte sammenhengen mellom genotype og fenotype etter laboratorietestene. En uforutsett hetebølge rev grunnen vekk fra forutsigbarheten.

### **Genmodifiserte planter (GMP) og “plantevern”**

Det er et faktum at forskning innen genteknologi i landbruket i dag i stor grad er finansiert av de store kjemikaliegiganter: Herbicidsykdoms og insektresistens utgjør nær 90% av alle utsettinger. Det er sikkert ikke tilfeldig at den første søknad Norge har mottatt om markedsføring av en genmodifisert organisme, dreier seg om en sprøytemiddelresistent plante (raps). Det er rimelig å frykte en fremtidig omsetning av sprøytemiddelresistente kulturvekster og økt bruk av sprøytemiddel.

Når det gjelder insektresistens og sykdomsresistens, er det åpenbart at gener på avveie raskt og fundamentalt ville kunne endre naturlige finstemte økologiske balanser. Spesifikke Bttoksiner innsatt i planter, kan f.eks. tenkes å mutere til å utvide repertoaret til de andre insektene naturen ikke kan klare seg uten. Alternativt er det mulighet for at skadeinsektet utvikler resistens.

### **Hva betyr “biologisk risikoanalyse”**

I en rapport fra Direktoratet for Naturforvaltning (1991) er følgende nøkternt formulert:

*“Det vil være en omfattende oppgave å dokumentere miljøeffektene av utsetting av genmodifiserte organismer, og (nesten) umulig å forutsi dem”.*

Ingenting er skjedd siden 1991 som gjør dette utsagnet mindre sant i dag. Verdens beste ekspertise innen risikovurdering (nedfelt i den såkalte Rasmussenrapporten) uttalte seg i sin tid om sannsynligheten for kjernekraftulykker i USA: en rekke konkretiserte ulykkesscenarier ble vurdert til nær null. I løpet av det første året etter at rapporten ble publisert, forekom tre ulykker og nestenulykker hvorav “Threemile Island” er den mest kjente.

Rasmussenrapporten (feil)vurderte sikkerhet i forhold til *fysikalske* systemer, som har en meget større grad av predikativitet enn *biologiske*. Erfaringen bør mane til ydmykhet. Naturen er så kompleks at selv små endringer fra menneskehånd kan fremkalle uventete og dramatiske responser i naturen.

### **Min påstand er:**

Biologisk “risikoanalyse” er et begrep som i dag mangler reelt innhold. Når økologer vet så lite som de gjør om mulige miljømessige konsekvenser, bør vi legge “Føre varprinsippet” til grunn. Dette tilsier i forhold til utsettinger av GMO at vi generelt bør være meget restriktive og sannsynligvis aller helst la utsetting være.

# Bruk/utsetting av genmodifisert fisk

## Bruk / utsetting av genmodifisert fisk - Fremtidsutsikter og risikovurderinger

*Forsker Hans Bernhard Bentsen, Akvaforsk*

Når det gjelder fisk brukes ofte begrepet utsetting om kultiveringstiltak i naturen, men jeg antar at det er akvakultur, eller fiskeoppdrett, man har tenkt på i denne forbindelse. Som en bakgrunn for denne diskusjonen er det nødvendig å se nærmere på utviklingen av den norske akvakulturnæringen og spekulere på hva som kan komme til å skje i fremtiden.

Oppdrettsnæringen er ung. De første spedede forsøk på oppdrett skjedde i slutten av sekstitallet. Det så ut som produksjonen gikk i takt på begynnelsen i 1990-tallet. Det viste seg å være et midlertidig fenomen og utviklingen har skutt fart igjen. I år (1995) vil det sannsynligvis bli produsert over 250.000 tonn laks i Norge. Denne veksten vil antagelig fortsette på sikt, altså en bratt økning i akvakulturproduksjonen, og det blir kanskje oppdrett av flere arter enn laks og ørret.

### Akvakulturproduksjonens betydning

Hva akvakulturproduksjonen betyr i dag kan illustreres med følgende tall: I 1994 var den norske produksjonen av laks like stor som kjøttproduksjonen fra gris, storfe, fjørfe, sau og gjeit tilsammen. Det er snakk om ca. 15.000 arbeidsplasser som hovedsakelig er lokalisert i næringssvake kystområder. Vi snakker om en næring hvor nesten all produksjon selges på verdensmarkedet, en næring hvor konkurransen fra produsenter i andre land vil være helt avgjørende for hva som vil skje med næringen i Norge.

Det betyr at det som skjer med opinionen og lovverket i forhold til genmanipulert oppdrettsfisk i andre land vil få direkte betydning for norsk oppdrettsnæring. Det kan bli politisk umulig å pålegge den norske oppdrettsnæringen restriksjoner som fører til at den blir utkonkurrert.

Det har vært gjort en rekke forsøk på å genmodifisere husdyr, men genmodifisering av husdyr for kommersiell matproduksjon har til nå vist seg å være lite vellykket. Forsøkene med genmodifisering av fisk har vist at fisk antageligvis er mer tolerant for manipulering med genmaterialet enn andre høyerestående dyr. Fisk kan skifte kjønn og da ikke bare kosmestisk, men hanfisk kan bli hunnfisk som produserer egg som kan befruktes. Hunnfisk kan bli hanfisk som produserer befruktningsdyktige sædceller. Artskryssninger er ikke uvanlige hos fisk. Fordobling av antallet sett med arvestoff er heller ikke uvanlig. Kloning kan skje. Dette er noe som ikke skjer hos høyerestående dyr.

### Aktuelle teknikker

Genmodifisering kan omfatte en rekke ulike teknikker, men jeg vil konsentrere meg om to teknikker som er aktuelle eller kan bli aktuelle i norsk akvakultur: Den første er triploid hunnfisk og den andre er genoverføring.

Triploid hunnfisk er fisk som har *tre* sett med arvestoff. Alle dyr inkludert oss selv har normalt *to* sett med arvestoff, ett sett fra hver av våre foreldre. Det har vist seg å være forholdsvis enkelt å fremstille fisk med tre sett med arvestoff, to sett fra moren og et sett fra faren. Et mildt temperatursjokk på nybefruktede egg er tilstrekkelig for å få til dette og kostnadene er svært lave. På denne måten kan man faktisk masseprodusere triploid fisk. For 15 år siden utviklet Akvaforsk en teknikk i kommersiell skala for å produsere triploid hunnfisk. Den triploide hunnfisken er steril.

Det at fisken blir kjønnsmoden, før den når markedsstørrelse, har vært et problem i produksjonen av laks og ørret. Kjønnsmodningen fører til en sterk kvalitetsforringelse og etter hvert vil fisken dø. Det betyr at stor frekvens av tidlig kjønnsmodning vil gi store økonomiske tap. Teknikken ble derfor lansert for oppdrettsnæringen for å unngå tidlig kjønnsmodning.

Norsk oppdrettsnæring valgte å ikke ta i bruk teknikken. Den er imidlertid tatt i bruk i andre land. En del av den ørreten som produseres i andre land er steril triploid hunnfisk, uten at markedet reagerer spesielt på det. I Norge valgte man andre strategier for å prøve og forsinke kjønnsmodningen. Gjennom vanlig avlsarbeid har man arbeidet med å forsinke kjønnsmodningen og til en viss grad med suksess. Avlsarbeid og andre tiltak for å øke tilveksten, slik at fisken når markedstørrelse før den blir kjønnsmoden, er en anen måte å oppnå det samme på.

### **Rømningsproblemer**

Steril triploid fisk er også foreslått brukt for å unngå uheldige effekter av rømming fra oppdrettsanleggene. Når oppdrettsfisk rømmer har man vært bekymret for at den skal parre seg med villfisken i elvene. Det har derfor vært foreslått at all oppdrettsfisk skal være steril triploid hunnfisk. Dette ville være en effektiv metode for å hindre spredning av genmateriale fra oppdrettsfisken til villstammer.

For ti år siden utførte Akvaforsk forsøk for å se på tilveksten hos triploid hunnfisk. Den ble ganske riktig ikke kjønnsmoden. Det som skjedde var at den fortsatte som evige tenåringer, også når det gjaldt tilveksten. Den sluttet ikke å vokse og den døde ikke. Kjønnsmodningen for laks er tydeligvis den naturlige måten å dø på. Etter noen år nærmet enkelte fisk seg en kroppsvekt på 30 kg uten å vise tegn til å slutte å vokse, og vi måtte slå dem ihjel. Det sier seg selv at dette sannsynligvis ikke vil være noe miljøvennlig mottiltak mot effekten av rømt oppdrettsfisk, dvs. at all den rømte oppdrettsfisken vil streife rundt i kystnære farvann som evige, forvokste tenåringer uten å dø pga. naturlig kjønnsmodning.

Den andre teknikken som norsk oppdrettsnæring sannsynligvis må ta stilling til i nær fremtid er, genoverføring eller transgen oppdrettsfisk. Oppdrettsforskningen kan ikke legge fram skrytelister som ligner på de som planteforskerne kan vise til. Det er lenge siden man viste at det var mulig å overføre fremmed arvestoff til en befruktet eggcelle hos laks. De første forsøkene ble faktisk gjort av norske forskere for ca. ti år siden.

Når man først har fått inkorporert nytt arvestoff i en fisk, så kan transgen fisk masseproduseres til lave kostnader. Dette på grunn av at fisk har svært høy fruktbarhet, f.eks. kan laks produsere ti tusen egg pr. hunnfisk. Det skal ikke mange generasjoner til før noen få transgene stamfisk kan forsyne hele oppdrettsnæringen med smolt. En av årsakene til at oppdrettsforskere ikke har en lang skryteliste, er at aktuelle gener /arvestoff må isoleres først. Det fleste forsøkene med transgen fisk har derfor konsentrert seg om overføring av gener for veksthormon.

### **Hva har man sett i forsøkene med overføring av gener for veksthormon hos fisk?**

Det er blitt gjort forsøk i Canada bl.a. med overføring av veksthormon fra en Stillehavslaksart til en annen, der man samtidig har overført en promotor, en bryter eller reguleringsfrekvens, som ikke hører til veksthormongen, men som opprinnelig tilhører et annet gen. Dette gjør at genet virker sterkere. I disse forsøkene har man observert i hvert fall en fire til seks ganger normal tillvekst. I noen av forsøkene vokser den transgene fisken tredve ganger så fort som kontrollfisken. Det er imidlertid grunn til å sette spørsmålstejn ved dette forsøket, fordi kontrollfisken nesten ikke hadde vokst. Men jeg tror vi må innse det vil komme transgen fisk som vokser raskere enn normalfisk. Det behøver ikke en gang å være artsfremmed veksthormon. Det kan være fiskens eget veksthormon med en promotor som gjør at det produseres mer veksthormon og mer kontinuerlig. Foreløpig vet vi veldig lite om hvor egnet denne fisken er for oppdrett og hva slags effekter en slik tilvekst har på andre egenskaper som for eksempel overlevelse, kvalitet på produkt osv.

Det er likevel nærliggende å tenke seg at en flerdobling av veksthastigheten vil føre til så store effektivitetsgevinster at norsk oppdrettsnæring vil bli stilt overfor et valg: Enten å ta i bruk transgen oppdrettsfisk dersom lovverk og opinion i noen av landene vi konkurrerer med åpner for dette, eller å akseptere en nedbygging av den norske oppdrettsnæringen.

Ved en nærmere analyse av de økonomiske effektene av å øke veksthastigheten, er denne konklusjonen ikke så entydig som man kan tro. Førkostnadene vil kunne reduseres noe ved at fisken trenger mindre vedlikeholdsfôr (kortere produksjonstid) for å nå markedsstørrelse. Men siden mesteparten av fôret til fisk (ca 80 %) går med til å bygge opp tilvekst, og siden transgen fisk neppe trenger mindre fôr for å vokse en kilo, vil denne innsparingen bli forholdsvis liten. Arbeidskostnadene vil heller ikke påvirkes nevneverdig.

### **Fordoblet vekst**

Dersom veksthastigheten fordobles, betyr dette at man ved en gitt anleggskapasitet må sette ut dobbelt så mye smolt, fore ut nesten dobbelt så mye fôr, slakte dobbelt så mange fisk osv. Det som vil kunne bety en del, vil antagelig være reduserte anleggskostnader. I et og samme anlegg vil man kunne produsere et meget større antall fisk pr. år. Totalt vil likevel besparelsene bli forholdsvis små ved å øke tilveksten mer enn to til tre ganger (se Figur 2.). Dersom transgen fisk skulle vise seg å ha høyere dødelighet eller høyere andel med fisk med dårlig kvalitet, vil gevinsten bli ytterligere redusert. Jeg har sett bilder av transgen fisk som har vært helt normal, men jeg har også sett bilder av transgen fisk med nesten hele tilveksten i form av fettdepot i bukhalen. Jeg har også sett bilder av transgen fisk med klare ytre deformiteter som vil føre til at den ikke vil bli gradert som *superior*, verdensmarkeds-kvalitet. Sterk økning i tilveksten behøver nødvendigvis ikke å føre til like sterk økning i produktiviteten.

Så lenge genmanipuleringen med oppdrettsfisk fokuserer på veksthormoner og tilveksthastighet, vil derfor utfordringene for norsk lakseoppdrett kanskje ikke bli så dramatiske. Gjennom avlsarbeid, forbedret fôr, vaksiner og bedre produksjonsrutiner er tilveksten i norsk fiskeoppdrett allerede vesentlig bedre enn hos de fleste konkurrentene. Norsk oppdrettsnæring har dermed allerede tatt ut en god del av den effektiviseringsgevinsten som kan oppnås med raskere tilvekst.

I tillegg har næringen oppnådd vesentlige forbedringer gjennom redusert dødelighet, bedre kvalitet, gjennom et stadig mer allsidig avlsarbeid og stadige forbedringer av foring, stell og hygiene.

### **Fordoblet effektivitet**

Dette kan kort illustreres slik: Da oppdrettvirksomheten startet tok det ofte to og et halvt år i sjøvannsanlegg før laksen nådde markedsstørrelse. I dag når en stor del av fisken markedsstørrelse på ett år, i noen tilfeller ned i åtte måneder. Det vil si at Norge allerede har mer enn fordoblet effektiviteten i forhold til mange utenlandske konkurrenter. Nå kommer selvsagt utlandet etter når det gjelder fôr, metoder og avlsmateriale. Norsk fiskemateriale lekker ukontrollert ut av Norge og blir oppformert i utlandet. Men vi har et forsprang og hvis vi klarer å holde det hele tiden, så vil ikke en produktivitetsøkning i utlandet ramme så hardt i norsk oppdrettsnæring.

Det norske forspranget er resultatet av et kontinuerlig forsknings og utviklingsarbeid i både offentlig og privat sektor. Hvis vi nå hviler på lauvbærene, vil selvsagt utlandet ta igjen det forspranget, og det vil gjøre det mindre aktuelt å konkurrere med transgen fisk uten at vi selv blir tvunget til å følge etter. Derfor mener jeg at et handlingsalternativ for norsk oppdrettsnæring når det gjelder genmanipulert fisk, kan være å ta vare på næringens forsprang til de internasjonale konkurrentene gjennom en fortsatt sterk satsning på forskning og utvikling.

Det kan også være aktuelt med tiltak for å styrke markedets kritiske sans når det gjelder transgen fisk kontra "*naturlig*" fisk, men her snakker vi ikke om markedssegmenter. Norsk oppdrettsnæring kan ikke sikte seg inn på et markedssegment. Norsk oppdrettslaks utgjør 57 % av verdensmarkedet, dvs. at norsk oppdrettsnæring må sette standarden.

Bladet "*Norsk fiskeoppdrett*" hadde i siste nummer (august '95) fire sider om genmanipulering og fire sentrale aktører i oppdrettsnæringen var intervjuet. Alle var enige om å avvise bruk av genmanipulert laks. Dette sier noe om oppdrettsnæringens syn for øyeblikket. Jeg tror likevel at vi også er nødt til å drøfte bruk av transgen norsk laks, dersom de konkurransemessige fordelene til den norske oppdrettsnæringa skulle bli sterkt forrykket.

Spørsmålet om bruk av transgen norsk oppdrettslaks vil da melde seg med tyngde på grunn av den betydningen næringen har fått. Teknologien er der, den første transgene laksen ble produsert i Norge for ti år siden. Vi bør være forberedt på å lage transgen laks med utgangspunkt i norsk laks og ikke bli henvist til å importere fremmed, transgent fiskemateriale.

### **Miljørisiko**

Hva så med de miljømessige risikoene ved bruk av transgen oppdrettsfisk? Spørsmålet bør først og fremst vurderes av naturforvaltningsmyndighetene. Erfaringene med oppdrettsnæringa til nå fører i alle fall til en del konklusjoner. Bruk av transgen fisk i norsk lakseoppdrett må betraktes som en introduksjon i naturen.

Jeg mener at det ikke finnes noen måte å drive en næring på i den skalaen, som vi gjør med med norsk oppdrett, uten at fisken vil komme ut i naturen. Det er så og si umulig å gjøre oppdrettsanleggene hundre prosent rømmingssikre, uten at vinningen går opp i spinningen. Og bruken av steril triploid hunnfisk som ikke slutter å vokse og ikke dør ved normal alder, og som i tillegg er transgen og vokser ti ganger så fort, bør man kanskje ikke se på som en løsning.

## **Bruk / utsetting av genmodifisert fisk - Spredningsrisiko og økologisk risiko**

*Forsker Kjetil Hindar, Norsk institutt for naturforskning (NINA)*

Jeg skal ta utgangspunkt i en situasjon der norsk havbruk slik vi kjenner det i dag, går over til å bruke genmodifisert laks. Jeg skal diskutere mulige miljøeffekter ut fra bruk av to aktuelle genmodifikasjoner: økt vekst og økt kuldetoleranse.

Eksperimentene med økt vekst er basert på introduksjon av gener for laksens eget (eller andre arters) veksthormon, koblet til en sekvens som sikrer at veksthormongenet uttrykkes i fiskens lever. Disse eksperimentene har vist en sterk økning av veksthastigheten i transgene avkom, sammenliknet med ikke-transgene søsken, og viser at genmodifisert fisk har et kommersielt potensiale i fiskeoppdrett. Det er også eksperimentelt introdusert gener for kuldetoleranse fra polare fiskearter til laks. Dette kan muliggjøre ekspansjon av havbruk til områder der kaldt sjøvann er en hindring for havbruk i dag.

En detaljert forståelse av de økologiske, epidemiologiske og genetiske effektene som kan oppstå hvis det rømmer transgen laks til naturlige miljøer, krever at vi har kunnskap om selve genmodifikasjonen, om laksens biologi og om de artene laksen samspiller med i naturen. Ut fra internasjonale sjekklistor over hvilke egenskaper som skiller "lavrisiko"organismer fra "høyrisiko"organismer, er det klart at genmodifisert laks vil bli plassert blant de med høyest økologisk risiko. Dette skyldes blant annet at den genmodifiserte laksen vil sameksistere og samavle med vill laks dersom den skulle rømme, at utsettingsmiljøet (havet) har få barrierer for spredning, og at minst én av de genmodifikasjonene som det gjøres forsøk med i dag (kuldetoleranse), vil gi den genmodifiserte laksen en videre økologisk toleranse enn det den ville laksen har.

### **Erfaring fra rømning**

Det vil alltid være en formidabel oppgave å dokumentere alle de ulike miljøeffektene som kan oppstå etter utsetting eller rømming, og nesten umulig å forutsi dem. Men ved å bruke erfaringer fra tidligere fiskeutsettinger, kan vi lære en hel del. Tre viktige erfaringer om effektene av (ikkegenmodifisert) rømt og utsatt fisk på naturlige populasjoner er:

- Fiskeutsettinger har vært delaktige i 2/3 av de utdøelsene av fiskearter som er kjent fra NordAmerika.
- De genetiske effektene er ofte utforutsigbare. I noen tilfeller har den utsatte fisken ført til gjennomgripende genetiske forandringer hos villfisken, mens det i andre tilfeller ikke er påvist noen genetiske forandringer.
- I de tilfellene der det er funnet effekter på viktige økologiske egenskaper, ser disse effektene alltid ut til å være negative sammenliknet med den upåvirkede, lokale bestanden.

Rømt oppdrettslaks har de siste fem årene utgjort mellom en tredjedel og en femtedel av gytefisken i norske laksevasdrag, og i noen elver er innslaget av rømt fisk på gyteplassen mer enn 80%. Det er dokumentert at rømt oppdrettslaks kan gyte i norske elver, om enn med dårligere gytesuksess enn vill laks. Men selv der oppdrettsfisken har svært dårlig gytesuksess, kan den ha betydelige effekter på den lokale villfisken, for eksempel gjennom oppgraving av gytegroper, sykdomsintroduksjon og konkurranse om mat.

Konklusjonen på våre erfaringer med dagens havbruk, må være at vi står i fare for å få en eneste stor bastardbestand som blir mer og mer tilpasset et liv i oppdrett, og tilsvarende mindre tilpasset et liv i naturen.



Vurderinger av de økologiske og genetiske effektene av genmodifisert fisk blir i stor grad de samme som vurderingene av effektene av ikkegenmodifisert fisk. Men nye aspekter kommer i tillegg, spesielt der en genmodifisert fisk har egenskaper som ligger helt utenfor rammen av det som observeres blant ikkegenmodifiserte artsfreder. Da kan den genmodifiserte fisken spille en helt ny rolle i økosystemet. Dette kan skje både hos laks med innsatte gener for økt veksthormonproduksjon, og hos laks med økt kuldetoleranse etter innsetting av antifrysgener.

Miljøeffektene av transgen laks kan deles inn i tre typer:

1. effektene av laks med endrete egenskaper,
2. effektene av at genmodifisert laks krysser seg med vill laks, og
3. effektene av at den geografiske utbredelsen av havbruk kan endre seg som følge av at oppdrettsfisken tilføres nye egenskaper.

### **Dødelighet hos transgen fisk**

Transgen laks med innsatte veksthormongener kan få økt konkurransestyrke i elver ved at de er større enn ikke-transgene artsfreder, og også større enn ørreten, som vanligvis vokser raskere enn laks. Fisk med veksthormongener vil imidlertid også ha større appetitt enn ikke-transgen fisk. Det kan medføre at de lettere sulter i perioder med næringsmangel, som ofte oppstår på ettersommeren selv i produktive vassdrag. Effekten kan være større dødelighet blant transgen fisk enn blant ikke-transgen fisk. Den totale effekten på fiskesamfunnet i elver blir derfor avhengig av når på året, hvordan og hvor ofte den transgene fisken kommer dit.

Veksthormon spiller også en rolle i den osmoreguleringen som er nødvendig for et liv i sjøvann. Transgen smolt med veksthormongener vil kunne ha en selektiv fordel ved utvandring i sjøen, fordi de lettere kan greie overgangen til saltvann, og dermed unnsnippe høy predasjon i kystnære områder. Både økt evne til osmoregulering og økt kroppsstørrelse i forhold til vill smolt vil bidra til denne fordelene.

Mesteparten av oppdrettsfisken som rømmer i dag gjør det fra sjøanlegg. Det betyr at man også må vite noe om effektene av transgen laks i det marine miljøet. Siden laks har så høy vekstrate i sjøen, er det lite sannsynlig at den transgene fisken ville oppleve økt dødelighet på grunn av for høy appetitt i forhold til næringsgrunnlaget.

Jeg forventer derfor at den transgene fisken ville kunne få økt konkurransestyrke i forhold til vill laks i det marine miljøet. Det må imidlertid understrekes at vi vet svært lite om laksens plass i marine næringsnett, og om hva det betyr å introdusere laks med økt veksthastighet.

### **Øket kuldetoleranse**

Transgen laks med økt kuldetoleranse ville først og fremst få økt konkurransestyrke i miljøer med kaldt sjøvann i perioder av året (under 0 grader). Effektene ville bli størst på de marine fiskeartene som uttrykker antifrysgener naturlig, og på populasjoner av laks og røye i nordlige områder. Noen av de fiskeartene som uttrykker antifrysgener er kjent som byttedyr for laks i havet (sild og krøkle), og de ville bli tilgjengelige som bytte for laks i større geografiske områder og/eller i større deler av året. For andre fiskearter med antifrysgener (nordlige flyndre og torskefisk og steinbitt) gjelder den begrensningen som ble nevnt over: vi vet svært lite om deres interaksjoner med laks.

Antifrysgener ville gi en selektiv fordel for transgen laks i den nordligste delen av dagens utbredelsesområde for arten. I nordøstre Canada, der sjøtemperaturen ved smoltutvandring kan være rundt 0 grader, har laksen en ekstremt høy smoltalder og størrelse og en svært stor grad av ferskvannsstasjonære individer av begge kjønn. Det er lett å tenke seg at en transgen kuldetolerant laks i disse områdene kunne utkonkurrere villfisken, fordi den ville kunne utvandre ved en lavere smoltlengde og alder, og dermed få meget høyere reproduktiv kapasitet i løpet av en gitt tidsperiode. Likeledes kunne antifrysgener være med på å øke utbredelsesområdet til laks mot nord, og derved påvirke de røye-populasjonene som lever der som eneste fiskeart i ferskvann. Røye er mindre konkurransesterk enn laks i elver, og ville kunne bli utkonkurrert av transgen kuldetolerant laks. Den største effekten av transgen laks med antifrysgener ville etter min oppfatning være at dette ville føre til en omfattende ekspansjon av fiskeoppdrett mot nord. Mange av de nordlige fiskepopulasjonene er i dag forskånet fra effekter av akvakultur, rett og slett fordi det ikke fins sjøanlegg i nærheten. Disse populasjonene (spesielt av laks og røye) ville da kunne bli utsatt for de

samme genetiske, epidemiologiske og økologiske effektene som vi opplever langs den norske vestkysten i dag. I Norge ville dette bety at laksestammene i en elv som Tana, som kanskje huser mer enn 20% av all norsk villaks, kunne bli meget mer utsatt for påvirkning av oppdrettslaks enn de er i dag. Liknende argumenter kunne ganske sikkert føres i marken for elver i det nordlige Canada og Russland.

**Konklusjonen min blir da:**

Vi vet at dagens havbruk har negative effekter på ville fiskebestander.

Vi har grunn til å tro at de to genmodifikasjonene som ser mest aktuelle ut i dag bare vil forsterke disse negative effektene, og produksjon av slik fisk i kommersiell skala må forbys.

Den eneste grunnen til å utvikle genmodifisert laks må være at man kan produsere en genmodifisert oppdrettslaks som har en mindre miljørisiko enn dagens oppdrettslaks. Det vil si at fokus for genmodifikasjonen må være "biologisk inneslutning", som må komme i tillegg til den tekniske inneslutningen som burde vært en selvfølge i alt fiskeoppdrett.

Det fins metoder i dag som kan sikre sterilisering av fisk i stor skala. Dette ville hindre direkte genetiske effekter på villfisken dersom de rømte, men ville ikke kunne hindre andre effekter (som f.eks. sykdomsspredning og konkurranse om mat). Noen genteknologer har derfor foreslått at den transgene fisken burde ha en slags selvmordsgener, som for eksempel ble uttrykt som følge av at rømt laks ville mangle et næringsemne som ble gitt i fôret til oppdrettsfisk. Dersom dette kan kombineres med sterilisering av fisken, kunne genteknologien være med på å bidra til en situasjon for villfisken som er bedre enn den vi ser i dag. Dette krever at det fins økonomiske insentiver for å bruke genteknologi til å minimalisere miljøeffekter, og ikke bare til å forbedre produksjonsegenskaper til oppdrettsfisk.

**Videre lesning:**

*Hew, C.L. & Fletcher, G.L., ed. 1992. Transgenic fish. World Scientific Publishing, Singapore.*

*Hindar, K. 1993. Genetically engineered fish and their possible environmental impact. NINA Oppdragsmelding 215: 148.*

# Vil genteknologien fremme et bærekraftig landbruk og havbruk? - paneldebatt

## Genmodifisert kjempelaks: Økologisk sjansespill eller sportsfiskernes drøm?

*Debatten under Bioteknologinemndas åpne møte ble et veritabelt sjøslag mellom de som ser transgen kjempelaks som sportsfiskernes drøm og de som frykter genetisk utarming og økologisk ubalanse. Erik Slinde fra Havforsk var en markert forkjemper for førstnevnte synspunkt, mens Hilde Frafjord Johnson og Aina Edelmann var blant hans mest hardtslående motstandere.*

*Redigert av Nina Kraft*

Motsetningene var store og argumentene poengterte under debatten, som spente fra genmodifisert fisk til genmodifiserte planter og utsetting av genmodifiserte organismer i uland.

Først på dagsorden stod fisk:

Et hovedpoeng for Erik Slinde, som er leder for Senter for havbruk ved Havforsk, er at norsk lakseoppdrett kan "gå nedennom og hjem" i konkurransen med land som nå begynner kommersiell utvikling av transgen fisk. Slinde minnet om at det ble startet vellykkede norske forsøk med transgen laks med veksthormon allerede i 1985, men de daværende forskningsrådene sa nei til å støtte prosjektet.

Nå frykter Slinde at norske oppdrettere må kjøpe genmateriale fra andre land, hvis de ønsker å begynne med transgen fisk, eller føler seg presset til det av konkurransehensyn.

Stortingsrepresentant Hilde Frafjord Johnson var uenig i at norsk oppdrettsnærings konkurransevne står i fare. Hun minnet om at norske lakseoppdrettsnæringen har 57% av leveransene på verdensmarkedet. Det gir Norge gode muligheter til å sette markedsstandarder, mente hun.

Vi kan sette igang en omvendt hvalkampanje over hele verden, med oppdretternes hjelp, og vinne markedsandeler på det! Folk er opptatt av å få rene produkter, og det kan vi utnytte, sa Frafjord Johnson.

### Økologi og økonomi

Inger Nordahl, professor i biologi ved Universitetet i Oslo, ble sterkt provosert over Slinde økonomiske utgangspunkt. Hun minnet om at Norge har ratifisert Riokonvensjonen som forplikter oss til å ta vare på det genetiske mangfold og en bærekraftig utvikling.

Slinde mente derimot at bærekraftargumentet blir brukt selektivt, og ikke til genteknologiens fordel:

Jeg finner det underlig at for å ivareta laksen i norske elver så rotenonbehandler man elv etter elv og dreper alle dyr som bruker oksygen, for å få bort en parasitt som sikkert har like stor genetisk rett til å være her som den hellige laksen!

Ingen har betenkeligheter hver gang vi slipper ut sau, gris og storfe, som også er såkalt fremmede arter i norsk natur, sa han, og la til: Og hvorfor skulle sportsfiskere bli lei seg hvis det svømmer store fisker opp i elvene?

Slinde tilføyde at han ikke ønsket å fjerne det genetiske mangfoldet, men at han fant bekymringen for tap av genressurser overdreven. Genteknologien kan etter Slindes oppfatning gi gode muligheter til å lage basepar (genetiske komponenter) syntetisk. Han mente at den eneste forskjellen mellom genmodifiserte arter og tradisjonell planteforedling er, at det første går meget raskere.

### Mante til ydmykhet

Lederen i Norsk bonde og småbrukerlag, Aina Edelmann, var uenig. Vi har mangelfull innsikt i hvordan naturen faktisk fungerer, understreket hun.

Vi vet om en og en halv millioner arter, men sannsynligvis er det ti ganger så mange. Det kaller på en respekt for naturen og en ydmykhet som bør hindre oss fra å tukle på egen hånd. Det er riktig at det skjer meget rart i naturen, men det ser skjeddover mange år og krysningen mellom artsgrenser har

foregått mellom relativt beslektede individer. Genteknologien gjør oss i stand til å plukke gener fra fisk eller mikroorganismer og sette inn i husdyr eller omvendt, sa hun.

Veterinær Karen Johanne Baalsrud, som er medlem av Biotekologinemnda, la til at Vi lever i en tid hvor reduksjonen av arter er like stor som ved siste istid. Vi vet ikke alltid hva som foregår når vi setter fremmede gener inn i arter, men vi vet at noe skjer, fremholdt hun.

Kjetil Hindar i Norsk institutt for naturforskning (NINA) reagerte på at Slindes påstand om at man kan syntetisere gener og dermed demme opp for tap av genetiske ressurser.

Det er totalt urealistisk å bruke DNA syntesemaskiner for å ta vare på genetisk variasjon. Vi kan kanskje syntetisere et gen. Men å ta vare på genetisk variasjon er noe helt annet. Det er kombinasjoner av gener, og det er kanskje hundretusener av dem, sa han.

Per Ivar Bergan i Direktoratet fra naturforvaltning var overrasket over at Slinde, som kommer fra Havforskningsinstituttets, kunne komme med slike synspunkter. Slinde presiserte at han la frem personlige meninger ikke arbeidsstedets.

Linda Must i Dyrebeskyttelsen i Oslo mente debatantene også burde ta mer hensyn til dyrenes i dette tilfelle fiskens lidelser. Karen Johanne Baalsrud svarte at dyrevern er et viktig utfordring i dagens industrielle landbruk, men at genmodifiserte dyr er verdifulle og derfor ofte blir tatt bedre vare på enn vanlige husdyr.

### **Pinlig jordbruk og oppdrett?**

En del av debatten dreide seg om prinsippene for jordbruket generelt. Som matprodusenter for bruker vi mange ganger mer energi enn det vi produserer. Som bønder er vi ille ute å kjøre, sa Edelmann, og betegnet både norsk oppdrettsnæring og norsk landbruksnæring som "pinlig".

Utfordringene for norsk landbruk, i likhet med annet vestlig landbruk, er å bli mer miljøvennlig. Hvis genteknologien hadde vært brukt i retning av å skape et jordbruk som har større biologisk mangfold, som bruker mindre energi, som utnytter de lokale naturressursene bedre, ville jeg selvfølgelig være positiv. Men det er ikke de produktene vi får tilbud om i dag.

Hvis vi ønsket å bidra til et bærekraftig landbruk som også var et bidrag til resten av verden bør vi forsyne oss mindre i Jordens matfat ved å ta i bruk jord i Norge på en fornuftig måte. Hun minnet om at 40% av verdens matkorn går til husdyr, deriblant oppdrettsfisk.

Odd Arne Rognli mente debatten burde begrenses til følgene av genmodifiserte planter og dyr med henvisning til både Edelmann og til Inger Nordahls innlegg tidligere på møtet. Haun mente at det har liten hensikt å kritisere introduksjon av kulturplanter som har sin opprinnelse under andre himmelstrøk, fordi vi får 90% av vårt kaloriinntak dekket ved disse plantene som vi har dyrket i hundrevis av år. Rognli syntes også at det er lite fruktbart å diskutere om vi ønsker et jordbruk helt uten bruk av sprøytemidler.

Alle, inkludert store selskaper som Monsanto, ønsker å redusere bruken av sprøytemidler mest mulig, hevdet han.

### **Internasjonal industri vinner fram**

Vibeke Meyer i det danske planteforedlingsfirmaet Trifolium, opplyste at det er liten debatt om genteknologi og bærekraftig utvikling i Danmark. I vårt naboland kommer debatten først når et genmodifisert produkt når fram til forbrukeren.

Personlig mente hun imidlertid at den brede norske debatten er gunstig både for bønder og industri som ofte utnytter ressursene for dårlig. En genmodifisert plante kan lett miste sin resistens etter få år, og satsning på noen få høytstående planesorter kan gi sykdom i jorda. Men genteknologi kan også være på sin plass som når en genmodifisert plante kan føre til bruk av mindre skadelige sprøytemidler, fremholdt Meyer.

Meyer advarte imidlertid mot lover og regler som er så ressurskrevende at bare de største selskapene har råd til å følge dem opp. Det kan presse små og mellomstore bedrifter ut av konkurransen, mente hun, og brukte Monsanto som eksempel på et selskap som stadig vinner nytt terreng.

Rognli minnet om at den internasjonale giganten Monsanto brukte fire millioner dollar på å dokumentere virkninger og eventuelle skadevirkninger av sin genmodifiserte soyabønne. Hvis det skal bli standard, har mindre selskaper ingen sjanse, advarte han.

Når du bruker multinasjonale selskaper som sannhetsvitner, skremmer det meg, svarte Edelman og uttrykte sin egen holdning slik: Genteknologi i seg selv kan selvfølgelig brukes til noe positivt, men for meg forutsettes det at den er under folkelig kontroll. I dag er det de store multinasjonale selskapene som dominerer.

### **Arroganse eller mangel på solidaritet?**

Reidunn Aalen, førsteamanuensis i genetikkk ved Universitetet i Oslo og medlem av Bioteknologinemnda, bragte debatten over i et nytt spor ved å spørre om hvordan panelet stilte seg til utsetting i uland f. eks av en genmodifisert utgave av den tropiske fisken *tilapia*. Denne fisken er en stor proteinkilde i mange fattige land.

Tilapiaen er et kroneksempel på en art som er med på å rasere biologisk mangfold. I Victoriasjøen har f. eks. en rekke arter forsvunnet fordi tilapia er satt ut. Man er nå livredd for Malawisjøen som har et kjempemangfold av ferskvannsfisker. Her kan tilapiaen knekke dette mangfold om ikke lenge, mente Nordahl.

Slinde syntes derimot at genmodifisert tilapia kan være et interessant eksempel på hvordan genteknologi kan brukes til å skaffe nok protein i fattige land. Han påpekte at denne fisken er langt "nede" i næringskjeden; det er mer forsvarlig å benytte seg av slike næringskilder enn å fø opp høyerestående dyr for å bruke dem som proteinkilder, fremholdt han.

Frafjord Johnson fryktet at mange uland ikke har kompetanse nok til å vurdere alle konsekvenser av å sette ut transgene arter, og at manglende kompetanse og manglende lovgivning kan legge dem åpne for storindustriens forsøk på å bruke dem som dumpingplass for tvilsomme produkter.

Hun fikk støtte av Edelman, som opplyste at småbrukerbevegelser i Asia, Latinamerika og Europa har felles interesser mot store multinasjonale selskaper.

De opplever at det er en dumping av GMO som de ikke kan stoppe, hvor makteliten dessverre ofte har felles interesser med de store multinasjonale selskapene.

Det er en arroganse og en mangel på solidaritet å ville nekte å kunne ta i bruk en teknologi som f. eks. virusresistens og insektsresistens, for problemene deres er enorme i forhold til våre, mente derimot Odd Arne Rognli, og la til: Og spør du ulandene i dag, så vil de ha seg frabedt at de ikke kan bruke denne teknologien!

Peter Alestrøm, som er professor ved Norsk Veterinærhøgskole og medlem av den norske UNESCOkomiteen, understreket at *Agenda 21* (sluttdokumentet fra Riokonferansen om utvikling og miljø) er positiv til bærekraftig bruk av bioteknologi i landbruket. Jeg synes det er en arroganse å overse FN-ene og umedlemslands fellessyn på sin egen utvikling, sa han.

### **Greske bønder og norsk raps**

Frafjord Johnson syntes det er betenkelig at genteknologi kan brukes til å utvikle erstatninger for råvarer som uland har levert til nå, og som de er avhengig av økonomisk.

Rognli mente at den industrielle verdens forskere ikke kan bli pålagt å ta hensyn til dette. Hvis vi i Norge kan frembringe en genmodifisert raps som kan dyrkes lenger mot nord og som er økologisk ufarlig, må det være en fordel, mente Rognli.

Møteleder Kristin Aalen Hunsager minnet om at en slik soyaolje vil kunne utkonkurere f. eks. greske bønder som produserer olivenolje, og spurte Rognli om han ville ta hensyn til det.

Rognli svarte at et lite areal med eucalyptus i Brasil kan fore hele verden med papirmasse. Hva skal vi gjøre nå om vi noen år når det ikke lenger er marked for vår grantremasse fordi vi ikke kan konkurrere med eucalyptus fra Brasil? spurte han.

Dette er å snu problemstillingen på hodet. Det er faktisk ikke problemet i en verden med fem milliarder mennesker og hvor vi blir 90 millioner fler i året, at vi har for meget ressurser, innvendte Edelmann. Når den ike del av verden utvikler genteknologiske løsninger for å videreutvikle landbruket, så gjør de det for sine egen land, for der finnes det et kjøpekraftig publikum, sa Baalsrud og refererte videre fra en OECDkilde. Den konkluderer med at det potensielle bidraget som gentenkologi kan bidra med til matvaresikkerhet i uland er "trolig svært usikkert", opplyste Baalsrud.

### **Anvendt forskning og grunnforskning**

Panelet kom til slutt inn på om genteknologiloven fungerer og hvorvidt man kan skille mellom anvendt forskning og grunnforskning.

Rogni og Slinde benektet at den norske genteknologiloven er en hemsko for forskerne, Slinde tok det forbehold, at den styrer hvilke prosjekter forskerne kan gå i gang med. Mens Aina Edelmann mente loven klart setter en hemsko.

Møtelederen spurte panelets eneste stortingsrepresentant om hvorfor begrepet "bærekraft" er så dårlig definert innen genteknologidebatten. Frafjord Johnson opplyste at et mindretall på Stortinget hadde ønsket å definere bærekraft nærmere i loven, mens flertallet av ulike grunner ville la definisjonen forbli uklar.

Også debatten om grunnforskning, versus anvendt forskning, splittet panelet etter velkjente skillelinjer. Edelmann mente det må stilles langt strengere krav til anvendt forskning enn til grunnforskning, mens Slinde mente at det ikke gir mening å skille mellom grunnforskning og anvendt forskning, og understreket betydningen av fri forskning.

Frafjord Johnson fant det vanskelig å skille de to begrepene i praksis. Hun mente at den genmodifiserte, kuldetolerante ospen, som miljødepartementet har sagt ja til, "temmelig sikkert" hadde fått avslag hvis den i søknaden var blitt definert som anvendt forskning.

Konsekvensen må være at man legger bånd på noe av grunnforskningen, sa hun og møtte motbør hos Rognli, som fant kontroll av grunnforskning både betenkelig og urealistisk.