Marts 1996

Tidsskrift for LANDØKONOMI

1|96

183. ÅRGANG

Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskab

Fra redaktionen

Ved direktør *Jens Wulff*

Som det er anført under »Medlemsinformation« indbydes der til generalforsamling i Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskab torsdag den 14. marts 1996. Selskabets generalforsamling er den øverste myndighed. Det er derfor ikke mindst på generalforsamlingen, at medlemmerne kan gøre deres indflydelse gældende. Vi håber, at se mange af vore medlemmer til dette års generalforsamling, hvis dagsorden er meddelt under »Medlemsinformation«.

Samme formiddag afholder selskabet sit årsmøde, det vi traditionelt kalder »Vintermødet«. Vintermødets program er også nærmere omtalt under »Medlemsinformation«.

Den 9. november 1995 afholdt selskabets Akademiråd et seminar om »Bioteknologiens anvendelse inden for jordbruget«. På seminaret, der var velbesøgt, orienterede en række eksperter om den seneste forskning inden for området gensplejsning. Emnet er for tiden genstand for megen debat i medierne, og i Det Etiske Råd, hvor de mange muligheder og risici vurderes.

I fortsættelse af et tidligere afholdt seminar og høring om anvendelse af pesticider, afholder selskabets Akademiråd et seminar om »Vandforurening med pesticider« onsdag den 20. marts 1996 kl. 9.30–16.30 i Eigtveds Pakhus i København. Seminaret arrangeres i samarbejde med Landbrugs- og Fiskeriministeriet og Miljø- og Energiministeriet. Der henvises til særlig omtale og indbydelse på side 44.

MEDLEMSINFORMATION

Hæderspris til professor A. Neimann-Sørensen

Professor A. Neimann-Sørensen er ved den europæiske husdyrbrugskongres EAAP i Prag tildelt EAAP's højeste anerkendelse, nemlig »The Distinguished Service Award«. Som motivering for tildelingen blev især fremhævet Neimann-Sørensen's egen forskningsindsats, hans mangeårige indsats for EAAP, både i den organisatoriske ledelse og som fagligt engageret kongresmedlem, samt hans helt specielle evne til at forene forskning af høj videnskabelig kvalitet med relevans og anvendelighed i praktisk husdyrbrug.

Statuen af Edward Tesdorpf blev ved en højtidelighed den 4. januar 1996 overdraget til Frederiksberg Kommune

I forbindelse med overdragelsen talte Birthe Aasted, der er formand for Frederiksberg Kommune's Udvalg for Teknik og Miljø samt selskabets ledende præsident, godsejer Jon Krabbe, der bl. a. sagde:

»Det er med glæde, at jeg i dag på Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskabs vegne overdrager statuen af Edward Tesdorpf til Frederiksberg Kommune.

Edward Tesdorpf var en af de store banebrydende personligheder inden for dansk landbrug. Han var kun 23 år, da han gennem købet af godset Ourupgaard på Falster, lagde grunden til sin deltagelse som foregangsmand i mange af landbrugets store projekter.

Hans interesser spændte fra rådgivnings- og konsulentvirksomhed over inddæmning af store landbrugsarealer til en fremtrædende post som præsident for Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskab. En post som han bestred i 28 år i perioden 1860–1888.

Godsejer Jon Krabbe overrækker gavebrevet på statuen af Edward Tesdorpf til borgmester John Winther. Edward Tesdorpf var præsident for Landhusholdningsselskabet i perioden 1860–1888.

Ved Edward Tesdorpf's 25-års jubilæum som præsident for Landhusholdningsselskabet ønskede Tesdorpf, at festlighederne ikke kom til at dreje sig om ham alene, men snarere blev en hyldest til dansk landbrug.

Ved samme lejlighed overrakte han en gave på 10.000 kroner som startkapital til opførelse af Landhusholdningsselskabets eget hus. Resultatet blev den ejendom, som selskabet i 1933 flyttede ind i på Rolighedsvej

26, og som blev solgt til Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole i 1992.

Året før Tesdorpf døde, valgte selskabet ham til æresmedlem og fire år efter rejstes den statue i bronce, som i dag får en ny placering på Tesdorpfsvej, der er den vej på Frederiksberg, som bærer hans navn.

Jeg vil hermed overdrage selskabets gavebrev på statuen af Edward Tesdorpf til Frederiksberg Kommune ved borgmester John Winther.«

Generalforsamling i Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskab

Som meddelt i Tidsskrift for Landøkonomi nr. 4/95 indkaldes der til generalforsamling i Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskab torsdag den 14. marts 1996 kl. 14.00 på SAS Falconer Hotel, Falkoner Allé 9, 2000 Frederiksberg, med følgende dagsorden:

Dagsorden

1. Selskabets almindelige virksomhed
   1.a. Præsidiets beretning
   1.b. Jordbrugsforlaget ApS's virksomhed
   1.c. Akademirådets virksomhed
2. Regnskabet for 1995 og budget for 1997
3. Forslag til ændring af selskabets love
4. Eventuelt

Ekstraordinær generalforsamling

Med henblik på endelig vedtagelse af forslag til ændring af Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskab's love indkaldes der herved til ekstraordinær generalforsamling, torsdag den 14. marts 1996 kl. 15.00 på SAS Falconer Hotel, Falkoner Allé 9, 2000 Frederiksberg, med følgende dagsorden:

Dagsorden

1. Endelig vedtagelse af forslag til ændring af selskabets love
2. Valg til selskabets ledende organer i henhold til ændrede love
   a. valg af medlemmer til repræsentantskabet
   b. Valg af statsautoriseret revisor og valg af forenings revisorer
3. Eventuelt

Ovennævnte dagsordener erstatter tidligere indkaldelser.

Vintermøde

Selskabets Vintermøde afholdes torsdag den 14. marts 1996 kl. 9.30–12.30 på Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, auditorium 1.01, Bülowsvej 13, 1870 Fredriksberg C.

Vintermødets emne er:

»Den politiske forbruger«

Magtbalancen i fødevarekæden fra jord til bord er ved at tippe fra producenterne til forbrugerne. Den nye bevidste forbruger er ikke kun interesseret i varens kvalitet og pris, men også i hvordan den er produceret, og hvordan emballageaffaldet skal behandles.

Vi lever i en periode, hvor der er overproduktion af praktisk taget alle slags madvarer i vores del af verden. Fødevaremarkedet er købers marked, og der er benhård konkurrence blandt producenterne. De store supermarkedskæder kan i vid udstrækning diktere produktudvikling, kvalitetskrav og pris på varerne. Hvis den ene producent ikke vil levere varen, er der nok en anden, der vil. Samtidig giver den nye informationsteknologi med stregkoder, kasseterminaler,automatisk lagerstyring osv. mulighed for, at supermarkederne fra time til time kan følge med i, hvad forbrugerne foretrækker og vælger at købe - og hvad de ikke køber. På den måde

får forbrugeren stor indflydelse på supermarkedernes indkøb, og dermed på hvad og hvor meget, der skal produceres af hvem - selvom der jo nok også kan stilles spørgsmålstegn ved, hvor frit forbrugernes valg i virkeligheden er, og hvor meget det er påvirket af supermarkedernes reklame, faktiske udbud osv.

Den moderne teknologi er ikke blevet anvendt, så forbrugerne i dag er tilfredse med udviklingen. Levnedsmiddelteknologien er i højere grad blevet udviklet og anvendt på producenternes betingelser end på forbrugernes.

Dette rokkede ikke landbruget og industrien. Der blev fokuseret på teknologi, der kunne øge udbyttet og reducere omkostningerne. Det har betydet, at der i dag er problemer med de moderne produktionsmetoder i landbrug og industri.

Den nye forbruger stiller i stigende grad krav til kvalitet i bred almindelighed, dvs. også til friskhed, smag, ernæringsværdi, sikkerhed osv. Med udgangspunkt i en økologisk tankegang er der en betydelig skepsis over for nye teknologier som f.eks. konservering ved bestråling eller fremstilling af nye levnedsmidler ved gensplejsning. Nye levnedsmidler og nye levnedsmiddelteknologier vil have svært ved at slå igennem på markedet, fordi den bevidste og toneangivende forbruger vil lægge vægt på andre kvalitetsegenskaber. Det vil typisk være friske varer i stedet for langtidsholdbare, og man vil lægge vægt på sikkerhed, sundhed og smag.

Den politiske forbruger har ifølge sagens natur heller ikke den store tillid til politikernes og de offentlige myndigheders evne til at regulere levnedsmiddelområdet. Det er jo netop på den baggrund, at den politiske forbruger må tage sagen i egen hånd.

Der henvises til Vintermødets program på 2. omslagsside.

Gratis adgang for alle

Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskabs sommerekskursion 1996 i dagene 10.6. og 11.6.1996

Program for ekskursionen vil blive meddelt alle selskabets medlemmer i forbindelse med udsendelse af Landbrugsårbogen omkring 1. april 1996.

Godsejer Viktor A. Goldschmidts Fond (afdeling B)

Fonden bestyres af Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskabs præsidium. Fondens midler skal bl.a. anvendes til forsøg og undersøgelser vedrørende bekæmpelse af sygdomme hos dyr.

Legatportionerne, der er strengt personlige, kan tildeles for et tidsrum af indtil tre år. Beløbenes størrelse fastsættes i hvert enkelt tilfælde af fondsbestyrelsen.

Ansøgninger bilagt udførlige oplysninger om, til hvilket formål og på hvilken måde, beløbet agtes anvendt, skal være indsendt til Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskab, Mariendalsvej 27, 2., 2000 Frederiksberg, *inden 1.8.1996.*

Ansøgningsskema benyttes ikke.

Landhusholdningsselskabets hædersbelønninger 1995

Medalje for lang og tro tjeneste er tildelt:

Landbrugsmedhjælper *Harry B. M. Nielsen*, »Ingerslevgård«, Ørsted.
Bestyrer *Jens Magnus Sørensen*, »Nørregaard«, Brønderslev.
Traktorfører *Ejner Andersen*, »Meilgaard«, Glesborg.
Traktorfører *Ernst Hansen*, Rosenfeldt Gods, Vordingborg.
Landbrugsmedhjælper *Jens Peder Nilsson*, »Rolfstedgård«, Ferritslev Fyn.
Traktorfører *Johannes T. Sørensen*, »Myretygegård«, Eskebjerg.
Bestyrer *Hans Haugaard*, Lekkende Gods, Mern.
Skovarbejder *Jørn Andersen*, Lekkende Gods, Mern.
Traktorfører *Hans Møller*, Jarlfonden, Ruds-Vedby.
Skovfoged *Emil Kærgaard Petersen*, Lekkende Gods, Mern
Landbrugsmedhjælper *Arne Westergaard Sørensen*, »Slivsgård«, Sommersted.
Skytte *Verner Hansen*, Lekkende Gods, Mern.
Bestyrer *Erik Bundgaard*, »Dyrehavegaard«, Mørkøv.
Fodermester *Mogens Boe*, Hårby.
Bestyrer *Gunnar Jensen*, »Vrangbæk«, Frederikshavn.
Traktorfører *Niels Otto Andersen*, »Broksø Hovedgård«, Herlufmagle.
Rugerimedhjælper *Tove Marie Espersen*, Aakirkeby.
Traktorfører *Erling Nielsen*, »Vestgården«, Vig.
Fodermester *Knud Bartholm Nielsen*, Hadsten.

Medaljen »Den Fortiente til Ære« er tildelt:

Konsulent *Andreas Jørgensen*, fhv. centerleder og æresmedlem af Hammerum Herreds Landboforening, Herning.

Fra Akademirådets seminar om

»BIOTEKNOLOGIENS ANVENDELSE INDEN FOR JORDBRUGET«

Torsdag den 9. november 1995, på Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.

Akademirådets formand, professor *Viggo Smedegaard* bød velkommen og motiverede seminaret.

Indledning

Gensplejsning af planter, dyr og mikroorganismer ved anvendelse af molekylærbiologiske teknikker har de senere år været genstand for en rivende udvikling, der er i færd med radikalt at ændre forudsætningerne for plante- og husdyrproduktionen for ikke at tale om den kemiske og farmaceutiske industri.

Herbicidresistente sukkerroer, kulturplanter med øget resistens mod sygdomme og skadedyr, tomater med øget holdbarhed, kartofler, der ikke spirer under lagring og medicin, og som er produceret med anvendelse af gensplejsede mikroorganismer, er blot enkelte eksempler på områder, hvor gensplejsede produkter allerede er, eller hurtigt er på vej til at blive en del af forbrugernes hverdag.

Overproduktion af fødevarer har dog stillet forskerne over for nye udfordinger med henblik på at udvikle planter, der snarere end egnethed til human og dyrisk ernæring, producerer råstoffer til industrielle formål.

Ved indsætning af nye arveegenskaber i planter og mikroorganismer er man i stand til at omdanne planter og mikroorganismer til kemiske fabrikker, der målrettet kan producere råstoffer til vidt forskellige formål inden for non-food industien, fx medicinalindustien, plast- og emballageindustrien etc. Megen medicin, fx insulin, produceres i stort omfang ved anvendelse af gensplejsede mikroorganismer, og det ser nu ud til, at det er lykkedes at transformere tobaksplanter med et gen, der særdeles effektivt sætter tobaksplanter i stand til at producere vaccine mod malaria.

Selv om genteknologi og genoverføring på dyr er et meget kompliceret og ressourcekrævende forskningsområde, er der også her sket afgørende fremskridt. I forbindelse med ægtransplantation kan der nu foretages kønsbestemmelse på muligt befrugtede æg, og ved gentests kan æg, som er bærere af ønskede eller uønskede arveanlæg, identificeres.

Der er fremstillet transgene køer, får og geder, som producerer mælk med værdifulde medicinske stoffer; velkendt er den hollandske tyr »Herman«, hvis døtre forventes at have et øget indhold af lactoferrin i mælken; et stof, der giver forhøjet resistens mod yverbetændelse, og som kan blive grundlag for sundhedsfremmende mælk til småbørn. Af tekniske grunde er genteknologi indenfor akvakultur særligt lovende. Det anses eksempelvis for muligt at fremstille fisk med ændret tolerance over for saltholdighed eller vandtemperatur.

Molekylærbiologiens fremmarch vil med revolutionerende styrke kunne påvirke fremtidens jordbrug/akvakultur. I hvilket omfang dette vil ske, vil imidlertid være underkastet det omgivende samfunds krav om hensyn til miljø og etiske holdninger.

De nye muligheder betragtes af nogle med bekymring og af andre med forventning. Vi håber, vi i dag kan få en status over, hvad vi kan forvente os i den nærmeste fremtid.

Symbiotisk kvælstoffiksering i planter*

Kjeld Marcker, professor ved Århus Universitet
(i uddrag ved redaktionen)

Da gensplejsningens teknologi brød igennem i begyndelsen af 70'erne tog det ikke ret lang tid før man stillede store forventninger til dens anvendelse inden for landbruget. Et interessant eksempel var, at det skulle være muligt at overføre egenskaben til biologisk nitrogenfiksering fra bælgplanter til andre planter. I dag må vi imidlertid sige, at denne optimisme er totalt forsvundet. Det er således næppe nogen særlig fremkommelig vej at tale om overførsel af disse egenskaber inden for de nærmeste 10–20 år.

Før jeg går nærmere ind på disse forhold, er det vigtigt at understrege, at når vi taler om biologisk kvælstoffiksering så tænker vi normalt på Risobium og brug af bælgplanter. Der er faktisk 10 forskellige familier som er i stand til at fiksere kvælstof i knolde. Disse familier påstås, at stå meget langt fra hinanden hvilket er en af årsagerne til, at man har sagt, at det er muligt at overføre disse egenskaber til en hvilken som helst plante.

Først vil jeg belyse Rhizobium og planteinteraktionen hvor der er sket meget de senere år.

Ved den begyndende interaktion begynder planten at udskille forskellige forbindelser af typen flavanoider der aktiverer visse gener i bakterien som derefter syntetiserer et produkt der igen reagerer med roden. Vi kender strukturen på denne forbindelse der er specifik for en given plante. De arvelige egenskaber der gør denne knolddannelse mulig er således tilstede i planten.

Når der sker en infektion, reagerer planten ved at aktivere en række gener der er specifikke for knolden. De kommer naturligvis på forskellige stadier af knoldens dannelse og funktion.

De molekylære mekanismer der er ansvarlige for aktiveringen af knoldfunktionen i bælgplanter, kan overføres, til en hvilken som helst anden bælgplante. Den genetiske planløsning er med andre ord identisk. Det må dog understreges, at det drejer sig om mange forskellige gener, kompleksiteten i dannelsen af knolden samt dens funktion er overordentlig stor. Bakterien og plantens knold er reelt et mindre økosystem der ikke er afhængig af nogle få geners virke. Så alene kompleksiteten udtrykker, at dette ikke kan lade sig gøre i simple teknologiske systemer.

Et andet område som vi for nogle år siden blev interesseret i er, om der er nogen sammenfald mellem to kendte typer af symbiose. Vi undersøgte et subtropiske træ der har knolde forsaget af bakterien Francia. Til vor forbløffelse fandt vi to typer af globiner i francia knolden. Den ene type findes udelukkende i knolden. En anden type globin findes også i knolden men er også tilstede mange andre steder i planten.

Hermed var der påvist globin typer der tidligere kun var fundet i bælgplanter. Dette globin var beslægtet med dyriske globiner. Dette synspunkt var dog ikke velkomment, idet planter og dyr antages at have divergeret for 13–14 hundrede millioner år siden. Vi fandt således et gen som utvivlsomt var det samme som det dyriske. Ud fra disse antagelser kan vi konstatere, at globin er tilstede i alle planter, antageligt som en iltbærer der fører ilt frem til metabolisk aktive celler.

---

* Indlæg ved seminaret den 9. november 1995 om »Bioteknologiens anvendelse inden for jordbruget«

De to typer af geners regulatoriske funktioner fungerer på nøjagtig samme måde når de overføres til en bælgplante. Dette sammen med mange andre undersøgelser af andre gensekvenser bringer os frem til den konklution, at alle de planter der har symbiose er meget nærmere beslægtet end man hidtil har troet. Der er 380 angiosperm familier og af disse kan kun arter fra ti familier etablere symbiose med bakterier. Som nævnt stammer disse ti familier fra en fælles forfader. Det er derfor sandsynligt, at kun disse familier har en speciel egenskab (R) der tillader en etablering af en symbiose. Denne specielle egenskab findes ikke i andre plantefamilier. Uheldigvis kender vi ikke naturen af denne specielle egenskab. Dette forhold bør opklares førend forsøg med overførsel af symbiose egenskaber til andre planter har nogen chance for at lykkes

Som afslutning vil jeg nævne, at det gennem undersøgelser af sukkerrør i Brasilien, er blevet klarlagt, at de selv klarer deres egen forsyning af kvælstof gennem endofyter. Der findes faktisk bakterier i disse sukkerrør der kan fiksere kvælstof. Dette er tilstrækkeligt til at sikre plantens kvælstofforsyning. Dette er en helt ny udvikling som måske kan overvejes i forbindelse med ris og hvede. Man kan således udskille knolddannelsen af undersøgelserne men koncentrerer sig om at få disse bakterier ind i planten og få dem til at multplisere og omgå plantens sygdomsforsvar. Dette er formentlig fremtidens vej i forskningen.

Gensplejsning i nytteplanter*

Claus Christiansen, direktør, Danisco Biotechnology A/S

(Claus Christiansen's indlæg bringes i uddrag, red.)

Mit indlæg er baseret på mange menneskers arbejde gennem de senere år. Jeg vil derfor rette en tak til dem, der har fremskaffet de resultater, som jeg vil redegøre for i mit indlæg.

Jeg vil komme ind på emner som herbicidresistens, som vi har arbejdet på i en årrække, sygdomsresistens, arbejdet med kartofler, hvor vi beskæftiger os med stivelsesindholdet, som vi gerne vil forøge og kartofler, der under opbevaringen har et lavt indhold af frit sukker, og endelig vil jeg komme ind på positiv selektion af planter, et koncept, der er udviklet af Danisco, og som vi mener, har en bred samfundsmæssig interesse.

Herbicidresistens i planter

Formålet med at fremstille herbicidresistente planter er begrundet i ønsket om at gøre det muligt at anvende kemikalier, der er mere miljøvenlige, og ønsket om at reducere mængden af kemikalier i dyrkningsfasen. Resultatet er, at man ikke udfører forebyggende sprøjtning, men alene sprøjter, når der er konstateret et behov. De miljøvenlige sprøjtemidler vi har arbejdet med, har en meget kort nedbrydningstid, hvorfor de ikke breder sig i jordlagene. Virkningsmekanismen for glyphosat (Roundup) er enzymhæmning i planten. Det er enzymer, der styrer aminosyreproduktionen i planter, der hæmmes. Bruges der tilsvarende gen, der f.eks. hentes fra bakterier, så er dette aktivt på trods af tilstedeværelsen af glyphosat, hvorfor planter med dette gen bliver resistente over for glyphosat.

Gensplejsning i nytteplanter

Herbicidresistens
Sygdomsresistens
Stivelsesindhold i kartofler
Højamylose kartofler
Lavt frit sukker i kartofler
Positiv selektion

Figur 1.

Planter (roer) resistente mod ukrudtsmidler

Formål: **At ændre dyrkningspraksis så kemikalieforbruget kan ændres i favorabel retning**

Resultat: **Ingen forebyggende sprøjtning**
Kun sprøjtning 1–2 gange i væksten med et miljøacceptabelt sprøjtemiddel (lille mængde, - nedbrydes hurtigt, - går ikke til grundvand)

Figur 2

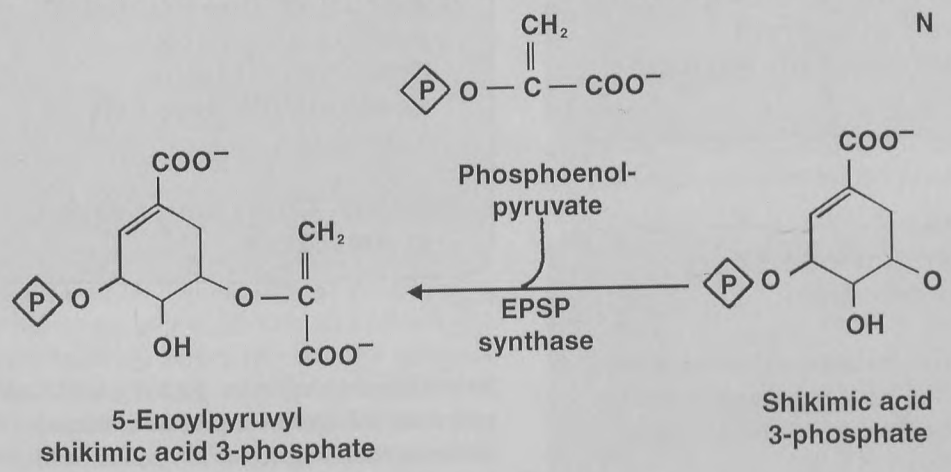
Man taler meget om, at anvendelse af glyphosatresistente afgrøder fører til yderligere sprøjtning af markerne. Forholdet er

* Indlæg ved seminaret den 9. november 1995 om »Bioteknologiens anvendelse inden for jordbruget«

Virkningsmekanisme for Roundup (glyphosat)

Roundup hæmmer EPSP synthase (5-enolpyruvyl shikimin syre 3-phosphat synthase) fra planter, men ikke det tilsvarende enzym fra bakterier.

EPSP er en nøglekomponent i biosynthesen af de aromatiske aminosyrer (thyrosin, phenylalanin og tryptofan)



Resistens mod Rroundup kan derfor tilføres planterne ved, at disse bringes til at udtrykke det bakterielle enzym i deres celler efter tilførsel af det relevante gen.

Figur 3.

imidlertid, at vi kan nøjes med en til to sprøjtninger af roer, når vi anvender de glyphosatresistente roer. Vi må således forvente, at vi får reduceret anvendelsen af sprøjtemidler, samt at de midler, der fortsat bruges, bliver mindre skadelige for miljøet, idet der er tale om et hurtigt nedbrydeligt stof, der ikke går i grundvandet.

Resistens mod plantesygdomme

De sygdomme, der er fokuseret på, er svampesygdomme, og formålet er her det samme, nemlig at reducere sprøjtning mod disse sygdomme gennem en ændret dyrkningspraksis. Fraværet af sygdomme hos planterne giver i tilgift en større produktion til glæde for landmanden.

Kartofler

I vort arbejde med kartofler har vi tre formål, nemlig at opnå et forøget stivelsesindhold, nedsætte indholdet af frit sukker, og endelig at forøge indholdet af amylose. Med de forsøg, der er gennemført, har vi indsat et planteenzymgen af samme type fra en anden art. Dette er ikke hæmmet af de fakto-

Planter (roer) resistente mod sygdomme

Formål: **at ændre dyrkningspraksis så kemikalieforbruget kan ændres i favorabel retning**

Resultat: **Ingen sprøjtning**
Større udbytte på grund af fravær af sygdom
Bedre økonomi hos landmand

Figur 4

Planter (kartofler) øget stivelsesindhold

Formål: **At øge stivelsesindholdet i færdigkogte chips og derved nedsætte fedtindholdet**

Resultat: **Mindre omkostning til chipskogning (energireduktion)**
Mindre usunde chips (functional food (erstatning af fedt med kulhydrater))

Produkt: **Chips af mere fast karakter**

Figur 5.

rer, som begrænser det oprindelige enzym. På denne måde har vi i samarbejde med en norsk forskergruppe opnået kartofler der har et rimeligt stærkt forøget stivelsesindhold. Der mangler dog stadig afprøvninger i marken for at konstatere, om effekten er konstant.

Vi ønsker også at forøge amylosekomponenten i kartoffelstivelse, idet vi på denne måde får et produkt med mere interessante

Planter (kartofler) nedsat frit sukker

Formål: **At forhindre, at en betydelig del af chipskartofler må kasseres, specielt i de sidste 4 måneder før ny høst.**

Resultat: **Mindre svind ved produktion af chips**
Bedre produktionsøkonomi/billigere pris på chips.

Produkt: **Chips som i øvrigt er uændrede.**

Figur 6.

anvendelsesmuligheder. Endelig vil vi også gerne have begrænset produktionen af frit sukker under lagring af kartofler. Dette har betydning, når kartofler skal anvendes til chips-produktion. Efter høsten vil kartoflerne under lagringen frigøre frit sukker ved omdannelsen af stivelse under indvirkning af alfa-amylase. Teknikken går ud på at søge dette enzym hæmmet. I de transgene kartofler finder vi en hæmning af alfa-amylasen. Effekten på de kartofler, der er opbevaret, er en forbedret kvalitet og forbedret anvendelse til produktion af færdige chips.

Endelig vil jeg omtale det, vi kalder et positivt selektionssystem, som Danisco har udviklet. Baggrunden har været et ønske om at erstatte den traditionelle anvendelse af kanamycin ved selektion med nogle mere acceptable stoffer. Fra miljøside er der udtrykt betænkelighed ved anvendelse af kanamycin ved selektion af planter, der skal spises. Det er præcis dette forhold, der ligger bag Danisco's ønske om udvikling af alternative metoder.

Ved den almindelige selektionsform sættes plantevæv til vækst på kanamycin. Ved denne proces vil alle de celler, der ikke er

blevet transformeret, blive dræbt af kanamycinen. De døende celler frigør toxiske substanser, som kan hæmme væksten af den transformerede celle, der jo er resistent mod kanamycin. Der ses derfor en langsom vækst ved denne selektionsprocedure.

Ved den positive selektionsprocedure bruger vi nogle stoffer, der ikke slår de ikke transformerede celler ihjel. De går ind i en ikke metoboliserende tilstand, hvor de nærmest hviler. De transformerede celler har det godt og gror langt hurtigere frem. Dette fører til hurtigere skuddannelse, dannelse af flerantalskud og dermed en mere effektiv selektion. Det hyppigst anvendte selektions markør er sukkerarten mannose.

Vi har således nu et system, hvor vi ikke alene kan komme af med antibiotikumresistensen; men vi har også et system, som har en meget højere effektivitet i selektionssammenhæng, noget der betyder meget i industrilaboratorier og i forskningslaboratorier, fordi man kan nedsætte den mængde arbejde, der skal til for at generere et bestemt antal transgene planter.

I de kommende år vil vi se en strøm af nye teknologier til gensplejsning af planter. Det må forventes, at dette fører til en massiv påvirkning i løbet af det næste årti. Det må samtidig forventes, at planteavlernes dyrkningspraksis og sortsvalg af industrielle afgrøder og de produkter, som er oparbejdet af planter, vil ændre sig radikalt.

Drøftelse

Gunner Mogensen: Jeg har bemærket, at de tokimede planter er mere resistente over for glyphosat (Roundup), end de enkimede planter. Når man anvender midlet selektivt med henblik på, at kun de ønskede planter overlever, hvad er sandsynligheder så for, at de tokimede planter udvikler en resistens mod midlet, og endelig hvor stor er risikoen for at genet spredes.

Claus Christiansen: Glyphosat har jo været anvendt i mange år uden at der endnu er fundet stammer der har udviklet resistens. Det betyder, at resistens ikke udvikles på grund-

Samlede målsætninger

1: At forbedre landbrugspraksis mod mere rationel og kvalitativt bedre produktionsform, herunder medvirke til en samlet bæredygtig udvikling i landbruget

2: At øge og forbedre udbyttet af produktionen

3: At optimere produktionsmetoder (Økonomisk og miljømæssigt)

4: At forbedre afgrøderne eller produkterne for forbrugeren
Herunder:
- **bedre diætetik**
- **bedre tilpasning til infrastrukturen i det moderne samfund**
- **året rundt forsyning med friske madvarer**
- **billigere levnedsmidler**

Figur 7.

Konklussion

- **Der er udviklet et antal anvendelser af genteknologi i planter**
- **Heraf er nogle generelt anvendelige i flere afgrøder**
- **Enkelte anvendelser er på indeværende tidspunkt sendt fra forskningslaboratorierne til planteforædlerne på vej mod kommerciel anvendelse**
- **De kommende få år vil vise en »lind strøm« af nye gensplejsede planter som tilbud til planteavlerne**
- **Der må forventes en massiv påvirkning**
  - af planteavlernes dyrkningspraksis og sortsspektrum
  - af den industrielle anvendelse af afgrøderne
  og
  - af tilbuddet til forbrugerne af produkter oparbejdet fra disse planter i det kommende årti

Figur 8.

lag af en enkelt mutation, der skal et helt nyt gen til med helt nye egenskaber. Så længe der ikke er en kilde til genet, er det ikke sandsynligt, at der udvikles resistens. Nu har vi jo netop lagt et gen ind i en plante, så vilkårene for en spredning kunne være tilstede. Erfaringerne har imidlertid vist, at gener i f.eks. raps vil blive spredt, medens nye gener i roer næppe spredes, idet roen ikke som rapsen har vilde slægtninge tæt på markerne, ligesom vi i langt mindre grad dyrker roer til blomsterstadiet.

Miljømæssig risikovurdering af genetisk modificerede planter*

Rikke Bagger Jørgensen, Afd. for Miljøforskning, Forskningscenter Risø

Genetisk modifikation og traditionel forædling

Genteknologi er en ny teknologi, der overskrider nogle grænser, som ikke kan overskrides ved den traditionelle forædling; dette bekymrer mange. De genetisk modificerede planter adskiller sig fra traditionelt forædlede planter på en række punkter: De indsatte gener kan hentes fra arter, der slet ikke er beslægtede med recipient-arten (cross kingdom, f.eks. fra bakterier) eller generne kan fremstilles ved kunstig syntese. Derved gives der mulighed for at tilføre planterne et langt bredere spektrum af egenskaber, end det tidligere har været muligt. Gensplejsning adskiller sig også ved, at der hurtigt kan indsættes nogle få fuldt funktionsdygtige gener et tilfældigt sted i plantens DNA. På grund af disse forskelle mellem traditionel forædling og gensplejsning bør vi overveje, om den ny teknologi kan få uønskede konsekvenser.

Miljømæssige risici ved genetisk modificerede planter

Hvilke effekter kan det da få på miljøet, at vi i stort omfang dyrker genetisk modificerede planter? Kan vi risikere, at planterne ved gensplejsningen får tilført nye og anderledes egenskaber; egenskaber der gør dem i stand til at påvirke naturen (f.eks. invasion af nye biotoper) og de dyrkede områder (øget fitness) på en måde og i et omfang, som vi ikke ønsker? Kan de indsplejsede gener ved krydsning spredes til andre arter - måske ukrudtsarter - der derfor kan blive vanskelige at kontrollere uden at belaste omgivelserne? Kan visse egenskaber, der overføres til vilde planter, nedsætte de vilde planters formering og overlevelse og derfor betyde tab af naturværdier? Vil en intensiv anvendelse af gensplejsede sorter betyde, at der markedsføres færre sorter end i dag? Betyder det, at variationen formindskes hos vores kulturplanter, og kan en nedsættelse af variationen gøre, at sådanne planter er dårligt rustede til at tilpasse sig et ændret miljø eller opfylde fremtidige krav om nye egenskaber? Disse spørgsmål er centrale i den miljømæssige risikoanalyse, der indgår i myndighedernes og politikernes stillingtagen til gensplejsede planter.

Præmisser for den miljømæssige risikovurdering

Før gensplejsede planter kan udsættes eller markedsføres, må man vide, om deres konkurrenceevne er øget, hvor hyppigt de indsatte gener spredes til andre arter ved krydsning, om generne nedarves og udtrykkes stabilt i den ny genetiske baggrund hvortil de overføres, og hvilken effekt genspredningen har på omgivelserne. Denne viden kræver et indgående kendskab til kulturplantens og de vilde arters genetik, og til de indsatte gener. Desuden er det en forudsætning for risikoanalysen, at have kendskab til arternes biologi, f.eks. deres forplantningssystem, deres voksesteder, hyppighed og interaktioner med miljøet f.eks. andre organismer på voksestedet - kort sagt kræves

* Indlæg ved seminaret den 9. november 1995 om »Bioteknologiens anvendelse inden for jordbruget«

basale undersøgelser af arternes populationsbiologi og analyse af deres økosystemer.

Regulering af genetisk modificerede planter

I følge »Lov om miljø og genteknologi« af 6. juni 1991 skal der foretages en vurdering af risici ved udsætning af gensplejsede planter på marken. Når et bioteknologisk firma eller en forskningsinstitution ønsker at udsætte en gensplejset plante, indsendes en ansøgning til Miljøministeriet. På grundlag af ansøgerens informationer om den gensplejsede plante, kommentarer fra et høringspanel af interesseorganisationer og øvrige EU lande samt eksisterende forskningsresultater, vurderer ministeriet risici ved den planlagte udsætning. Med denne vurdering som udgangspunkt foretager »Folketingets miljø- og planlægningsudvalg« en godkendelse eller afvisning af ansøgningen. Erfaringer fra mindre markforsøg med den gensplejsede plante kan danne baggrund for, at der søges om tilladelse til en egentlig markedsføring. En godkendelse til markedsføring følger i Danmark samme procedure som en udsætning; men da markedsføring kun kan gives for hele EU-området, er samtlige EU-medlemslande i højere grad end ved en udsætning inddraget i godkendelsen.

Raps er modelplanten

I et igangværende risikoanalyse-projekt har vi valgt raps (*Brassica napus*) som en modelart. Raps er valgt af følgende årsager: Raps er den vigtigste olieafgrøde i Europa, Canada og Japan, og gensplejsede rapssorter dyrkes allerede i Canada og forventes markedsført i Europa inden for de nærmeste år. Raps er kendt for at have nære vilde slægtninge, så nære, at de uden større vanskeligheder er blevet anvendt som genressource i den traditionelle forædling af raps. Genspredning til disse slægtninge må derfor anses for mulig. I Danmark er det især ukrudtsarten, agerkål (*B. campestris* = *B. rapa*), der p.g.a. genetisk slægtskab med raps, formodes at kunne få overført gener ved krydsninger i naturen. Raps har et kromosomtal på 2n=38, og de 20 af disse kromosomer er homologe med agerkålens 20 kromosomer (2n=20). Agerkål er et ukrudt på marker og ruderater (byggepladser, grusgrave etc.), og efter at rapsarealet er øget voldsomt i løbet af 1980'erne, er arten blevet et almindeligt ukrudt i rapsmarker. Det hænger bl.a. sammen med, at arten ikke kan sprøjtes væk i raps, mens et ukrudtsmiddel mod tokimbladet ukrudt kan fjerne den fra kornmarker.

Raps og agerkål hybridiserer spontant i marken

En forudsætning for genspredning fra raps til agerkål er, at arterne krydser i naturen, og at hybriderne er levedygtige og fertile. Forekomsten af naturlige krydsninger mellem raps og agerkål er fulgt i markforsøg - med gensplejset raps og med normal raps - og ved analyse af naturligt forekommende agerkål i rapsmarker. Vore resultater viser, at naturlige krydsninger mellem de to arter er hyppige, og at hybriderne kan forekomme i høje frekvenser (op til 93% af afkommet). Frekvensen af krydsning er afhængig af genetiske og miljømæssige faktorer (f.eks. lokalklima, jordbund og markens behandling). I marker med vinterraps, hvor agerkål var naturligt forekommende, har vi fundet fra 5–60% hybrider med agerkål som hunplante. Krydsninger mellem vårraps og agerkål var langt mindre almindelige (0–3% af afkommet). Identifikation af krydsningsplanterne bygger på et godt kendskab til genetiske markører, der kendetegner arvemassen hos raps og agerkål, og som i hybriderne forekommer sammen. Den gensplejsede raps, som vi anvendte i vores markforsøg, havde fået indsat gener, der giver tolerance overfor sprøjtning med herbicidet BASTA. BASTA

er et total-herbicid, d.v.s. alle plantearter dræbes ved sprøjtning med midlet. Hybriderne med agerkål var lige som rapsen tolerante overfor BASTA-sprøjtning, og DNA-analyser viste, at de indsatte gener var tilstede.

De indsatte gener spredes til næste generation

Blomstrende hybrider mellem raps og agerkål kan findes spontant i marken. Hybriderne har en reduceret fertilitet i sammenligning med forældrearterne; men de er alligevel i stand til at krydse sig tilbage til agerkål og få levedygtigt afkom. Blandt afkommet findes planter, der ligner agerkål forbavsende meget. De viser sig også at have 20 kromosomer, ganske som agerkål har det. Undersøger vi disse planter med genetiske markører, kan vi se, at selvom størstedelen af plantens genetiske materiale leveres af agerkål, kan gener fra raps være tilstede. Denne overførsel af rapsgener har vi verificeret i markforsøg med udsåede blandinger af hybrider og agerkål. Hybriderne var i besiddelse af et indsat gen for BASTA-tolerance nedarvet fra raps. Efter at hybriderne havde haft lejlighed til at smide frø på parcellen, blev der fundet agerkål-lignende afkomsplanter, der var tolerante overfor sprøjtning med høje koncentrationer af BASTA, og tilstedeværelsen af det indsplejsede gen kunne bekræftes ved molekylærbiologiske analyser. Fertiliteten hos nogle af disse agerkål-lignende planter var så høj, at de uden problemer kunne krydses med naturlig forekommende agerkål.

Hvilke konsekvenser får dyrkning af genetisk modificeret raps?

Resultater sandsynliggør, at gener kan spredes fra raps til agerkål ved gentagne naturlige krydsninger. Konsekvensen af en genoverførsel til agerkål vil være afhængig af karakteren af den overførte egenskab. Størstedelen af de gener, der i dag er indsat i raps ved gensplejsning, giver tolerance overfor herbicider. Den umiddelbare konsekvens af overførsel af herbicidtolerance til agerkål vil være, at arten ikke kan elimineres med det pågældende herbicid. Hvis der dyrkes rapssorter med forskellige typer af herbicidresistens, kan der på langt sigt udvikles agerkål med multi-resistens. Dette kan vanskeliggøre bekæmpelsen eller kræve anvendelse af mere miljøskadelige bekæmpelsesmidler. Da raps også selv optræder som ukrudt i den efterfølgende afgrøde, kan bekæmpelsen af ukrudts-rapsen blive tilsvarende vanskelig.

Uden for marken findes raps og agerkål kun, hvor der er vegetationsløse pletter. Arterne er ikke konkurrencedygtige i plantesamfund med anden tæt vegetation; men indsatte egenskaber, der ændrer arternes overlevelse væsentligt, vil måske tillade invasion i sådanne naturlige økosystemer. Disse egenskaber kan være tolerance overfor stress-faktorer som tørke, varme, tungmetaller, salt m.m. Popler og kartofler med indsplejset kuldetolerance har allerede været i markforsøg; poplerne havde desuden fået indført gener for bedre vækst. Effekten af en genspredning fra raps til agerkål er også afhængig af, hvor konkurrencedygtige artskrydsninger med agerkål er fra naturens hånd - altså før et transgen indkrydses. Derfor undersøger vi, i hvor høj grad planter fra artskrydsningerne er i stand til at etablere sig og danne afkom.

Danmark har foreløbig sagt nej til EU-markedsføring af den herbicidtolerante raps. Politikerne ønsker alle forhold belyst, før en markedsføring kan komme på tale. Ved en forskningsindsats kan man opnå en større biologisk viden, og man kan identificere nogle oplagte ricisi ved anvendelse af den bestemte gensplejsede plante; men det er umuligt at garantere, at der ikke optræder uønskede effekter. Selv om gen-produktet er velkendt, kan netop kombination mellem et nyt gen og en recipient-art, der har et kompliceret samspil med andre organismer få konsekvenser, som ikke kan forudsiges. Ef-

fekterne på miljøet vil måske først kunne registreres efter mange dyrkningssæsoner. Derfor vil risikoanalysen altid give »det for nærværende bedste skøn«. I øvrigt bygger den politiske risikovurdering før markedsføring af en gensplejset plante også på andre forhold end selve risikoanalysen. Risikovurderingen er en cost-benefit vurdering. Der vil indgå andre hensyn end de rent miljømæssige, f.eks. kan økonomiske eller etiske overvejelser have stor indflydelse på udfaldet.

Supplerende læsning:

Jørgensen, R. B. and B. Andersen, 1994: Spontaneous hybridization between oilseed rape (*Brassica napus*) and weedy *B. campestris (Brassicaceae)*. Amer. J. Bot. 81:1620–1626.

Frello, S., K. R. Hansen, J. Jensen and R. B. Jørgensen, 1995: Inheritance of rapeseed *(Brassica napus)* specific RAPD markers and a transgene in the cross *B. juncea* × *(B. juncea* × *B.napus)*. Theor. Appl. Genet. 91:236–241.

Jørgensen, R. B., 1995. Genspredning fra raps *(Brassica napus)* til agerkål *(B. campestris)* - et ukrudt i agro-økosystemet. In: Genetisk modificerede planter og risikovurdering. Proc. Nord-RiskGen, 21 June, 1994, Gilleleje. Nordisk Ministerråd: 28–32.

Jørgensen, R. B., 1995: Genspredning fra raps. In:Nytt liv på gammal mark. Meddelanden från Erik Philip-Sørensens Stiftelse 6 (eds. I. Frykman, G. Frankel and B. O. Bengtsson): 12–17.

Mikkelsen, T. R., J. Jensen and R. B. Jørgensen, 1995: Inheritance of oilseed rape *(Brassica napus)* RAPD markers in a backcross progeny with *Brassica campestris*. Theor. Appl. Genet. (in press).

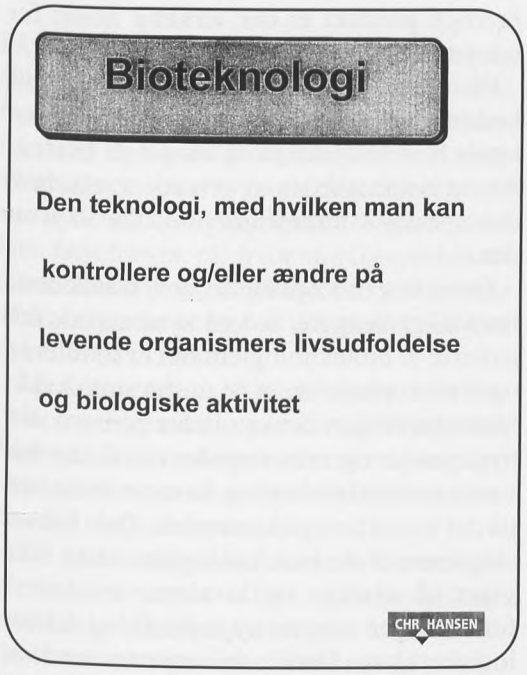
Bioteknologiens anvendelse ved fødevareproduktion*

Gunnar Mogensen, Forskningschef, Chr. Hansens Laboratorium A/S

Indledning - historisk

Biologi har altid spillet en væsentlig rolle for og i produktionen af levnedsmidler. Oprindelig var de biologiske hændelser spontane og af enten enzymatisk eller bakteriel oprindelse.

Der var stor uvidenhed på området, og de eksisterende metoder byggede på erfaringer mere end viden. Faktisk var det først i slutningen af sidste og i begyndelsen af indeværende århundrede, man begyndte at forstå de biologiske processer. Med denne forståelse opstod muligheden for at påvirke de biologiske processer og begrebet bioteknologi var opfundet.



Figur 1

Bioteknologien, som vi kender den i dag, er stort set udviklet i dette århundrede, og den moderne bioteknologi, omfattende molekylærbiologi og genmanipulering, er udviklet efter 2. verdenskrig, startende med, at Dr. Avery ved Rockefeller Instituttet i 1944 viser, at DNA strengene er bærere af de arvelige egenskaber. Se figur 1.

I perspektiv er den bioteknologiske udvikling præget af en række epokegørende iagttagelser, som man kan betegne som »milestones« i udviklingen. Se figur 2.

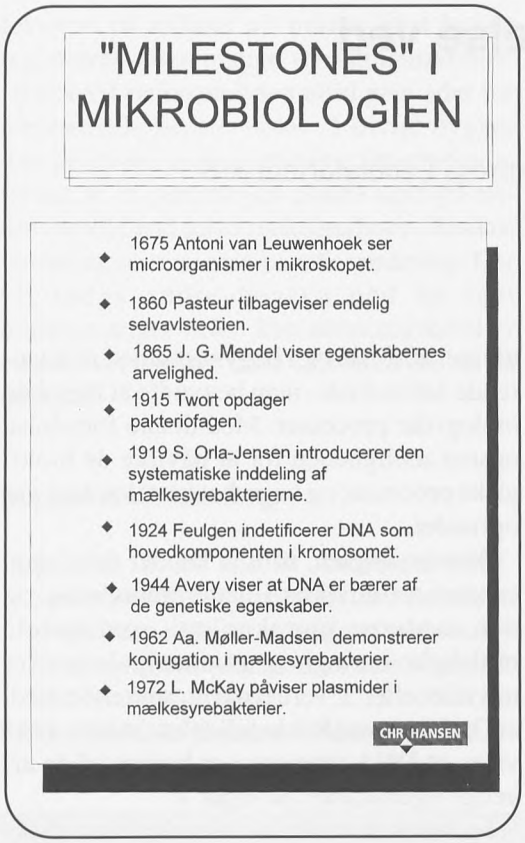
Den stigende forståelse for de biologiske processers virkemekanismer muliggjorde således udviklingen af bioteknologien, som vi kender og anvender den idag.

Inden for levnedsmiddelfremstilling har biologiske processer som tidligere nævnt spillet en betydelig rolle så langt tilbage i tiden, som vi kan påvise historisk.

Som eksempler kan nævnes vinfremstilling, ølbrygning, brødbagning og fremstilling af smør, ost og surmælksprodukter. Inden for kød anvendes decideret fermentering i forbindelse med pølser. Kødets autolytiske enzymer har altid været udnyttet ved at »hænge« eller modne kødet for at forbedre konsistensen. Mest udtalt i denne forbindelse er produkter som »Pharmaskinker«, der er langtidsmodnet råt kød.

Teknologien, som tidligere anvendtes i ovennævnte produktioner, må betegnes som

* Indlæg ved seminaret den 9. november 1995 om »Bioteknologiens anvendelse inden for jordbruget«



Figur 2.

produktionsteknologi, idet kendskabet til de mikrobiologiske og enzymatiske processer ikke var udviklet i en grad, så man kan tale om bioteknologi.

Selv om der på det bioteknologiske område er sket enorme fremskridt gennem de seneste 100 år, og selv om der i mange grene af levnedsmiddelindustrien virkelig er draget nytte af landvindingerne, så mener jeg stadig at kunne konstatere, at empirien er dominerende, når man vurderer måden, hvorpå bioteknologien anvendes. Man kan med en vis vægt tale om en konservatisme, der dybest set bunder i en stor usikkerhed i relation til konsekvenser og risici forbundet med anvendelsen af bioteknologien, samt ikke at forglemme forbrugerholdninger.

Der er for tiden store brydninger i samfundene omkring holdningen til levnedsmiddelproduktion. Dette giver sig udslag i, at eksempelvis anvendelse af råenzymer og vildtype starterkulturer betragtes som en mere naturlig proces end anvendelse af renfremstillede enzymer og definerede på baggrund af enkeltstamme komponerede starterkulturer.

Der er næppe tvivl om, at der ligger betydelige teknologiske, kvalitetsmæssige og ernæringsmæssige muligheder i anvendelse af mere veldefinerede enzymer og starterkulturer i levnedsmiddelindustrien.

Fordelene ved at anvende mere definerede enzymer og starterkulturer har i stor udstrækning været sløret af manglende kontrol af råvarernes mikrobiologiske kvalitet resulterende i spontangæring eller i bedste fald ukontrolleret interaktion mellem indigene og tilsatte enzymer samt mellem kontaminationsflora og den anvendte starterkultur.

Med den stigende forståelse og indsats for at forbedre hygiejnen gennem hele produktionskæden fra primær producenten til det færdige produkt er der virkelig åbent for udnyttelse af bioteknologiens muligheder.

På mange områder er vi nået langt i forbedringen af vore levnedsmidler. Man behøver blot at tænke på eksempelvis kvaliteten og holdbarheden af syrnede mælkeprodukter i dag sammenlignet med for 30 år siden.

Det er dog min opfattelse, at vi kan komme betydeligt længere ved en systematisk udnyttelse af bioteknologien. Det er imidlertid også min opfattelse, at de meget store kvalitetsforbedringer, der er opnået gennem den hygiejniske og teknologiske udvikling har været medvirkende til at hæmme indsatsen på det bioteknologiske område. Dels har resultaterne af de bioteknologiske tiltag ikke givet så synlige og kontante kvalitetsforbedringer som de hygiejniske og teknologiske tiltag. Dette sammenholdt med, at betingelserne for at kunne udnytte bioteknologien er, at der er styr på såvel hygiejne som teknologi, har medført en vis usikkerhed m.h.t. nødvendigheden af yderligere forfining af de biologiske værktøjer som eksempelvis starterkulturer.

I det følgende vil jeg hovedsageligt fokusere på fermenteringsprocessen som værktøj i produktionen af levnedsmidler. Jeg vil koncentrere mit indlæg om vegetabilier, kød og mælkeprodukter, og jeg vil forsøge et fremdrage nogle karakteristiske eksempler.

Formålet med at anvende en starterkultur er flersidet, men kan i det væsentligste sammenfattes om følger:

I. Konservere
II. Bibringe forbedrede organoleptiske egenskaber.
   a) Forbedre smag og aroma.
   b) Forbedre konsistens og mundfølelse.
III. Bibringe forbedrede dietetiske egenskaber.

Anvendelse af starterkulturer på det vegetabilske område

På vegetabilieområdet er det mest gær og skimmel, der dominerer billedet, men også mælkesyrebakterier spiller en ikke uvæsentlig rolle, og i visse produkter virker mælkesyrebakterier positivt som eksempelvis ved surdejsfremstilling til rugbrød. Som negativt kan fremhæves øl, hvor mælkesyrebakterierne ikke er ønskede grundet deres dannelse af diacetyl, der er lige så lidt ønsket i øl som det er elsket i smør.

Mest anvendt er starterkulturer i forbindelse med fremstilling af surdej til rugbrød. Starterkulturerne danner aromakomponenter, som sammen med gæren bibringer rugbrødet den ønskede smag.

Ud over smagen har starterkulturen også en konserverende effekt, således at rugbrødets holdbarhed forlænges. Mælkesyrebakterierne er specielt effektive med hensyn til at hæmme skimmelvækst på rugbrød.

På det seneste er det blevet stadig mere almindeligt at anvende starterkulturer i fremstillingen af de hvide brødtyper samt kiks og lignende. Det er her primært den forbedrede smag og aroma, der er drivkraften, men brødets tekstur og holdbarhed forbedres tillige, samtidig med, at de ernæringsmæssige egenskaber bliver bedre. Eksempelvis er mælkesyregæringen medvirkende til at reducere fytinsyreindholdet i melet, hvilket forbedrer tilgængeligheden af brødets mineralstoffer.

Som et andet eksempel på anvendelse af mælkesyrebakterier på det vegetabilske område vil jeg nævne fremstilling af vin. Frisk gæret vin indeholder en betydelig mængde æblesyre (malinsyre på engelsk). Denne æblesyre eller malinsyre, om man vil, smager ganske surt, og før den er omdannet til mælkesyre, kan vinen ikke konsumeres.

Med den høje grad af hygiejne, der i dag hersker i mange store vinbrug, sker der ikke den nødvendige podning af vinen med de mælkesyrebakterier, som omdanner malinsyren til mælkersyre gennen den såkaldte malolaktiske fermentering.

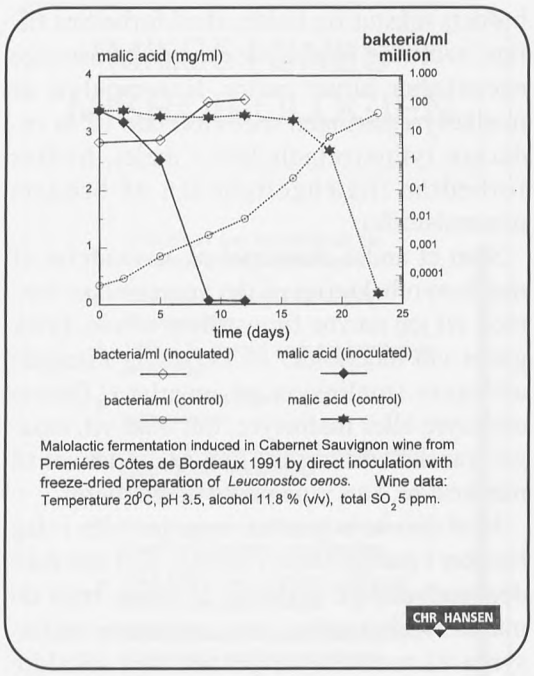
Dette har været et stigende problem for vinproducenterne, som må rendyrke kulturer af disse mælkesyrebakterier til at pode vinen med.

Fremstilling af sådanne malolaktiske kulturer hos vinproducenterne er ikke simpel. Ofte er det meget vanskeligt af få kulturen til at overleve de ekstreme forhold i vinen med høj alkoholprocent og oftest tillige tilsat svovl.

Hos Chr. Hansen har vi udviklet kulturer, som kan modstå disse ekstreme forhold i vinen, og som følgelig kan podes direkte i vinen uden nogen form for opformering eller tilvænning.

Effekten af at anvende en malolaktisk kultur i vinfremstillingen fremgår af figur 3.

Det fremgår af figur 3, at den malolaktiske forgæring kan tage meget lang tid, hvis den overlades til kontaminationsfloraen i vinen, hvorimod den vil være tilendebragt i løbet af ca. en uges tid, hvis der anvendes en malolaktisk starterkultur.



Figur 3.

Kød

Anvendelse af bioteknologi inden for kødsektoren er af relativ ny dato og er endnu på et meget empirisk stadie. Dog anvendes fermentering i stigende grad ved fremstilling af kogte såvel som røgede pølser.

Problemerne i anvendelsen af bioteknologi bunder dels i en betydelig kontaminationsflora og mangel på forgærbart kulhydrat i kødprodukter. Dette sammenholdt med tradition og konservatisme i kødsektoren har vanskeliggjort implementering af bioteknologiske metoder.

Et andet problem i forbindelse med anvendelse af starterkulturer til kød hænger sammen med, at det har været vanskeligt at bygge videre på gamle hævdbundne naturlige fermenteringsprocesser, som tilfældet har været for andre naturlige spontantfermenterede levnedsmidler, som mælk, brød, vin og øl. Spontanfloraen i disse produkter har været domineret af saprofytiske bakterier, gær og skimmel, hvorimod de bakterier, der er naturligt forbundet med dyre- og slagtemiljøet, oftest er patogene eller potentielt patogene.

Følgelig har det været vanskeligt hidtil at få udviklet kulturer med de rette egenskaber til kød. Dette er forståeligt ud fra et sikkerhedssynspunkt men har unægteligt hæmmet udviklingen.

Starterkulturer til kød indeholder p.t. mikrococcer og staphylococcer ud over stammer af mælkesyrebakterier og til visse produkter tillige skimmel.

Blot at få accepteret en bakterie med navnet »staphylococcus« til anvendelse i levnedsmidler har ikke været let, og i flere lande er det endnu ikke tilladt at anvende staphylococcer i starterkulturer.

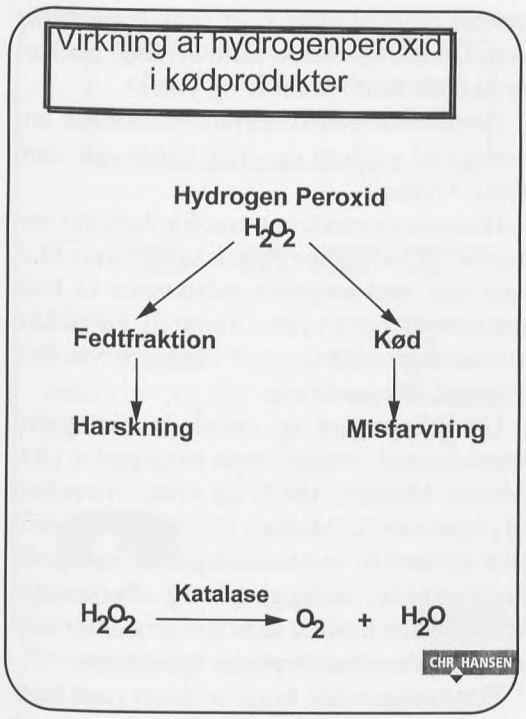
Man må håbe, at bedre analysemetoder og udviklingen i de molekylærbiologiske identifikationsmetoder vil muliggøre en mere stringent differentiering mellem patogene og nonpatogene bakterier, således at et større udvalg af bakteriestammer bliver gjort tilgængelige for sammensætning af starterkulturer til kødindustrien. Specielt har flere undersøgelser peget på, at visse typer af gramnegative bakterier spiller en stor rolle for smagsudviklingen i lagesaltede (cured meat) kødprodukter.

Grunden til, at der stilles specielle krav til starterkulturer til kød, er dels det tidligerenævnte, men også at der stilles andre krav til en kødkultur end dem, der gælder for kulturer til vegetabilier og mælk.

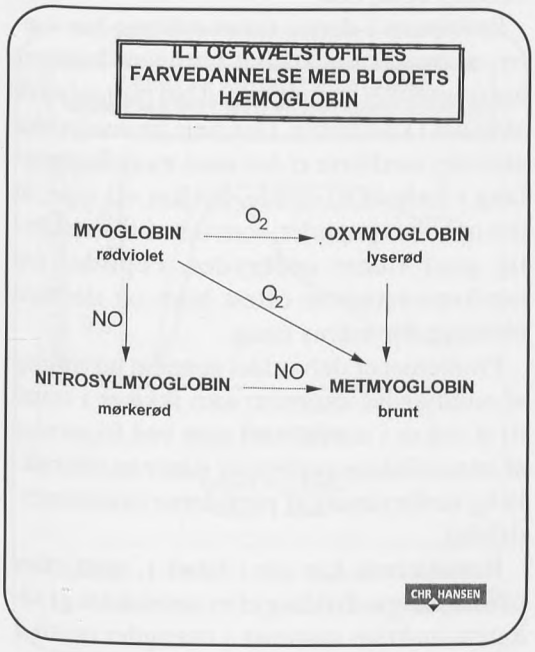
Blandt sådanne kan nævnes:

- Kulturens evne til at undertrykke spontanfloraen, der ofte vil være patogen.
- Dannelse af katalase for at hindre misfarvning og harskning.
- Dannelse af nitrat og nitritreduktaser for at stabilisere kødets farve.

Kun den første af disse tre væsentlige krav kan forventes helt eller delvis tilgodeset af mælkesyrebakterier, eftersom disse ikke danner hverken katalase, nitrat- eller nitritreduktase.



Figur 4.



Figur 5.

Mikrococcer og staphylococcer eller andre katalasepositive og nitrat-/nitritreducerende bakterier er derfor nødvendige i en starterkultur til kød.

Taxonomiske problemer i differentieringen mellem micrococcer og staphylococcer vil være de fleste bekendt.

Vigtigheden af katalasedannelse skyldes, at mange bakterier incl. visse mælkesyrebakterier danner hydrogenperoxid, som kan skade kødets smag og farve, hvis det ikke fjernes jvf. figur 4.

Evnen til at reducere nitrat og nitrit til kvælstofilte er meget afgørende for bevarelse og stabilisering af kødets røde farve, der jo skyldes oxideret hæmoglobin (oxymyoglobin), som videre oxideres til det brune metmyoglobin, som kendes i hakket kød, der har været udsat for luftens ilt.

Tilstedeværelsen af nitritreducerende bakterier bevirker, at myoglobinet og antageligt også metmyoglobinet omdannes til det mørkere og stabile nitrosylmyoglobin, jvf. figur 5.

Særligt på den seneste har der været meget fokus på muligheden i at forbedre kødprodukters holdbarhed og bekæmpe fremvæksten af patogener ved tilsætning af (fermentering med) starterkulturer - såkaldt biopræservering.

Der er udført et stort forskningsarbejde på dette område globalt set. Noget resultat har denne forskning givet, idet der er udviklet kulturer med hæmmende virkning overfor visse patogener. Der er hovedsagelig tale om mælkesyrebakterier, der danner forskellige former for hæmstoffer (bakteriociner). Desværre er disse bakteriociner ikke absolutte. De har en vis og rimelig stor effekt, men den er ikke 100%. Desuden er de hidtil udviklede stammers bakteriocin kun effektiv mod grampositive bakterier som f.eks. listeria. Det efterlader et stort problem med de gramnegative, som endnu ikke kan bekæmpes ad denne vej.

Med baggrund i den senere tids mange tilfælde med salmonellainficerede levnedsmidler vil biologiske systemer, som er effektive

mod gramnegtive bakterier betyde en virkelig landvinding for kødindustrien.

Mælkeprodukter

Ser man bort fra vinfremstilling, så er mejeribruget nok det område, hvor anvendelse af bioteknologi har den længste tradition og den højeste udviklingssgrad. Årsagsforholdene omkring denne kendsgerning er flersidede, men bunder dybest set i to bioteknologiske teknologier begge udviklet i 1860'erne, nemlig pasteurisering og renfremstilling af osteløbe.

Disse to teknologier havde som konsekvens, at det i stor udstrækning blev muligt at kontrollere kontaminationsfloraen.

Den næste væsentlige betingelse for udviklingen af bioteknologien i fremstillingen af ost, smør og syrnede mælkeprodukter var renfremstillingen af syrevækkerkulturer og forståelsen af deres virkemekanismer. Pionerer på dette område var blandt andre danskerne S. Orla-Jensen og Søncke Knudsen. Orla-Jensen afklarede problematikken omkring senpustning af ost og indførte systematikken i klassificeringen af mælkesyrebakterierne. Søncke Knudsen var foregangsmand i forståelsen af mælkesyrebakteriernes aromadannelse.

Med udgangspunkt i ovennævnte arbejder fulgte en periode med meget væsentlige forbedringer af syrevækkerkulturerne, som gik hånd i hånd med forbedret hygiejne, teknik og teknologi på mejerierne.

Stadig var der tale om udefinerede starterkulturer bestående af et ukendt antal stammer i et ikke nærmere defineret forhold.

Syrevækkerne kunne groft inddeles i mesofile og termofile, indenfor hvilke der var henholdsvis homo- og heterofermentative.

De mesofile homofermentative kulturer anvendes til sure engelske ostetyper som cheddar og cheshire.

Mesofile heterofermentative kulturer anvendes bredt til smør, kontinentale ostetyper som Gouda og Danbo samt syrnede mælkeprodukter som tykmælk og ymer.

Homofermentative termofile kulturer anvendes til yoghurt og visse hårde oste som f.eks. Grana.

Heterofermentative termofile kulturer anvendes til forskellige eksotiske ostetyper bl.a. sammen med propionsyrebakterier til Emmenthaler og Svenbo samt til en række surmælksprodukter som eksempelvis Bio yoghurt, Biogarde etc.

Udviklingen på det molekylærbiologiske område, med opdagelsen af konjugation (Aa. Møller Madsen, 1962) og tilstedeværelsen af plasmider (L. McKay, 1972) sammen med den generelle velstandsstigning og øgede konkurrence, muliggjorde og efterspurgte stadigt bedre kvalitet samt nye produkter med spændende organoleptiske egenskaber.

Forskningen har bragt os langt med hensyn til såvel kvalitetsforbedring som nye produktvarianter.

Som eksempel kan jeg nævne, at ostemodningen i dag kan styres i stor udstrækning gennem afbalancering af modningens omfang og dybde.

Problemet i denne sammenhæng har været, at ønsket om stadigt hurtigere kulturer har fremelsket stammer med høj proteolytisk aktivitet i kulturerne. Den høje proteolytiske aktivitet medførte et for stort modningsomfang i forhold til dybde, hvilket vil sige, at der ophobes peptider, som ikke i tilstrækkelig grad videre nedbrydes. Peptider fra mælkeproteiner er oftest bitre og dermed uheldige for ostens smag.

Problemet er delvis løst gennem udvikling af autolytiske stammer, som ikke er i stand til at vokse i mælk, men som ved frigørelse af intracellulære peptidaser sikrer en tilstrækkelig nedbrydning af peptiderne (modningsdybde).

Resultaterne kan ses i tabel 1, som viser ostens smagsudvikling efter anvendelse af sådanne inaktive stammer i mængder op til 1 enhed målt som aminopeptidase aktivitet.

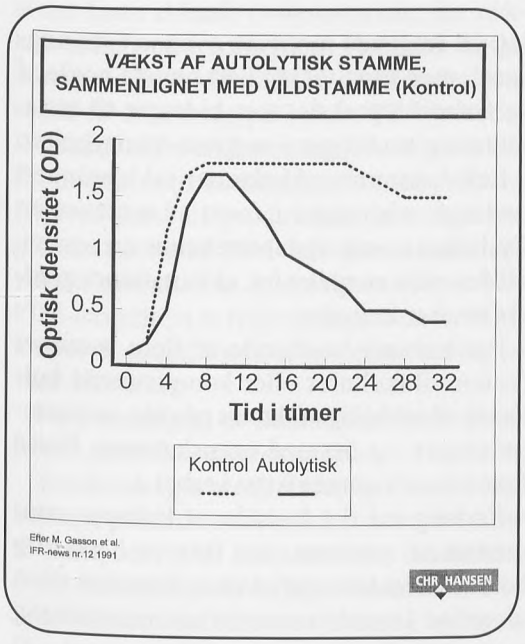
Tabel 1 viser en sikker forbedring af såvel

Organoleptisk vurdering af cheddar tilsat varierende mængder ostemodningskultur

	Smags intensitet	Smags kvalitet	Helheds indtryk - % af 100	Bemærk ninger
Kontrol	4,3	5,3	58	Sur, Fad, Bitter
1/3 U	4.3	6,1	62	Ostesmag , Rund
2/3 U	5.1	6,2	68	Acceptabel
1 U	5.3	7,2	75	God og afbalanceret

CHR HANSEN

Tabel 1.



Figur 6.

smagsintensiteten og smagskvaliteten af oste tilsat denne »Ostemodningskultur«.

Netop inden for ostemodning synes genteknologien at frembyde gode muligheder for at frembringe stammer med skræddersyet proteolytisk system.

Ved Chr. Hansen arbejdes der på flere fronter i denne sammenhæng. Dels forsøger vi at ændre på bakteriernes intracellulære peptidaser og dels forsøger vi at gøre cellerne autolytiske ved at indsætte et gen, der koder for dannelse af et lysin, som opløser cellevæggen indefra, og derigennem frigøre intracellulære peptidaseenzymer. Det sidste er lykkedes for os. Der er dog stadig et problem at løse, før konstruktionen kan anvendes i praksis, og det er at få dannelsen af lysin styret, således at produktionen af lysin først starter, når kulturen har gjort sit arbejde med at syrne ostemælken og danne tilstrækkelig mængde cellemasse (enzymer) i osten. Dannelsen af lysin er så at sige en selvmordsmekanisme, som hvis den ikke kan styres (forsinkes) vil medføre, at syrningen af mælken i ostekarret udebliver.

Mekanismen i systemet er anskueliggjort i figur 6.

Figur 6 viser, hvorledes stammen indeholdende lysingenet vokser til næsten samme cellekoncentration som kontrollen, hvorefter cellerne hurtigt opløses i forhold til kontrollen, hvor cellerne stort set forbliver intakte.

Som et andet eksempel kan nævnes, at kombination af forskellige stammer muliggør styring af smagsintensitet og viskositet i yoghurt.

Figur 7 viser, hvorledes yoghurt mere eller mindre kan skræddersys med hensyn til smagsintensitet og viskositet.

Mange andre eksempler kunne fremdrages som dokumentation på bioteknologiens fremskridt inden for mejeriindustrien, men det tillader tiden ikke.

Jeg vil i stedet forsøge at se lidt ud i fremtiden. Her ser jeg en stigende efterspørgsel efter nye produkter som kan give nye smagsoplevelser. Jeg ser en stigende konkurrence

Figur 7.

på markedet, og jeg ser en udpræget bevidsthed hos forbrugeren i relation til, hvad et givet produkt betyder som ernæringskilde, og hvorledes det påvirker sundhedstilstanden - helbredet om man vil.

Det vil føre for vidt her at komme nærmere ind på probiotiske og de såkaldte »functional foods«. Det vil dog være afgørende for levnedsmiddelindustrien at få afklaret, om der er hold i mange af de påståede helsevirkninger, som tilskrives indtagelse af visse mælkesyrebakterier.

Hvorledes industrien iøvrigt kan leve op til fremtidens krav til produktdiversitet og mærkevarer vil afhænge af, såvel den strategi, der lægges samt de resultater, der frembringes af fremtidens forskning på området. Vil man eksempelvis satse på genmanipulation eller traditionel udvikling? Hvorledes udvikler holdningen til genteknologi sig? etc.

Ligegyldigt hvilken strategi man vælger, så vil det stadig større udvalg af produktvarianter og mærkevarer nødvendiggøre, at levnedsmiddelindustrien virkelig har kontrol over deres produktion og er i stand til at producere med minimal variation i de for produkterne karakteristiske egenskaber. Dette vil være den eneste måde, hvorpå man kan sikre, at forbrugeren kan differentiere mellem det givne produkt og konkurrerende produkter.

Udfordringen for industrien er at blive gearet til at kunne producere og reproducere et stadigt stigende udvalg af produkter med stadigt mindre nuancer i såvel smag som udseende og konsistens.

For at nå dette mål, må man dels blive i stand til at komponere starterkulturer, som ikke nødvendigvis er i naturlig balance, dels må man sikre, at kulturen altid er den samme både hvad angår aktivitet og sammensætning.

Ligegyldigt om man udvikler nye stammer gennem genmanipulering eller mutation, så vil nøgleordene i fremtidens kulturproduktion være

- Ensartet podemateriale (PIM)
- Dyrkning af enkeltstammer
- Komponering af specifik kultur i DVS koncept.

Jeg vil følgende motivere ovennævnte nøgleord, men først vil jeg kort omtale nogle af de forhold i praksis, som bidrager til instabilitet og ændringer i en given starterkultur.

Enkeltstammer af bakterier vil kontinuert undergå ændringer i form af mutationer. Opdyrkes en enkeltstammekultur successivt, vil der være en risiko for, at mutationer gradvis ændrer kulturen.

For kulturer bestående af flere stammer (enten vildkulturer eller komponerede kulturer) vil adskillige faktorer påvirke sammensætningen og dermed egenskaberne. Disse faktorer er sammenfattet i tabel 2.

Endelig må det fastslås, at kulturer sammensat af stammer, der ikke er i naturlig balance ikke kan opdyrkes og formeres uden alvorlige konsekvenser for sammensætning og egenskaber.

Dette forhold er erkendt, og hos Chr. Han-

FAKTORER SOM PÅVIRKER SAMMENSÆTNINGEN AF EN STARTERKULTUR

* VÆKSTBETINGELSER
  - (Temp. pH)
* SUBSTRAT
  - (Mælk, Medie)
* BAKTERIOFAGER
* GENSIDIGE INTERAKTIONER
  - Symbiose
  - Antagonisme
  - Commensalisme

CHR. HANSEN

Tabel 2.

sen har vi indført et nyt koncept for fremstilling afstarterkulturer.

Konceptets hjørnesten er et podesysten, der garanterer, at podemateriale ikke varierer og ikke ændres over tid. Systemet kaldes PIM (Pre Inoculation Material). Det bygger på, at der laves et basis podemateriale, der rækker 100 år ud i fremtiden. Fra dette basismateriale fremstilles PIM i mængder svarende til et forbrug på 3-5 år. PIM-materialet stammer fra en fermentor, hvorfra det sterilt overføres til 10 ml ampuller. Ampullerne frigives først til produktion, når vedkommende batch af PIM har gennemgået en yderst omfattende kontrolprocedure. Når PIM-materialet er frigivet, ligger en ny PIM-ampul til grund for hver ny fermentering på vore fabrikker.

PIM-konceptet er kombineret med detaljerede produktionsbeskrivelser.

Tendensen går mod, at stadigt flere af vore kulturer produceres som enkeltstammer, som så komponeres til kulturer. Ofte indeholder disse komponerede kulturer stammer, som ikke vokser sammen i en naturlig balance. Der kan være tale om eksempelvis blandinger af termofile og mesofile bakteriestammer, og kun fantasien sætter grænser for, hvorledes en starterkultur i fremtiden vil kunne sammensættes.

For at sikre at sådanne kulturer ikke ændres, vil fremtidens kulturer bygge på et DVS (Direct Vat Set) koncept. Konceptet har en række fordele som anført i figur 8.

Konklusion

Bioteknologi spiller en stadig større rolle ved fremstilling af levnedsmidler. Potentialet i bioteknologiens anvendelse er endnu langt fra afklaret.

Den industrielle udnyttelse af bioteknologi har været begrænset af manglende kontrol over kontaminationsfloraen og råvarernes indigene enzymer.

Efterhånden som råvare og teknologi kan kontrolleres, forbedres mulighederne for udnyttelse i bioteknologien.

Fremtidens krav til større udvalg af produkter med høj kvalitetsstabilitet og med nuancerede smagsprofiler og definerede

CHL fokuserer på DVS

* Sikre stammesammensætning
* Minimere risikoen for bakteriofagangreb
* Lette håndteringen

CHR. HANSEN

Figur 8.

egenskaber vil øge konkurrencen og stille krav til producenterne om at kunne producere og reproducere produkter med disse små organoleptiske og funktionelle nuancer.

Skal dette krav honoreres inden for fermenterede fødevarer, vil kravet til de anvendte starterkulturer øges. Dels vil der blive rejst krav om nye starterkulturer, som kan bibringe nye organoleptiske og funktionelle egenskaber til levnedsmidlet, og dels vil det blive krævet, at disse vil kunne reproduceres således, at såvel kvalitet som smagsnuance kan holdes konstante fra produktion til produktion.

Den eneste måde, hvorpå dette mål kan nås, vil være en langt bedre kontrol over starterkulturernes stammesammensætning og performance.

Vi er godt på vej, men der er endnu lang vej, før målet er nået.

Muligheder og begrænsninger for udnyttelsen af genteknologi hos husdyr*

Merete Fredholm, lektor, Ph.D., Institut for Husdyrbrug og Husdyrsundhed, Sektion for Genetik og Avl, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.

Introduktion

Der er i de seneste år, blevet sagt og skrevet meget om mulighederne for udnyttelsen af genteknologiske forskningsresultater inden for både de lægevidenskabelige og husdyrvidenskabelige felter. Der har været iværksat adskillige undervisnings- og oplysningskampagner via dagspressen og fjernsynet, med det til formål at give lægmand en baggrund for at forstå og vurdere de muligheder, den genteknologiske forskning giver. Det er naturligvis af stor betydning, at »almindelige mennesker« får et indblik i DNA molekylets forunderlige verden, således at det er muligt at forholde sig til den information, der når ud fra forskningsverdenen. Der er nok ingen tvivl om, at et stort antal mennesker i Danmark efterhånden har en god forståelse for arvematerialets rent basale virkemåde. Der er imidlertid meget lang vej fra en sådan forståelse til en forståelse af arvematerialets samlede funktion. De to erkendelsesniveauer kan sammenlignes med forståelse på henholdsvis det éndimensionale og flerdimensionale plan. Det er meget vanskeligt at formidle information om livsprocessens egentlige dynamik. Denne information går ofte tabt i begejstringen over de fantastiske teknologiske muligheder, som udnyttelsen af gentekno-logien giver. Det er derfor et faktum, at mange trods alle oplysningskampagner associerer den genteknologiske forskning inden for det husdyrvidenskabelige felt med fremstillingen af underlige hurtigtvoksende fabeldyr. Jeg skal i det følgende forsøge at rokke ved denne opfattelse. Dette kræver imidlertid en forståelse af genetikken i mere end et plan. Lige præcis denne forståelse er også en forudsætning for erkendelsen af begrænsningerne inden for det genteknologiske område. Jeg vil, for at give et indtryk af disse begrænsninger, tage udgangspunkt i en beskrivelse af kompleksiteten i pattedyrenes arvemateriale. Derefter vil jeg, gennem en række eksempler, illustrere hvilke muligheder, der er for udnyttelse af genteknologien i husdyrbruget.

Pattedyr genomet

Pattedyr består af omkring 3×10^{12} celler, der alle indeholder de instruktioner, der er nødvendige for organismens opbygning og funktion. Alle celler har en kerne, som indeholder kromosomerne. Hvert kromosom indeholder en kemisk bestanddel - DNA. DNA'et bærer de kodede instruktioner - GENERNE - som giver hver celle dens funktion. Pattedyr har omkring 100.000 forskellige gener i samtlige celler, men kun gener af relevans for den specifikke celle aktiveres. Dette betyder for eksempel, at når en hjernecelle har udviklet sig, vil den aldrig kunne omdannes til en levercelle. Den samlede mængde genetisk information i hver celle kaldes et genom. Hvis det sammenpakkede DNA fra én celle blev foldet ud, ville det måle 2 me-

* Indlæg ved seminaret den 9. november 1995 om »Bioteknologiens anvendelse inden for jordbruget«

ter, og sammenlagt ville DNA'et fra et pattedyr kunne nå fra månen og tilbage igen omkring 8.000 gange.

Genetikkens, eller for den sags skyld biologiens, centrale aktør er den befrugtede ægcelle. Denne celle kan opfattes som et individ udtrykt i kodesprog. Koderne (DNA'et) i ægcellen er en unik kombination af DNA fra to forældreindivider. Gennem fosterudviklingen oversættes dette kodesprog til det udvoksede individ. Det kombinerede DNA rummer således information om, hvordan individet skal konstrueres. Det befrugtede æg, som jeg i denne sammenhæng vil tillade mig at kalde et subjekt, er med andre ord i stand til at omsætte det éndimensionale kodesprog i kromosomerne til liv. Det siger sig selv, at der er millioner af processer, der skal være synkroniserede i tid og rum, for at subjektet bliver til et individ. Dermed må det også være indlysende, at et kendskab til DNA'ets éndimensionale struktur ikke er tilstrækkelig viden til at skabe liv. DNA i sig selv er dermed ikke herre over livsprocessen, og kendskab til rækkefølgen af samtlige koder i pattedyrenes arvemateriale giver ikke svar på alle livets mysterier. Det er netop de uendelig mange uafklarede spørgsmål med hensyn til hvordan og hvorfor generne i arvematerialet aktiveres, og hvordan de synkroniserer deres arbejde, der i høj grad lægger begrænsningerne for udnyttelsen af genteknologien i husdyrproduktionen. Det skal dog understreges, at man har et tydeligt billede af, at det er meget fint afstemte mekanismer, der er tale om.

Muligheder for udnyttelse af genteknologien

Til trods for de netop beskrevne begrænsninger, er der ikke noget at sige til molekylærbiologers entusiasme, hvad angår mulighederne inden for den genteknologiske verden. Det *er* virkelig fantastisk, hvad der kan lade sig gøre. Man kan manipulere med arvematerialet ved at klippe og klistre på et utal af forskellige måder, og teknologien giver uanede muligheder for at udvide den biologiske indsigt. Det er, på baggrund af den teknologiske udvikling, for eksempel efterhånden en simpel sag at få kendskab til den molekylære struktur af specifikke områder af arvematerialet. Kunsten er i denne forbindelse at få fat i de interessante områder af arvematerialet, det vil sige dem, der er af betydning for vigtige egenskaber.

Inden for det humane område var og er det primære sigte med genteknologisk forskning at identificere sygdomsgener med henblik på muligheder for sikker diagnostik og forbedrede muligheder for sygdomsbehandling. En lang række humane gener, der er ansvarlige for simpelt nedarvede lidelser, er på nuværende tidspunkt klonet, eksempelvis generne, som er ansvarlige for cystisk fibrose, muskeldystrofi og Huntington disease. Der er også begyndt at komme forskningsresultater angående gener, involveret i komplekse sygdomme som sukkersyge, forhøjet blodtryk og Alzheimer disease. Hos husdyrene er der tilsvarende eksempler på, at man har klonet sygdomsgener med efterfølgende identifikation af den molekylære årsag til sygdomsbilledet. På baggrund af kendskabet til defekten på DNA niveau, er man i stand til at diagnosticere lidelserne direkte ved hjælp af DNA-teknologi. De to nok bedst kendte eksempler på diagnostik af arvelige lidelser hos husdyr herhjemme, er halotan følsomhed (malign hyperthermi) hos grise og BLAD syndromet (bovine leukocyte adhesion deficiency) hos kvæg. Begge defekter skyldes mutation i en enkelt kode i arvematerialet, og de kan derfor diagnosticeres præcist ved en simpel DNA test. Man kan således, ved at iværksætte et screeningsprogram, nemt eliminere de defekte gener fra populationerne. Den direkte identifikation af sygdomsgener åbner muligheder for at anvende en mere lempelig politik med hensyn til selektion, idet man kan tillade avl med dyr, der er anlægsbærere. Dette bliver rent faktisk praktiseret i relation til BLAD syndromet. Inden for kvægavlen har man øn-

sket at udnytte den i øvrigt gode genetiske konstitution hos et antal tyre, som er kendte anlægsbærere.

En anden side af det genteknologiske forskningsarbejde er rettet mod produktionen af transgene dyr, først og fremmest med henblik på udnyttelsen af husdyr som bioreaktorer til fremstilling af f.eks. lægemidler. Der er endvidere gjort forsøg på at fremstille transgene dyr, med henblik på ændringer af komplekse egenskaber (f.eks. produktionsegenskaber). De teknikker, der ligger til grund for fremstillingen af transgene dyr, kan beskrives som meget simple procedurer. Hvis man eksempelvis vil have fremstillet blodfaktor IX i mælken hos får, isolerer man selve genet fra det humane arvemateriale, og klistre det sammen med en regulator sekvens, der er hentet fra et mælkeprotein-gen. Herved kan man have forhåbninger om, at genet kun bliver udtrykt i dyrets mælkekirtel. Sådanne »konstrukter« injicerer man i forkernen på en befrugtet ægcelle. Man vil så, teoretisk set, få det ønskede resultat: Et får, der producerer mælk indeholdende human faktor IX. I praksis er der en hel del vanskeligheder at overvinde. For det første er der en meget stor del af de injicerede æg, der går til grunde. For det andet er det ikke altid genet kommer til udtryk, selv om det bliver integreret i fårets arvemateriale. For det tredje kan det blive udtrykt i andre væv end det tilsigtede. Og endelig, for det fjerde, er det vanskeligt at få et udbytte, der er værd at arbejde videre med. En af de væsentligste årsager til de tre sidstnævnte vanskeligheder er uden tvivl, at man ikke kan styre, hvor i arvematerialet de fremmede gener sætter sig. Der bliver arbejdet med alternative strategier til gen-overførsel blandt andet på baggrund af anvendelse af virus. Disse strategier giver mulighed for specifik indplacering af gener, men metoderne er endnu ikke særlig effektive. Hvor vanskeligt det er at producere transgene dyr, kan illustreres ved eksemplet: Den hollandske tyr Herman. Denne tyr har været voldsomt opreklameret i dagspressen. Den skulle angiveligt kunne producere døtre, der udskiller human laktoferin i mælken. Allerede i 1990 annoncerede det firma (Genepharm Europe), der er ansvarlig for produktionen af disse transgene køer, at man næste år ville have køer, der producerede laktoferin i mælken. Der er imidlertid dags dato stadig ikke dokumentation for, hvor effektiv produktionen af human laktoferin i komælk er. Det er dog vigtigt at understrege, at det *kan* lade sig gøre at producere effektive bioreaktorer. For eksempel er det lykkedes for et firma i Edinburgh, (Pharmaceutical Proteins Limited), at producere et får (Tracy), som udskiller omkring 35 gram/l humant $á_1$-antitrypsin.

For at belyse mulighederne for at udnytte transgen-teknologien i forbindelse med ændringer af komplekse egenskaber, vil jeg gå tilbage til ét af de første forsøg inden for området. Dette forsøg drejede sig om at få rottevæksthormon genet integreret i arvematerialet hos mus. Resultaterne, som blev publiceret i *Nature* i 1982, vakte stor opsigt både inden for forskningsverdenen og »ude i samfundet«. De transgene mus foranledigede, til trods for, at de klart demonstrerede en række problemer, blandt andet en anden amerikansk forskergruppe til at lave tilsvarende forsøg med grise i håbet om at kunne producere hurtigtvoksende dyr. Resultaterne af disse forsøg blev publiceret i *Science* i 1989. De demonstrerede med al ønskelig tydelighed, at det er meget vanskeligt at manipulere med et gen, der er involveret i så kompleks en proces, som vækst er. Det viste sig, at samtlige transgene grise havde meget dårligt helbred med en høj forekomst af mavesår, ledlidelser, hjertefejl, nyrelidelser og hudproblemer. Det var således bevist, at genetisk manipulerede husdyr *ikke* er vejen til produktion af bedre avlsmateriale, i det mindste ikke med den forhåndenværende viden og teknologi. Produktionsegenskaberne bliver styret af mange forskellige gener, og man kan nemt komme til at forrykke en balance i organismen, hvis man ændrer på funktionen af et af de involverede gener.

I lidt den samme boldgade som manipula-

tion med produktionsegenskaber er den for øjeblikket meget omtalte »humaniserede« gris til brug ved transplantation (xenotransplantation). Det er oplagt, at det er nødvendigt at overføre mere end ét humant gen til grise, hvis det skal kunne lade sig gøre at anvende transgene grises organer til transplantation hos mennesker. Deraf følger således også, at man kan gange de besværligheder, der er ved produktionen af et transgent individ, med en faktor, der er lig med antallet af nødvendige overførte gener. Det skal dertil bemærkes, at forskere inden for området ikke er helt enige om præcist hvilke gener, der er de vigtige i denne forbindelse. Ikke desto mindre har det britiske firma Imutran erklæret, at de vil have organer klar til klinisk afprøvning på mennesker i løbet af 12 måneder!

Perspektiver for udnyttelsen af genteknologi

Beskrivelsen af produktionen af transgene husdyr har muligvis efterladt et noget pessimistisk billede af mulighederne for udnyttelse af genteknologi hos husdyr. Jeg vil imidlertid understrege, at mulighederne faktisk er uanede. De mest umiddelbare perspektiver er anvendelsen af DNA- teknologi i forbindelse med bekæmpelsen af arvelige lidelser og som udgangspunkt for at få en tilbundsgående viden om sygdomme. Dernæst har produktionen af transgene dyr vide perspektiver både i forskningsøjemed og produktionsøjemed. Sidstnævnte i første række i forbindelse med udnyttelsen af dyr som bioreaktorer både inden for den farmaceutiske industri og inden for landbruget til produktion af »nye« proteiner. Idet den molekylærbiologiske forståelse af livsprocessen og de teknologiske muligheder for genmanipulation til stadighed bliver forbedret, er det meget svært at sætte grænser for, hvilke muligheder fremtiden vil bringe. Det er således af stor betydning, at der bliver taget stilling til, hvilke grænser der skal sættes. De skrækvisioner om fabeldyr, som for øjeblikket er en utopi, vil muligvis ikke være det i fremtiden.

Et sidste og meget vigtigt perspektiv, som skal fremhæves, er den genteknologiske forsknings muligheder for at nedbryde komplekse egenskaber i deres molekylære komponenter. Genkortlægning hos grise har således for eksempel vist, at der ligger et hidtil upåagtet gen på kromosom 4, som har en stor indflydelse på blandt andet tilvækst (væksthormongenet ligger på kromosom 12). På tilsvarende måde vil det være muligt at udpege gener af betydning for andre vigtige egenskaber. Denne viden vil det på sigt være muligt at udnytte inden for avlen. Man vil herved få muligheder for at inkludere egenskaber, der er vanskelige at erkende fænotypisk, som for eksempel bedre immunitet, i avlsmålene.

Den grundlæggende forudsætning, både for mulighederne for at udnytte genteknologien i positiv retning og for at undgå negative udnyttelse, er fortsat forskning inden for det molekylærgenetiske område. Man vil derved forhåbentlig efterhånden finde ud af, hvordan det befrugtede æg bærer sig af med at omsætte informationen i arvematerialet til liv.

Genoverførsel i husdyr*

Kristen Sejrsen, seniorforsker, Statens Husdyrbrugsforsøg

Den første genoverførsel i dyr blev gennemført i 1981, men den større offentlighed blev først opmærksom på dette forskningsmæssige gennembrud sidst i 1982, da et af verdens mest velrenommerede naturvidenskabelige tidsskrifter, *Nature*, bragte et billede af den såkaldte 'supermus' på forsiden. 'Supermusen' var dobbelt så stor som sine kuldsøskende, fordi den tidligt i fosterstadiet havde fået tilført kopier af rottens gen for væksthormon til sit arvemateriale. Dette demonstrerede på dramatisk vis, at genoverførsel i dyr er mulig, men gav samtidig anledning til opstilling af mange skræmmebilleder om 'den fagre nye verden' med køer så store som elefanter o.s.v.

Alligevel gav resultaterne anledning til store forventninger om praktisk udnyttelse af genoverførselsteknikken til forbedring af husdyrs arvelige egenskaber. Der er derfor siden 1982 blevet anvendt mange forskningsressourcer på at forbedre husdyrenes egenskaber via fremstilling af såkaldt transgene dyr, d.v.s. dyr hvis arveanlæg er modificerede ved hjælp af molekylærbiologiske metoder. Det er formålet med denne artikel at give en status over de undersøgelser, der er gennemført med henblik på at forbedre produktionsegenskaberne og produkternes sammensætning. Der er også en omtale af forskellige faktorer af betydning for fremskridt på området.

Forbedring af kødproduktionen

'Supermusen' antydede, at det burde være en forholdsvis enkel sag at forøge husdyrs arvelige vækstegenskaber ved anvendelse af genoverførselsteknikken. Der har da også siden 1982 været gennemført mange undersøgelser med henblik på at opnå tilsvarende resultater i husdyr ved overførsel af enten genet for væksthormon eller gener fra relaterede hormoner i væksthormonaksen. De fleste undersøgelser er gennemført med grise, men der har også været undersøgelser i får og enkelte i kvæg. Det er i flere tilfælde lykkedes at producere transgene dyr med forøget tilvækstkapacitet og foderunyttelsesevne samtidig med en væsentlig forbedring af kød/fedt forholdet i slagtekroppen og en reduktion i indholdet af intramuskulært fedt. Der er imidlertid ligeså mange eksempler på, at tilvækstegenskaberne hos de transgene dyr var dårligere end hos deres ikke transgene kuldsøskende. Endnu alvorligere var det, at de transgene dyr meget ofte havde alvorlige sygdomsproblemer i form af dårlige ben, mavesår og ufrugtbarhed.

En væsentlig årsag til sygdomsproblemerne var, at ekspressionen af det tilførte gen for væksthormon var udenfor fysiologisk kontrol. Den mængde væksthormon, der dannedes var i mange tilfælde meget meget høj. I et forsøg var niveauet i blodet således 100–1000 gange højere end det normale niveau. Med disse niveauer af væksthormon i blodet er det ikke uventet, at de transgene dyr fik sygdomssymptomer, der svarer til dem man ser ved sygelig overproduktion af væksthormon hos mennesker.

---

* Indlæg ved seminaret den 9. november 1995 om »Bioteknologiens anvendelse inden for jordbruget«

Hovedårsagen til den høje koncentration af væksthormon i disse undersøgelser var, at væksthormon blev dannet i alle kroppens væv. Det høje væksthormonniveau i blodet hos nogle af de transgene dyr skyldes valget af 'promotorregion'. Alle gener har en promotorregion. Denne region sørger for, at genet udtrykkes i det rette væv/organ. Genet for væksthormonet udtrykkes normalt kun i hypofysen, en lille hormonkirtel, der sidder lige over ganen i tæt tilknytning til hjernen. Når væksthormongenet udtrykkes i hypofysen, er dets produktion af væksthormon og udskillelsen af hormonet til blodet under fysiologisk kontrol. Hos supermusen og i de fleste undersøgelser med husdyr var væksthormongenet imidlertid koblet til en promotoren for metallothionein (MT). Dette gen udtrykkes normalt i flere forskellige væv. Derfor blev væksthormongenet udtrykt i alle de væv, hvor MT normalt udtrykkes. Derfor var dannelsen og sekretionen af væksthormon udenfor fysiologisk kontrol. Set i bakspejlet er det derfor ikke overraskende, at der opstod sygdomsproblemer. Nøglen til en løsning af dette problem er at kombinere det ønskede gen - her væksthormongenet - med en promotor, der sikrer, at genets ekspression kan styres. Målet er at kunne styre *hvor, hvornår* og *hvor meget* af genet, der udtrykkes.

Mælkekirtlerne som bioreaktor

Der findes flere promotorer, som begrænser ekspressionen af de tilførte gener til mælkekirtlen. Det er derfor muligt at overføre gener, der kun kommer til udtryk i mælkekirtlen. Dette er udnyttet i undersøgelser med henblik på at ændre mælkens sammensætning. Den største udvikling på området har været knyttet til forsøg på at tilføre mælken et indhold af fremmede proteiner med medicinsk betydning. Dette er lykkedes i flere tilfælde. Eksempelvis er det lykkedes at tilføre mælken et indhold af forskellige koagulationsfaktorer (f.eks. Faktor IX) til anvendelse i behandlingen af blødere. Det er også lykkedes at producere mælk fra transgene dyr med et indhold af antikoagulerende stoffer, der kan anvendes medicinsk i forbindelse med forebyggelse af blodpropper. Det er desuden lykkedes at producere mælk med et indhold af et stof (antitrypsin), der er meget vigtigt for behandlingen af lungeemphysem.

Mange af disse proteiner er meget værdifulde og har stor økonomisk værdi, men der ikke behov for særlig mange dyr for at tilfredsstille verdensbehovet. Fordelen ved at anvende husdyr er imidlertid, at stofferne ikke kan fremstilles kemisk, og at de ikke, som f.eks. insulin og væksthormon, kan dannes i mikroorganismer. Dyr er nemlig i langt højere grad end mikroorganismer i stand til at modificere de dannede proteiner, så de ligner menneskets proteiner mest muligt. På denne måde har transgene husdyr et stort potentiale som såkaldte bioreaktorer, og udnyttelsen af transgene dyr til produktion af medicin har meget store perspektiver for medicinalindustrien. Der satses da også meget store summer på området. For eksempel er Novo-Nordisk finansielt involveret i et skotsk firma, der har specialiseret sig i produktion af peptider med medicinsk virkning i husdyr.

Det forhold, at ekspressionen af de overførte gener er begrænset til mælkekirtlen, har den fordel, at det nydannede genprodukt udskilles til mælkekirtlen og udvindes med mælken. Dette medfører, at genproduktet ikke påvirker det transgene dyrs fysiologi på samme måde som genprodukter, der udskilles til blodet. Der er derfor væsentlig mindre risiko for, at produktet af det overførte gen har uheldig indflydelse på dyrenes sundhed. Dette er bekræftet i adskillige undersøgelser, hvor transgene dyr uden problemer har været i stand til at producere mælk, der indeholder et for arten fremmed protein.

Ændring af mælkens sammensætning

Resultaterne fra undersøgelserne med produktion af medicinske produkter viser, at det er muligt at ændre mælkens sammensætning i en ønsket retning. Udfra en husdyrproduktionssynsvinkel ville målet være enten en generel forøgelse af mælkens indhold af protein eller en ændring af mælkeproteinets sammensætning. Endemålet ville være enten en forbedret effektivitet i produktionen af mælkeprotein, en forbedret egnethed til produktion af mejeriprodukter, eller en forøgelse af mælkens indhold af peptider med speciel virkning. I et gen-overførselsprojekt i Holland har man forsøgt at øge mælkens indhold af laktoferrin. Laktoferrin har betydning for mælkens jernbindingsevne; det hæmmer bakterievækst og antages at mindske inflammationer efter vævsskader. Alle disse egenskaber er positive i forhold til mælkens værdi som fødemiddel for børn. Det er i dette projekt, at den i pressen meget omtalte tyr Herman er produceret. Herman er bærer af arveanlægget for 'laktoferrin'. På nuværende tidspunkt er det ukendt, om Hermans døtre bærer arveanlægget for laktoferrin, og om indholdet af laktoferrin i mælken i givet fald er tilstrækkeligt højt til, at mælkens værdi er væsentligt forøget.

Et andet eksempel på et forsøg på at ændre mælkens sammensætning er projekter, der har som formål at reducere mælkens indhold af laktose. Der kan være to formål med at reducere eller helt fjerne laktose fra mælken. En meget stor del af jordens befolkning lider af laktoseintolerence, hvilket medfører, at de ikke kan tåle mælk. Hvis mælken kunne ændres, så alle disse mennesker kunne drikke mælk uden problemer, ville markedet for mælk kunne forøges dramatisk. Et andet resultat af en reduktion af laktosesyntesen ville være en væsentlig reduktion i transportomkostningerne mellem gård og mejeri. Laktosen i mælken er nemlig den væsentligste faktor, der bestemmer vandindholdet i mælken. En reduktion af laktosemængden ville derfor medføre en forøgelse af mælkens tørstofindhold og medføre, at hver tankbil ville kunne medbringe mere mælketørstof pr. tur. Det er faktisk lykkedes at producere dyr, der producerer mælk helt uden laktose. Det er sket ved at blokere dannelsen af det enzym, der regulerer dannelsen af laktose i mælkekirtlen. Der er blot den meget væsentlige ulempe, at mælkens vandindhold var så lavt, at mælkens udvinding skulle foretages med ske og ikke ved malkning. Dette medførte naturligvis, at mælkeproduktionen stoppede næsten med det samme.

Et sidste eksempel på en uønsket effekt er set ved overførsel af genet for TPA til mælkekirtlen. TPA's funktion er at aktivere enzym plasmin, der regulerer nedbrydningen af mælkeproteinet. Resultatet af det øgede indhold af TPA var, at enzymet var så effektivt, at mælkeproteinet koagulerede allerede i mælkekirtlen, hvilket naturligvis medførte at mælkeproduktionen gik i stå.

De to sidste eksempler illustrerer, at det er vigtigt at have kendskab til og gøre sig overvejelser over eventuelle uønskede biologiske effekter af genprodukterne af de overførte gener. Vurderet samlet er der imidlertid gode chancer for, at det vil blive muligt at producere transgene dyr med arveanlæg, der medfører en hensigtsmæssig påvirkning af mælkens sammensætning. Der er faktisk så meget viden om mælkeproteinets dannelse, nedbrydning og funktion, at det er forholdvis let at pege på genetiske ændringer med en forventet positiv indflydelse på mælkens værdi til fremstilling af mejeriprodukter.

Hvad begrænser fremskridt?

Selvom det er lykkedes at producere transgene husdyr har fremskridtene været meget langsommere end forventet, og som omtalt har der i flere tilfælde været observeret sygdomsproblemer og uforudsete konsekvenser af overførsel af gener til husdyr. Det er relevant at spørge, om årsagerne til disse resultater, og om disse uheldige effekter kan und-

gås? Det er et væsentligt problem for fremskridt på området, at effektiviteten i selve genoverførslen er meget lille. Da den meget omtalte tyr, »Herman«, blev produceret, startede man med 2470 æg fra inseminerede køer. Det har sandsynligvis har krævet skylninger af omkring 500 superovulerede. Af de 2470 æg modnede 2297, men kun 1358 viste sig at være befrugtede. Heraf fik 1154, et for et, under mikroskop injiceret kopier af det ønskede gen. Der var 981 der overlevede, men kun 687 gik igennem den første celledeling. Af disse blev 129 indlagt i brunstsynkroniserede køer, men slutresultatet af alt dette arbejde var kun to kalve med genet integreret. Dette ville være et stort fremskridt, hvis effektiviteten og omkostningerne ved hele denne proces kunne forbedres.

Der ville også være meget vundet hvis effektiviteten og præcisionen i selve genoverførslen kunne forbedres. Normalt integreres kun gener i 0–3% at de befrugtede ægceller, der tilføres nye gener. Det ville derfor være en stor fordel, hvis integreringen kunne testes *in vitro*, inden det befrugtede æg ilægges 'rugemødre'. Når dette ikke er muligt, er der et meget stort behov for rugemødre.

Ved genoverførslen indføres et stort antal kopier af det ønskede gen i den befrugtede ægcelle, men inkorporeringen af genet i arvematerialet, genomet, sker tilfældigt. Det betyder, at både antallet af inkorporerede genkopier og deres placering i arvematerialet er tilfældigt. Ofte integreres de overførte gener således, at de ødelægger funktionen af et eller flere livsvigtige gener. Som oftest er resultatet, at udviklingen går i stå. Dette medfører en reduktion i effektiviteten af genoverførslen. Den tilfældige inkorporering af de fremmede genkopier kan også medføre, at de tilførte gener hæmmer ekspressionen af et eller flere gener uden helt at ødelægge dem. Det kan betyde, at der opstår sygdomsproblemer hos det transgene dyr.

Den tilfældige integrering medfører også, at hvert enkelt transgent dyr er helt specifikt og genetisk forskelligt fra andre dyr, der har fået tilført det samme gen. Det har betydning for udnyttelsen af transgene dyr i avlen, hvor den samlede avlsværdi også er betinget af avlsværdien for andre egenskaber. Man kan meget let forestille sig, at det dyr, der udtrykker det ønskede gen bedst muligt, har den dårligste avlsværdi for andre egenskaber. Der er derfor meget at opnå, hvis det kan blive muligt at styre integrering af fremmede gener præcist til bestemt sted på genomet.

En anden vigtig forudsætning for at opnå den ønskede effekt af en genoverførsel, er et solidt kendskab til den fysiologiske regulering af den egenskab, man vil forbedre. Dette giver den bedste baggrund for at vælge det arveanlæg, der med størst sandsynlighed giver den ønskede effekt. Med henblik på en generel stimulering af tilvækstegenskaberne er valget af væksthormongenet naturligt og velbegrundet. Selvom væksten er reguleret af mange gener, er der ingen tvivl om væksthormonets centrale betydning for reguleringen af dyrs vækst og udvikling. Som tidligere nævnt var valget af MT-promotoren mindre heldigt, og dette valg er sandsynligvis hovedårsagen til de opståede sygdomsproblemer.

Nogle af de skuffelser, der har været i forbindelse med overførsel af væksthormongenet kunne uden tvivl have været undgået, hvis man havde taget hensyn til den eksisterende viden om regulering af geners ekspression og genprodukternes biologiske effekt. I Cambridge har man gennemført et projekt, hvor man søgte at undgå den ukontrollerede dannelse af væksthormon ved at koble genet til promotoren for prolaktin. Prolaktin er - ligesom væksthormon - et hormon, der dannes i hypofysen. I de transgene grise blev væksthormon kun udskilt fra hypofysen, og dets udskillelse blev reguleret af de samme faktorer som regulerer udskillelsen af prolaktin. Derfor kan udskillelsen af det tilførte væksthormon reguleres af de samme faktorer, der regulerer prolaktinudskillelsen.

Koblingen til prolaktinpromotoren betyder derfor, at væksthormonudskillelsen i disse

grise kan forøges ved hjælp af lysprogrammer. En forøgelse af lysperioden stimulerer nemlig udskillelsen af prolaktin. I lakterende køer ville indsættelse af væksthormongenet knyttet til prolaktinpromotoren betyde, at køerne ville få en ekstra dosis væksthormon i forbindelse med hver malkning. Prolaktin udskilles nemlig i forbindelse med malkningen. Denne forøgelse af udskillelsen ville være begrænset til laktationsperioden, så udskillelsen ville være normal i goldperioden og under opvæksten. Dette eksempel illustrerer, at det er muligt at sikre en styring af de indførte geners ekspression ved at kombinere den fysiologiske viden om reguleringen af forskellige geners ekspression.

Afslutning

De hidtidige forsøg på at forbedre husdyrs produktionsegenskaber ved genoverførsel har ikke resulteret i praktisk anvendelige resultater, men erfaringerne fra forsøgene antyder, at det vil kunne lade sig gøre i fremtiden. Også uden uheldig påvirkning af dyrenes sundhed.

Det er imidlertid svært at sige hvornår, og på hvilket område, et eventuelt gennembrud vil komme. Det er dog vanskeligt at forestille sig et meget stort fremskridt i produktionseffektiviteten, fordi de fremskridt, der opnås i det traditionelle avlsarbejde er meget store. Samtidig er det usikkert, hvor effektivt transgene dyr ville kunne udnyttes, når der skal tages hensyn til den samlede avlsværdi. Det er sandsynligt, at den genetiske overlegenhed et transgent avlsdyr måtte have, ville blive indhentet i den tid, der ville gå med at teste dyret for andre egenskaber og sprede generne til populationen.

Det er derfor mest sandsynligt, at en positiv udnyttelse af genoverførsel først vil kunne opnås ved forbedring af egenskaber, der ikke indgår med samme vægt i det traditionelle avlsarbejde. Det kunne for eksempel være være en specifik forbedring af produktkvalitet eller en forbedring af dyrenes modstandsdygtighed over for sygdomme.

Mulighederne for at forbedre dyrenes modstandskraft mod sygdomme og etiske overvejelser i forbindelse med anvendelse af genoverførsel er behandlet i andre afsnit.

Etik i forbindelse med anvendelse af genteknologi

Peter Sandøe, lektor, dr.phil., formand for Det Dyreetiske Råd, og *Nils Holtug*, forskningsstipendiat, Ph.D., begge tilknyttet Bioetisk Forskningsgruppe, Institut for Filosofi, Pædagogik og Retorik, Københavns Universitet

Ifølge en traditionel og indflydelsesrig opfattelse af naturen er de forskellige dyre- og plantearter skabt af Gud. Det er Guds plan, at skaberværket ser ud, netop som det gør. Mennesker bør derfor afholde sig fra at ændre på naturens orden. Følgelig er der også grund til at være etisk betænkelig ved udviklingen og brugen af genetisk modificerede dyr, planter og mikroorganismer.

I kraft af udviklingen inden for naturvidenskaben tror de færreste i dag dog på, at de enkelte arter i bogstavelig forstand er skabt af Gud. Dyr, planter og mikroorganismer opfattes derimod som værende blevet til gennem en udviklingsproces. I denne udviklingsproces sker der gradvist ændringer og forskydninger i de underliggende genpuljer.

Det moderne naturvidenskabelige natursyn indeholder - i modsætning til det traditionelle - ikke et selvstændigt værdigrundlag. For at tage etisk stilling til brugen af genetisk modificerede organismer er det derfor nødvendigt at søge et værdigrundlag uden for videnskaben. Her melder sig altså behovet for en filosofisk etik.

Det er dog ikke på filosofisk grundlag muligt at bevise, at en bestemt etisk opfattelse er den rigtige; men er i det mindste muligt at diskutere og kritisere etiske opfattelser rationelt. Der synes at være to henseender, i hvilke etiske synspunkter kan underkastes rationel kritik:

For det første er det muligt at kritisere en etisk opfattelse, hvis den bygger på et usagligt grundlag. Man danner sig en etisk opfattelse af en sag på baggrund af de oplysninger, man har om sagen. Hvis disse oplysninger er forkerte eller meget ensidige, så hviler den etiske opfattelse på et usagligt grundlag. Det kan f.eks. tænkes at en person afviser anvendelsen af genetisk modificerede sukkerroer med den begrundelse, at sukkeret fra disse roer udgør en sundhedsfare for mennesker. Viser det sig, at det sukker, som produceres af de gensplejsede roer, er helt uskelneligt fra almindeligt sukker, så vil personen have grundlag for at ændre sin opfattelse.

For det andet kan en etisk opfattelse kritiseres, hvis den bunder i dobbeltmoral. Hvis f.eks. en person mener, at det er helt i orden at frembringe og anvende genmodificerede mus, men ikke kan acceptere transgene køer, så har personen i første omgang et problem med at forklare sin holdning. Hvis ikke personen kan pege på en relevant forskel mellem genetiske modifikationer i mus og køer, så må han enten opgive sin positive holdning over for transgene mus eller sin negative holdning til transgene køer.

Den ene etiske opfattelse er altså ikke automatisk lige så god som den anden. En etisk opfattelse kan være uholdbar, enten fordi den

---

* Indlæg ved seminaret den 9. november 1995 om »Bioteknologiens anvendelse inden for jordbruget«

bygger på et usagligt grundlag, eller fordi den bunder i dobbeltmoral.

I det følgende skal vi anvende de to kriterier til at vurdere forslag til et etisk grundlag for brugen af genetisk modificerede organismer.

Først vil vi dog forsøge at præcisere den etiske problemstilling lidt nærmere.

To typer etiske spørgsmål

I diskussioner vedrørende etiske grænser for anvendelsen af genteknologi er det muligt at skelne mellem to typer etiske spørgsmål.

Den første type spørgsmål drejer sig om, hvilken vægt forskellige modstridende etiske hensyn skal tillægges. I forbindelse med brugen af genmodificerede dyr kan der f.eks. opstå en konflikt mellem hensynet til dyrenes velfærd og menneskelige interesser. Således kan brugen af transgene kræftmus tænkes at føre til bedre behandlingsmetoder i forbindelse med kræft. De kræftsyge mus kan dog komme til at betale en del af prisen for dette gode i form af lidelsesfulde oplevelser.

Det etiske spørgsmål er her, hvordan de modstridende etiske hensyn - i dette tilfælde forbedret sygdomsbehandling hos mennesker og lidelser hos de transgene forsøgsdyr - skal afvejes i forhold til hinanden.

En anden og mere fundamental type spørgsmål angår, hvad der overhovedet udgør etisk relevante hensyn. Hvis man f.eks. diskuterer, om det er betænkeligt at skabe nye typer af planter ved hjælp af genmanipulation, så vil nogle mene, at det at lave om på planters gener ikke i sig selv udgør noget etisk problem. Andre vil derimod sige, at der et etisk hensyn at tage til respekten for naturens orden.

Det er meget vigtigt at tage diskussionen om, hvilke hensyn der er etisk relevante, inden man diskuterer afvejning af modstridende hensyn. Ellers vil de forskellige parter i diskussionen let komme til at tale forbi hinanden. Dette ser man ikke så sjældent. F.eks. kan én part argumentere for, at brugen af en bestemt genetisk modificeret organisme ikke udgør noget problem, fordi den ikke er forbundet med nogen risiko for menneskers sundhed og for dyrs velfærd. En anden part i diskussionen mener måske derimod, at vi ikke må gribe ind i naturens orden, og at det derfor etisk set er forkert at tillade brugen af den pågældende organisme. Hvis ikke de to parter gør sig klart, at de anser forskellige hensyn for at være etisk relevante, så kommer de til at tale forbi hinanden.

I denne artikel vil vi udelukkende se på det andet og mest fundamentale af de to nævnte former for etiske spørgsmål. Vi vil altså diskutere, hvilke hensyn der er etisk relevante. Derimod vil vi ikke komme ind på, hvordan modstridende, etisk relevante hensyn skal afvejes i forhold til hinanden.

To etiske grundholdninger

Der er to grundholdninger til spørgsmålet om, hvilke hensyn der er etisk relevante:

Den nytteetiske opfattelse:
Kun hensynet til menneskers og dyrs velfærd er etisk relevant. Hvis ikke brugen af genetisk modificerede organismer har negative konsekvenser for menneskers og dyrs velfærd, så udgør den derfor ikke noget etisk problem.

Den pligtetiske opfattelse:
Der er andre etisk relevante hensyn end menneskers og dyrs velfærd. Brugen af genetisk modificerede organismer kan altså være etisk betænkelig, selv om den ikke har negative konsekvenser for menneskers eller dyrs velfærd.

Det meste af den eksisterende lovgivning vedrørende udvikling og brug af genetisk modificerede organismer bygger tilsyneladende på den nytteetiske opfattelse. Man giver tilladelser til udvikling og brug af genetisk modificerede organismer på baggrund

af vurderede konsekvenser for menneskers sundhed, for miljøet og i visse tilfælde også for dyrenes velfærd - alle sammen ting, der er relevante ud fra en nytteetisk opfattelse. Der er dog undtagelser. F.eks. tales der i den hollandske lovgivning om respekt for dyrenes intrinsiske værdi, hvor dette begreb eksplicit siges at omfatte mere end blot de nytteetiske hensyn til sundhed og velfærd. Fra de nordiske lande er der eksempler på politiske hensigtserklæringer vedrørende reguleringen af bioteknologi, som klart bygger på et pligtetisk grundlag. F.eks. nævner en norsk »stortingsmelding« hensynet til naturens intetgritet som en del af det etiske grundlag for regulering af genteknologien (St.meld. nr.8. (1990–91), *Om bioteknologi*, Oslo: Miljøverndepartementet, s. 42). Derfor vil det også have en vis praktisk interesse at diskutere, hvilken af de to opfattelser, der er den rigtige.

Tilhængere af den pligtetiske opfattelse er normalt ikke uenige med tilhængere af den nytteetiske opfattelse, når de siger, at hensynet til menneskers og dyrs velfærd er etisk relevant. Alle kan altså tilsyneladende enes om, at det ud fra en etisk betragtning er vigtigt at vurdere, om udvikling og brug af genetisk modificerede organismer har negative konsekvenser for menneskers sundhed, for miljøet, dvs. for menneskers og dyrs livsbetingelser, og for dyrs velfærd.

Uenigheden drejer sig derfor om, hvorvidt der også er andre forhold, som skal tages med i de etiske overvejelser. For at tage stilling til uenigheden er det derfor nødvendigt at klargøre, hvad det er for andre hensyn, tilhængere af den nytteetiske opfattelse anser for relevante. I litteraturen støder man på følgende tre forslag til etisk relevante hensyn, som ser ud til at bunde i en pligtetisk opfattelse:

1) De enkelte arters genetiske integritet bør respekteres
2) Naturen bør ikke tingsliggøres
3) Artsgrænser må ikke udviskes

Typisk vil en tilhænger af den pligtetiske opfattelse påberåbe sig mindst et af disse hensyn. Derimod er det ikke sikkert, at alle pligtetikere vil anse de samme hensyn for at være etisk relevante.

I det følgende afsnit vil den nytteetiske opfattelse blive forsvaret, idet det vil blive forsøgt vist, at de tre anførte forslag til etisk relevante hensyn enten kan afvises ud fra de to kriterier for en holdbar etisk opfattelse, som blev opstillet i indledningen, eller i sidste ende bygger på hensynet til menneskers og dyrs velfærd, og derfor er forenelig med den nytteetiske opfattelse.

Forsvar for den nytteetiske opfattelse

Hensynet til arters *genetiske integritet* kan naturligt udlægges som et pligtetisk krav om ikke, eller i hvert fald ikke uden videre, at ændre de eksisterende arters genetiske sammensætning.

Der er ingen tvivl om, at dette hensyn dækker en følelse, som mange mennesker deler; men der er samtidig nogle væsentlige problemer forbundet med at forklare og forsvare synspunktet.

Det første problem er at forklare, hvad der er så særligt ved de genetiske strukturer, som eksisterer netop nu. Gennem evolutionshistorien udvikler de genetiske strukturer i dyr, planter og mikroorganismer sig løbende. Det er ikke muligt at pege på et punkt i denne udvikling, hvor organismerne har nået deres »endelige« eller »færdige« form.

Tanken om genetisk integritet synes dog at forudsætte, at der *er* noget særligt ved netop de eksisterende genpuljer. Set ud fra et udviklingsperspektiv forekommer dette helt vilkårligt - svarende lidt til at sige, at kunst og litteratur har nået sin endelige form og ikke skal have lov til at udvikle sig yderligere.

Det andet problem består i, at genetiske ændringer accepteres i andre sammenhænge, f.eks. i forbindelse med selektiv avl. Når man

fremavler planter med nye farver og husdyr med forbedrede produktionsegenskaber, så ændrer man dermed også indirekte generne hos de relevante organismer. Dette anses normalt ikke for at være et etisk problem i sig selv. De etiske problemer i denne forbindelse drejer sig udelukkende om miljø, sundhed og dyrevelfærd.

Det synes svært at pege på en etisk relevant forskel mellem de forskellige måder til at ændre organismers genetiske sammensætning. Hvad enten der er tale om genteknologi eller avlsarbejde, så er der tale om bevidste ændringer af generne hos levende organismer udført på baggrund af naturvidenskabelig erkendelse. Hvis ikke man ser noget etisk betænkeligt i enhver form for systematisk forædlings- og avlsarbejde, kan man derfor ikke anse genetisk integritet som et relevant hensyn i forbindelse med brugen af genetisk modificerede organismer.

Onko-musen kan tjene til at illustrere problemet. Det er en transgen mus, som har en stærk disposition for at udvikle kræft. Der findes dog også kræftmus, som er fremkommet gennem traditionel avl. Man kan have mange etiske betænkeligheder i forbindelse med anvendelsen af kræftmus; men det synes ikke at være etisk relevant, om musen er blevet til gennem den ene eller den anden teknik. Ved nærmere eftersyn synes det udelukkende at være hensynet til dyrevelfærd, som giver anledning til etisk betænkelighed.

På baggrund af de to anførte problemer kan det konkluderes, at genetisk integritet ikke udgør noget relevant etisk hensyn.

Med hensyn til *tingsliggørelsen* kan enhver brug af naturen til at fremme menneskelige formål vel opfattes som en form for tingsliggørelse. Hvis tingsliggørelsen i sig selv var et etisk relevant hensyn, ville dette tale imod enhver brug af levende organismer til menneskelige formål, hvilket forekommer absurd. Det etisk set afgørende bør derfor ikke være, om naturen bliver brugt til at tjene menneskelige formål; men at der samtidig er plads til at tage etisk relevante hensyn.

På dette punkt i den etiske argumentation kan det være rimeligt at skelne mellem to former for organismer. På den ene side er der laverestående dyr, planter, og mikroorganismer, som ikke må formodes at have bevidsthed. På den anden side er der de højerestående dyr, som må formodes at besidde en vis grad af bevidsthed. Disse organismer kan opleve smerte og anden form for lidelse, og de kan føle behag, forventning og have andre former for positive oplevelser.

Da laverestående dyr, planter og mikroorganismer ikke har nogen bevidsthed, kan det ikke gøre nogen forskel for dem, om vi behandler dem på den ene eller anden måde. Derfor kan der argumenteres for, at disse organismer ikke i sig selv har krav på etisk hensyn. Det betyder naturligvis ikke, at man kan gøre med dyr og planter, hvad man vil; de udgør livsgrundlaget for højerestående dyr, foruden i visse tilfælde at være en kilde til stor æstetisk nydelse for mange mennesker.

Højerestående dyr har derimod i kraft af at være bevidste væsner behov, som skal tilgodeses. På den baggrund kan man formulere følgende princip (frit efter den tyske filosof Immanuel Kant): Behandl aldrig et bevidst væsen *blot* som et middel, men *også* altid som et mål i sig selv. I forbindelse med brugen af genmodificerede dyr kan dette krav udlægges på den måde, at man ikke må anvende dyr, som i kraft af de genetiske forandringer er disponeret til at lide eller miste væsentlige positive oplevelser. Hermed peger diskussionen af tingsliggørelse frem mod diskussionen af velfærd.

Hvad angår det sidste af de tre nævnte forslag til etisk relevante hensyn, at *artsgrænser ikke må udviskes,* så gælder det, at artsgrænser spiller en stor rolle i den eksisterende moral. F.eks. har vi meget forskellige holdninger til, hvordan hunde, grise og rotter skal behandles. Men det er et spørgsmål, om disse former for forskelsbehandling kan stå for en nærmere etisk undersøgelse. Tværtimod kan en udviskning af artsgrænser måske bidrage til, at vi overvejer det rimelige i den gængse artsdiskrimination.

Man må også spørge *hvorfor* det skulle være så væsentligt at opretholde de nuværende artsgrænser. Et bud kunne være, at når arternes gener krydses, er det vanskeligt at forudsige udfaldet. Resultatet kan blive et dyr med nedsat velfærd, eller en økologisk trussel mod mennesker og dyr. Et andet bud er, at når artsgrænserne udviskes, mister vi de arter, vi kender og holder af. Begge bud peger imidlertid på, at det relevante hensyn i sidste ende synes at være til dyrs og menneskers velfærd.

Ved nærmere eftersyn viser de tre pligtetiske hensyn sig enten at være uholdbare eller at bunde i hensynet til menneskers eller dyrs velfærd. Dette er udgør i sig selv et stærkt argument for den nytteetiske opfattelse.

Lad os afslutningsvis sige lidt om, hvorledes den nytteetiske opfattelse kan tjene som grundlag for at regulere brugen af genetisk modificerede organismer.

Regulering på nytteetisk grundlag

Ifølge den nytteetiske opfattelse skal brugen af genetisk modificerede organismer vurderes ud fra sine konsekvenser med hensyn til menneskers og dyrs velfærd. I én henseende bliver reguleringen derved meget enkel; i en anden henseende bliver den meget vanskelig.

Reguleringen bliver enkel på den måde, at den kan foregå på samme grundlag som det hvorpå megen anden offentlig regulering i forvejen foregår. Sundhedsmyndighederne regulerer i forvejen brugen af nye stoffer og levnedsmidler på baggrund af disses konsekvenser for befolkningens sundhed. Miljømyndighederne regulerer anvendelsen af nye produkter på baggrund af disses konsekvenser for miljøet. Når det endelig drejer sig om anvendelse af dyr til forskning eller produktion, er der myndigheder, som sætter grænser ud fra hensynet til dyrenes velfærd. Genmodificerede organismer kræver således ikke noget nyt reguleringsgrundlag.

Samtidig er der selvfølgelig det problem, at det kan være meget vanskeligt og ressourcekrævende at sige noget nogenlunde sikkert om, hvilke konsekvenser brugen af genmodificerede organismer vil have for sundhed, miljø og dyrevelfærd. Det ville være meget enklere, hvis man ved hjælp af pligtetiske hensyn på forhånd kunne afvise udvikling og brugen af nogle, eller ligefrem alle genmodificerede organismer.

Ud fra den nytteetiske opfattelse er det tilsyneladende umuligt på forhånd at trække grænser. Det er kun konsekvenserne, der tæller, og dem kender vi jo ikke, før vi har prøvet at bruge de pågældende organismer.

Her kan dog anføres et modsatrettet ræsonnement: Vi ved, at brugen af genmodificerede organismer kan have stærkt negative konsekvenser for både miljø og dyrevelfærd; det kan samtidig være dyrt, vanskeligt og i visse tilfælde også farligt at undersøge konsekvenserne. Derfor kan der nytteetisk set være gode grunde til at holde igen med at tillade brugen af genmodificerede organismer.

Den nytteetiske opfattelse medfører altså ikke, at alt, som er uden dokumenterede negative konsekvenser, skal tillades. Opfattelsen levner plads til at forbyde brugen at genmodificerede organismer, når denne ikke har dokumenteret nytteværdi.

Når det i praksis er muligt at regulere brugen af genmodificerede organismer relativt stramt, så er en del af forklaringen uden tvivl, at mange mennesker på baggrund af pligtetiske synspunkter har en stærk negativ holdning over for udvikling og brug af genmodificerede organismer. At den pligtetiske opfattelse bliver accepteret af mange kan altså vise sig at have stor værdi set ud fra en nytteetisk betragtning.

Til slut kan det være rimeligt at understrege, at selv om man accepterer den nytteetiske opfattelse, som den her er defineret, så udestår der stadig en række væsentlige etiske spørgsmål i forbindelse med brugen

af genetisk modificerede organismer. Det er spørgsmål, som vedrører afvejningen af de forskellige relevante etiske hensyn i forhold til hinanden. Selv om man accepterer, at både menneskers interesser og dyrs velfærd udgør relevante etiske hensyn, så er det ikke dermed afgjort, hvilken vægt disse hensyn skal have. Der udestår stadig en stor diskussion om, hvorledes man skal afveje de to hensyn, f.eks. i forbindelse med husdyrproduktion.

Accepten af den nytteetiske opfattelse er kun det første skridt i retning af en etisk afklaring.

Litteratur

En god litteraturoversigt er givet af Jonas Josefsson i *Risk, bioteknologi och etik - rapport från Nordisk utskottfdr etik inom bioteknologi, Nordiske Seminar- og Arbejdsrapporter 1992:503.* (København: Nordisk Ministerråd, 1992).

Vi skal her nøjes med at henvise til nogle få rapporter og udtalelser vedrørende regulering af genteknologi, som Josefsson ikke har med.

Rapporter og udtalelser:

Mia Buehr & J. Peter Hjorth, *Genetically modified animals,* Ministry of the Environment and Energy, Denmark, Danish Environmental Protection Agency, Miljøprojekt nr. 277, 1994.

René Custers & Lydi Sterrenberg, *Regulation and discussion on genetic modification of animals, The situation in the European Community, the Netherlands, the United Kingdom, Germany, Denmark, France, and the United States, NOTA werkdocument,* W 38 (Leiden: The Netherlands Organization for Technology Assessment, 1992).

Genteknisk modifierte organismer - etiska och juridisat debatter i Norden, Nordiske Seminar- og Arbejdsrapporter, 1993:604 (København: Nordisk Ministerråd).

Teknologiske dyr, Indgreb i kønsceller på højerestående dyr, Slutdokument og ekspertoplæg fra konsensuskonferencen 23.-25. september 1992, arrangeret af Teknologinævnet i samarbejde med Folketingets Forskningsudvalg, Teknologinævnets rapporter 1993/1 (København: Teknologinævnet, 1993).

»Udtalelse om dyreforsøg«, Det Dyreetiske Råd (København: Justitsministeriet, 1992).

»Udtalelse om transgene husdyr«, Årsrapport fra Det Etiske Råd vedrørende Husdyr, 1991 (København: Landbrugsministeriet).

Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskab's Akademiråd

indbyder til seminar om

»VANDFORURENING MED PESTICIDER«

Onsdag den 20. marts 1996, kl. 9.30–16.30
i Eigtveds Pakhus, Asiatisk Plads, 1402 København K

Program

Kl. 9.30	**Velkomst og motivation** v/ gårdejer *Henrik Høegh,* De danske Landboforeninger
Kl. 9.40	**Spredning og nedbrydning af pesticider i miljøet** v/ dr. agro. *Arne Helweg,* Statens Planteavlsforsøg, Flakkebjerg
Kl. 10.00	**Status over pesticidforurening i grundvandsmagasiner, overvågningsprogrammer i Danmark, Tyskland og England** v/ geolog *Walther Brüsch,* Danmarks og Grønlands geologiske Undersøgelser (GEUS)
Kl. 10.20	**Kaffe**
Kl. 10.40	**Pesticidforurening i jordvand og drænvand** v/ lic. pharm., Ph.D. *Betty Bügel Mogensen,* Danmarks Miljøundersøgelser, Roskilde
Kl. 11.00	**Udvidet måleprogram til undersøgelse af pesticidindhold i grundvand** v/ civ. ing. *Niels Henrik Spliid,* Danmarks Miljøundersøgelser, Roskilde
Kl. 11.20	**Vurdering af risiko for pesticidudvaskning i jord** ved laboratorie- og feltforsøg v/ cand. scient., Ph.D. *Gitte Felding,* Statens Planteavlsforsøg, Flakkebjerg
Kl. 11.40	**Drøftelse af formiddagens indlæg**
Kl. 12.15	**Frokost**

Kl. 13.30 **Makroporetransport af pesticider i opsprækkede lerjorde**
v / cand. scient., Ph.D. *Peter Jørgensen,*
Geologisk Institut, Københavns Universitet og Geoteknisk Institut, ATV

Kl. 13.50 **Eksempler på punktkildeforurening af grundvand og metoder til identifikation**
v/ dr. agro. *Arne Helweg,*
Statens Planteavlsforsøg, Flakkebjerg

Kl. 14.10 **Pesticidforurening af overfladevand, resultater fra Fyns amt**
v/ civ. ing. *Stig Eggert Pedersen,*
Fyns Amt

Kl. 14.30 **Kaffe**

Kl. 15.00 **Pesticiders spredning med nedbøren**
v/ cand. agro., M.Sc. *Erik Kirknel,*
Statens Planteavlsforsøg, Flakkebjerg

Kl. 15.20 **Forureningsrisiko ved pesticiders anvendelse og mulighed for begrænsning**
v/ cand. scient. *Steen Marcker,*
Miljøstyrelsen

Kl. 15.40 **Landbrugets behov for pesticider og mulighederne for tilpasning til ændrede regler og krav**
v/ landskonsulent *Hans Kristensen,*
Landbrugets Rådgivningscenter, Skejby

Kl. 16.00 **Fælles drøftelse**

Kl. 16.30 **Afslutning**

Pris for deltagelse i seminaret om »*Vandforurening med pesticider*« er **kr. 350,00.** For medlemmer af Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskab er deltagerprisen **kr. 300,00.**

Prisen inkluderer seminarmateriale, frokost og kaffe.

Tilmeldingskuponen side 47 udfyldes og indsendes snarest muligt til Landhusholdningsselskabet eller pr. telefax 38 88 66 11.

Faktura på deltagerafgiften vil blive fremsendt, så snart vi har registreret Deres tilmelding.

Tilmeldingen skal være Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskab i hænde senest **den 11. marts 1996.**

Planteproduktion i landbruget

Redaktion: Sigurd Andersen
1. udg. 1994
215 sider, illustreret
Pris: 215,00 kr.

Her finder du alt om moderne planteproduktion samlet på et sted - præsenteret kort og præcist, og derfor velegnet som hurtigt opslagsværk.

Få svar på:
- Hvordan der foretages optimal jordbehandling
- Gødskning
- Plantebeskyttelse med reduceret dosis
  – oplysninger du har brug for ved arbejdet.

Desuden findes afsnit om de mest almindelige plantearters dyrkningskrav og pasning gennem vækstsæsonen, sædskiftet, høst, opbevaring og tørring. Ligeledes omhandler særlige kapitler emner som afgræsning, ensilering og frøavlens principper.

Jordbrugsforlaget/DSR Boghandel
Thorvaldsensvej 40, 1871 Frederiksberg C · Telefon 3135-7622, Telefax 3135-2790

Det står stadig mere klart, at anvendelsen af pesticider medfører spredning til omgivelserne. Selv om pesticiderne primært udsprøjtes på jorden og på dyrkede planter, så bliver de også spredt til atmosfæren, til søer og til grundvandet. Der er de senere år fundet lave indhold af en række forskellige pesticider i regn. Pesticiderne er også påvist i vandløb og søer, fordi de ved vinddrift eller udvaskning fra behandlede arealer er landet her. Endelig har man de senere år påvist en række pesticider i grundvand under både landbrugsområder og under bymæssig bebyggelse.

Der bliver på seminaret sat fokus på, hvordan man søger at belyse spredningen, og hvor pesticiderne er påvist som forureninger af regnvand, overfladevand og grundvand. Afslutningsvis vil Miljøstyrelsens muligheder for at begrænse anvendelsen af visse pesticider og landbrugets muligheder under en begrænset pesticidanvendelse blive belyst.

Afholdelsen af seminaret støttes økonomisk af Landbrugs- og Fiskeriministeriet og af Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen.

KUPON

Undertegnede tilmelder sig herved seminaret om »**Vandforurening med pesticider**«, onsdag den 20. marts 1996, kl. 9.30–16.30 i Eigtveds Pakhus, Asiatisk Plads, 1402 København K.

Navn: _____

Stilling: _____

Firma/institution: _____

Adresse: _____

Postnr./by: _____

Evt. medlemsnr.: _____

Dato og underskrift: _____

Tilmeldingen skal være Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskab i hænde **senest den 11. marts 1996.**

Det Kgl. Danske Landhusholdningsselskab, Mariendalsvej 27,2. 2000 Frederiksberg
Telefax 38 88 66 11