

Udskrift fra borgerjuryens afslutningskonference på Christiansborg

Så jeg synes, I har en kritisk tilgang, I vælter jeg ikke ud i en fuldstændig teknologi-rus og begejstring, men I har et kritisk, men relativt positivt sludokument, som er glædeligt at se også nuancerne i det.

Det er jo ikke specielt mærkeligt, fordi det også er den gængse opfattelse, at I er relativt glade for medicinprodukter, fordi de kan hjælpe forbrugeren, borgeren. Det jeg også hæfter mig ved, det er, at I er relativt positiv over for industriafgrøder, diverse typer af industriprodukter i planter. Det er bemærkelsesværdigt at sige, og det er da også positivt at se.

Jeg vil godt prøve at springe over til den generelle anbefaling, I har, jeres første anbefaling, hvor I giver rigtig mange point omkring, at der er behov for øget information og debat. Jeg kan ikke være mere enig, det er utrolig vigtigt, og den proces, I har været igennem, skulle vi egentlig alle sammen igennem på mange områder, men i hvert fald også på dette. Det ville give en meget mere nuanceret debat. Så det kan jeg fuldstændig tilslutte mig.

Der nævner I også flere steder, at det skal være fordelagtigt for aktørerne at være med og dyrke de her planter. Jeg formoder, I mener, at vi skal have politikerne og lovgivningen på plads, sådan så det ikke trækker ud i det uendelige, sådan så vi kan arbejde under nogle fornuftige rammer, og sådan så vi også kan få lavet nogle fornuftige rammer uden for lang tidshorisont for at få godkendt produkterne.

Der kan jeg jo tale af bitter erfaring, nu er Christian Wedell-Neergaard desværre gået, men han nævnte, at vi har arbejdet med den her foderroe, DLF Trifolium foderroen, i 4 år. Det er ikke sandt, det er faktisk et produkt, som blev færdigudviklet i midten af 90'erne, som blev vurderet og anbefalet af de danske miljømyndigheder i 1997, og siden 1997 har det faktisk ligget underdrejet i EU-systemet og ventet på en godkendelse.

Hvor mange produkter – GM eller andre produkter her i verden – kan holde til at ligge på hylden og vente i 8-10 år og så stadig væk være aktuelle, når de bliver hevet frem, det er der nok ikke mange, der kan. Det vil også gælde for de produkter, vi diskuterer her i dag.

Så det er utrolig vigtigt, at det bliver smidigt, det skal være effektivt, og det skal være sikkert, men det skal også være smidigt, og det skal også give virksomheden lov til at producere deres produkter.

Afslutningsvis lægger I meget vægt på, at der skal være forskningsmidler til det her, og der skal også være offentlige forskningsmidler. Det er jeg helt enig i. Der var blevet nævnt fra en politiker over for SF, at industrien står på spring. Det er desværre ikke sådan, verden ser ud, fordi de store industrivirksomheder sætter ikke små satsninger ind, det er det eneste, der findes i Danmark, det er små start op-virksomheder, som har en ide og prøver at udvikle den til en virksomhed. Men de store aktører er ikke på banen i det her, som verden ser ud i dag.

Jeg vil tro, vi får at vide, at landbruget er relativt interesseret i det under visse betingelser. Jeg repræsenterer så industrien, der ligger midt imellem landbruget og den industri, som skal trække produkterne, som skal efterspørge planter, som får organismen til at producere disse produkter, plantebiotek-industrien.

Men den industri, som i virkeligheden skal sige, nu gør vi det her sammen, denne aktør mangler vi på banen, og jeg kunne godt have tænkt mig, at der havde været en stol ved siden af, hvor en industrivirksomhed eller Dansk Industri var kommet med deres input til denne debat. Jeg ved, at de er til stede i salen, og det kunne være interessant at høre, hvad de siger.

Men den aktør skal være med, og så længe der ikke kommer en klar melding fra borgerne, forbrugerne, som de kan smide over til politikerne, så vil der være stor tilbageholdenhed, og den skal vi have åbnet op for, hvis vi vil det her. Ellers bliver det ikke andet end den snak, vi har i dag.

Bent Claudi Lassen (Landbrugsraadet): Det som jeg er imponeret over det er, at I kommer, som I har sagt det, nogle af jer med et åbent sind, I sætter jer ned i 3 dage, og mange af jer har ikke meget store forudsætninger for bredden i det, men at I så både på den måde, I har fremstillet det her på i diskussionen i dag og i de konklusioner, vi ser, får de nuancer frem, som vi andre, som synes, vi beskæftiger os med det løbende, har været mange år om at få de samme nuancer på bordet. Altså at nuancerne på 3 dage kan komme frem på denne måde er virkelig imponerende.

Jeg må sige, at jeg har det ligesom Klaus Birkholm, at det er klart, og det har vi hørt af ordstyreren, at vi ikke kan sammenligne på tværs, men vi kan på de punkter, hvor man får tildelt 10 point og må fordele dem positivt og negativt, der siger det her også for mig meget klart, at man har valgt at vægte på specielt medicin og på industri stort set lige positivt, endda mere positivt på industri, det var overraskende. Det andet det var, hvor man også går meget nuanceret ind i hele debatten omkring prydplanter.

Det er for mig også meget klart, at I har forholdt jer, i modsætning til det, vi hørte fra et par af politikerne, utrolig klart til hvad der er økonomi i det her, hvad der er sundhed og fremskridtsmuligheder i det her i forhold til sundhed, i forhold til industrielle arbejdspladser, men I har ikke gjort det kritikløst. I siger, jamen vi synes, det er flot, at man kan tjene penge på det her, det har I ingen problemer med, men det der er væsentligt, sådan som jeg ser jer i de svar, I giver, det der er væsentligt for jer, det skal være mere miljøbevidst end det, vi i forvejen kender, ellers gælder argumentet med at tjene penge ikke.

Det I også siger det er, at vi vil have en lovgivning, og vi vil have nogle kontrolforanstaltninger, som er stærkere end den forædlingsproces, vi i øvrigt har i almindelige planter. Så I har stillet nogle meget konkrete krav for at have den positive holdning til medicin, industri og prydplanter, som I har haft, nogle stærkere krav end det, der normalt gælder på forædling. Det er vi i landbruget også tilfredse med, specielt med spredningsargumentet, som er vældig vigtigt, og der siger I ikke blot, at vi skal passe på spredning, vi skal passe på vores grundvand.

Men I siger også, nu har vi været omkring ekspertpanelet på en facon, der gør os trygge ved, at det er altså noget af det, vi virkelig kan i Danmark. Den samme konklusion er vi også kommet til i landbruget, fordi I kan jo sige jer selv, at en traditionel landmand, som ønsker at gå ind i en GM-produktion, en traditionel landmand, som ikke ønsker at gå ind i en GM-produktion, eller en økologisk landmand, som ikke ønsker GMO ind i sine afgrøder. Der har vi, vi har dem alle som vores medlemmer, en meget klar interesse i, at denne spredningseffekt skal være kortlagt og skal være sikker, sådan at vi kan fastholde de 3 grupper af landmænd ud fra de ønsker, de nu måtte have. Der har I konkluderet, som vi har konkluderet, at det har vi faktisk i dette land, en meget stor erfaring i at kunne håndtere, og derfor kommer I til de konklusioner, I gør, lægger jeg meget vægt på.

Forbrugernes valgfrihed har vi været omkring, og der mener vi sådan set, I er inde på nogle mærkningsområder, og der er netop sidste år gennemført nogle udmærkede mærkningsregler, som tager højde for noget af det, I gerne vil, men det er klart, den måde vi skal håndtere forbrugernes valgfrihed på, så synes jeg, at Martin Lidegaards pointe er væsentlig, så må vi derudover meget nøje diskutere, hvad er det så, lovgiverne skal sørge for er i orden, sådan at kontrollen er i orden, spredningseffekten og det, vi var inde på før, er sikkert i forhold til forbrugerne og landmændene, og hvem der er interessenter i det her. Det har vi lovgiverne til, og det skal de selvfølgelig håndtere for os.

Men vi er med på, at der skal være en forbrugeraccept, og der skal være et forbrugervalg i forhold til de her forskellige produktioner, vi nu har.

Min sidste pointe er så og mit sidste spørgsmål til jer er så oplysningen, fordi det er jo det, vi har sagt til hinanden i mange år, lad os nu få oplysning på bordet, det har I selv oplevet. Mit spørgsmål til jer er, hvordan skal vi så oplyse, hvem er det, der skal oplyse, hvad er jeres oplevelse af oplysningen, fordi vi har faktisk sagt det til hinanden, men er ikke nået ret langt. Det vil jeg gerne have nogen svar på, hvordan skal vi oplyse?

Gunver Bennekou (Danmarks Naturfredningsforening): Jeg vil også sige tillykke med det, I har siddet og brugt mange dage på, jeg synes, I er i er kommet med nogle meget forskellige spørgsmål, som I har prøvet at svare på, og som I har kunnet give point til, som de andre også har sagt, så er det nogle meget nuancerede nogle, I er kommet med.

Det hænger jo også sammen med, som jeg tror, det var, Martin Lidegaard, der sagde, det her er ikke et område, man kan sige ja eller nej til, det er et område, man kan diskutere, man kan komme med synspunkter på den ene side og på den anden side.

Da jeg så det, da jeg lige hurtigt løb det igennem, da jeg kom her til morgen, så må jeg indrømme, at jeg blev meget overrasket. Det jeg blev meget overrasket over, det var faktisk jeres meget positive indstilling til den industrielle anvendelse af GM-planter. Grunden til, at jeg blev overrasket over det, det var, at jeg tænkte ved mig selv, jamen hvad er nytten ved, at man får det her poppeltræ ændret i forhold til den risiko, der faktisk er ved spredning af pollen fra sådan et poppeltræ.

Når jeg så ser på, hvad det er for nogle bemærkninger, I har omkring den industrielle anvendelse, så læser jeg det lidt som om, at I har diskuteret, at industriel anvendelse er en god ide, hvis man i øvrigt får forbedret miljø. Men det er jo ikke noget, der er automatisk, det er heller ikke automatisk med den lovgivning, man har, at man får automatisk forbedret miljøet ved at have GM-planter. Hvis man laver den her poppel, så vil den jo i givet fald blive vurderet i Danmark, hvis det er her, den skal vokse, men papirproduktion finder i øvrigt sted i Finland eller et andet sted, og papirmasse er, så vidt jeg er orienteret, ikke noget af det, der er stor mangel på i Danmark eller i verden som sådan. Så det var en stor overraskelse for mig, at I kom frem til den her meget generelle positive holdning til industriel anvendelse.

Hvis I er kommet frem til det, fordi I simpelt hen hele tiden har fået at vide, jamen det her vil forbedre miljøet, så kan jeg godt forstå det. Men jeg synes også, vi mangler at se de her succeseksempler, hvis man ser hele vejen igennem på produkter, at det vi være en meget vigtig miljø- eller sundhedsforbedring.

Der er det, jeres afgrænsning måske, synes jeg, er lidt problematisk, at I kigger på Danmark, fordi Danmark er jo i dage ikke en lille indesluttet enhed, men en hvor varer flyver frem og tilbage, og den indflydelse, vores produktion har, den vil også have indflydelse langt ud over Danmarks grænser. Så det vil jeg egentlig godt også have jeres bemærkninger til.

Så har jeg også lagt mærke til, at I er positivt indstillet over for den medicinske anvendelse. Det var også sådan en, jeg havde regnet med, da jeg læste de spørgsmål, I fik, at der ville I nok være positive. Men jeg læser faktisk også jeres første betingelse omkring medicin, at det faktisk skal være indesluttet anvendelse, det skal ikke være medicinske planter, der står ude på markerne, men det skal være noget, der foregår i drivhuse. Det er jo nok også langt i tråd med, hvordan man producerer medicin, at det ville man nok ikke gøre ude på markerne, og det vil sige, spredningsrisikoen i den medicinske vil jo være helt anderledes, når det er inde i drivhuse, end hvis det er planter der står ude på marken.

Jeg har også lagt mærke til jeres generelle anbefaling om, at man skal have folkelig oplysning og folkelig debat, og det synes jeg er meget, meget vigtigt, at man sikrer den debat. Jeg vil så sige, at skeptikerne til anvendelse af GM'er, det er jo typisk sådan nogle som Danmarks Naturfredningsforening, Greenpeace, og hvis I så ikke kan forstå, hvad vi siger, så bliver det jo ikke særlig slagfast det, vi kommer med. Men den forskning, man har i Danmark, er jo i høj grad hos folk, der arbejder med generne, og så kommer der så sådan nogle som os og er skeptiske.

Vi gør selvfølgelig, hvad vi kan for at få en debat, vi er ikke skeptiske af natur, men vi vil gerne hele tiden have naturen for øje, sikre, hvad er det for en udvikling, der kommer, hvordan influerer den på naturen. Det vil jo være vores udgangspunkt.

Jeg har to afsluttende bemærkninger. Det ene jeg vil sige, det er, at jeg tror, det er vigtigt, hvis man skal til at have denne slags, at man er meget, meget opmærksom på at kigge på den enkelte plante, det enkelte gen, den enkelte art, hvis man overhovedet skal til at godkende dem her. Det var den ene ting.

Den anden ting det er noget, I også nævner, jeg også synes er vigtigt, det er, om man kan have de her planter, som er genetisk modificerede og producerer f.eks. stivelse sammen med almindelige kartofler. Det vil jeg egentlig godt høre, om I har haft nogle diskussioner om.

Camilla Udsen (Forbrugerrådet): Jeg synes også, det har været spændende at følge med i det her og læse det, I er kommet frem til, det kan jeg forestille mig har været nogle svære diskussioner.

Forbrugerrådet siger jo heller ikke ja eller nej til GMO, men i praksis så er vi nogle af dem, der ligesom Danmarks Naturfredningsforening, der også er skeptiske. Det er bl.a., fordi der er masser af eksempler på, at naturvidenskaben og industrien har taget fejl i deres forudsigelser om, hvad der er sikkert, og hvad der ikke er sikkert.

Vi mener, når man vurderer produkter, er det vigtigt altid at opveje nytten mod en evt. risiko og også at se på, om der er nogle alternativer og så selvfølgelig inddrage etiske aspekter.

Vi arbejder meget for, at forbrugeren skal have et alternativ, bl.a. ved at den GMO-fri produktion skal beskyttes, og også at GMO-produkter mærkes.

Altså før vi ligesom kan overbevises om, at noget er godt, så vil vi gerne se nogle konkrete produkter, som virkelig har den effekt, som man har pralet med på forhånd. Der må jeg konstatere, at vi ikke har været imponeret over det, vi hidtil har set i praksis.

Jeg synes, det er meget positivt, at I generelt lægger vægt på information og debat, og også at forbrugeren har et valg helt generelt. Men ligesom DN, så er jeg også ret overrasket over, at I alligevel generelt er så positive, som I er, og jeg vil da gerne komme med nogle kommentarer til de 3 forskellige områder.

Medicinområdet. Der er flere, der har været inde på det før, der overrasket det mig faktisk også lidt, at I i virkeligheden er mindre positive over for det end for den industrielle anvendelse, fordi altså når vi taler medicin, så har tidligere undersøgelser ofte vist, at netop fordi mange mennesker opvejer nytten mod risikoen, når vi taler medicin, helbred og mennesker, så er man mere villige til at tage en risiko.

Det er i virkeligheden også meget den indstilling, Forbrugerrådet har, især også fordi I bruger jo allerede gensplejsningen til at producere medicin i lukkede systemer, hvor vi bruger bakterier og gærceller. Der kan man sige, der flytter man jo også gener fra dyr og mennesker og sætter dem over i bakterier og pro-

ducerer det. Det ser vi sådan set ikke de helt store problemer i, det der er vigtigt for os er, at det foregår i lukkede systemer, så der ikke sker en forurening.

Det overrasker mig måske nok lidt, at I godt nok skriver, at produktion, hvor der indgår menneske- og dyregener skal foregå i lukkede miljøer, men jeg ser ikke kun de produkter, hvor der indgår menneske- og dyregener som de problematiske. Det kan være alle mulige andre typer medicin, hvor genet kommer et andet sted fra, som kan være farligt at spise for dyr, eller hvor der er ekstra store problemer i forhold til sammenblanding. Så derfor undrer det mig, at sådan en som en af de sidste der med, at landmanden ikke må have flere forskellige produktioner, samtidig at den er vægtet så lavt.

I forhold til etikken mener jeg også, at noget af det, der er vigtigt, man skal overveje, det er hele den her omdefinition af, hvad der er mad, fordi det er jo det, der er noget andet, når man lige pludselig begynder i stedet for at producere det i gær og bakterier og så producere det i kartofler, at der er ligesom nogle etiske ting, som gør, at man ser på det på en anden måde. Og også at de menneskelige fejl, som man ved, der kan ske, det kan godt være, at det måske ikke er teknologien i sig selv, at det kan være menneskelige fejl, som kan ske, som kan forårsage en sammenblanding, men det sker, og det er teknologien, der gør, at de kan have en mere fatal konsekvens.

Industriprodukterne, for lige at gå over til dem, er jeg som sagt overrasket over, hvor positive I er. Jeg tror meget, det er på grund af denne her med, at I har fået at vide, at det vil forbedre miljøet meget, og det vægter I meget højt. Det kan jeg også godt forstå. Jeg mener, det er vigtigt at huske på, at nogle af de planter, vi allerede har set nu, som ligesom bliver lanceret, hvor de lover miljøgevinster, mener jeg har været kortsigtede, og jeg mener også, det er vigtigt, at man altid husker, om der er nogle alternativer.

Så må man også sige, at det kan være, hvis der virkelig skal økonomi i nogle af de her produktioner, så bliver man nødt til at gå ind og dyrke det meget intensivt, og i virkeligheden gå ind og bruge meget kunstgødning og pesticider, hvis man f.eks. skal i gang med at producere plastic til virkelig noget, der kan betale sig økonomisk.

Med hensyn til prydplanterne er det det, jeg undrer mig mest over, for jeg kan godt være bekymret over prydplanterne, netop fordi det er, man ikke kan kontrollere spredningen. Der synes jeg, at når man opvejer nytten mod risikoen, der må man sige, at der er nytten altså meget lille, og der vælger I at se på en anden måde, jamen den kan vi prøve, den kan være en spydspids, for den er harmløs. Men den er jo ikke harmløs på den måde, hvis alle folk går ud og planter deres planter hjemme i deres haver, og jeg ved ikke hvad. Så på den måde synes jeg ikke, den er særlig harmløs.

Mette Seier Helms: Jeg har en skov af borgerhænder noteret her.

Debat og spørgsmål fra salen

Else Agergaard: (mikrofon ikke på i starten) ... nu har vi jo lige hørt Forbrugerrådets repræsentant, og det hænger jo også sammen, hvad er oplysningerne, og hvilken debat kan vi få for at vi som borgere, måske ikke udelukkende forbrugere, men som borgere kan få en debat om emnet, så synes jeg, det er vigtigt, at der også er et forum, hvor de interesser, der er i hele det spekter, som ligger i den traditionelle, i den økologiske og i genplanteproduktionen, de interesser kan mødes og debatteres også, sådan at det forum bliver et plateau for, hvordan borgerne skal debattere.

Det er noget af det, som vi ikke helt har nået i vores arbejde, men som man kunne mærke en tendens til, at vi godt ville vide lidt mere om, hvordan kan de interesser samarbejde, hvordan kan økologien og GM-

planternes producenter og forskere samarbejde om noget, så vi kan få den brede debat og den brede oplysning, der er vigtig.

Altså med andre ord, at det debatforum og det oplysningsforum, der skal være, det er båret af, at de der arbejder med det, og de der producerer også debatterer og åbner deres debat.

Det betyder så, at der må være nogle pilotprojekter, nogle ting som gør, at vi som borgere kan se, jamen hvordan kan økologerne og GM-planteproducenterne samarbejde, hvordan forsker de, og hvilke intentioner kan de have, og hvordan kan de bruge hinanden, hvordan kan de få det bedste ud af det her i stedet for at sige, at vi vil ikke, og vi vil ikke. Det tror jeg er en meget vigtig del i oplysningen og i debatten.

Debatten skal være bred, men den skal også være baseret på viden, og i folkeskolen mangler vi viden inden for de naturfaglige områder. Uanset om man kan lide det eller ej, så kan de nye prøver måske hjælpe lidt på det, og det synes jeg også er vigtigt at tage med, selv om det er på lang sigt. Altså oplysning skal være baseret på en reel ordentlig viden, og den debat, der skal være bred, men den skal også være sådan, så borgerne får en fornemmelse af, at det her er alvorligt, og det er noget, som vi gider, sådan så det ikke bare lukker herefter, nu har vi debatteret det, og så lukker vi til. Der ligger et ansvar hos økologer og GM-planteproducenter, som vi skal se. Det hænger sammen med noget politisk, og det hænger sammen med noget økonomisk.

Den debat tror jeg, befolkningen er meget klar til at tage, og vi kan tage nogle eksempler. I vores gruppe har vi virkelig ved den viden vi har fået, fået pillet ved nogle ting, hvor man sidder og siger, jamen hvis jeg vidste, at gensplejsning og genforædling var sådan og sådan, så havde jeg ikke haft den mening om tingene, som jeg kom med. Så det er vigtigt.

Anne Lyloff Petersen: Jeg kan kun være helt enig i de ting, Else siger omkring det her med oplysning. For mig er det vigtigt, at man, hvis man tager tv'et som et medie, at man ikke laver en tv-udsendelse, hvor der sidder en masse eksperter og fortæller og giver en masse oplysninger ud til borgerne. For mig er det vigtigt, at selvfølgelig både for og imod-siderne er repræsenteret, men også at der i eksempelvis i sådan et program var nogle borgere, som kunne stille de samme spørgsmål til begge parter, ligesom vi har haft lejlighed til her.

Camilla Udsen fra Forbrugerrådet nævner meget ofte, at du er meget overrasket over vores positive holdning til det her. Man kan sige, vi er jo valgt ud her, fordi vi meget gerne skulle repræsentere den danske befolkning på forskellige områder, det være sig køn, alder, baggrund, uddannelse osv. Jeg synes, når der nu kommer sådan et produkt ud af det her, hvor ja, vi har en generelt positiv holdning til det, så håber jeg da også, at Forbrugerrådet tager det til sig og ligesom prøver måske at efterrationalisere lidt og sige, jamen holdningen har måske ændret sig i befolkningen, eller det kan være, der er nogle ting i befolkningen, som gør, at folk ved måske ikke nok om det her. Så I ligesom går ind og bruger det her og ikke blot "er overrasket over det", for I skulle jo gerne også repræsentere vores holdninger.

Stinne Orboe Nielsen: Jeg kan da også starte med at tage Camilla med, hvis vi som forbrugere har brug for en succeshistorie, så skal vi vel også åbne døren på klem, eller også så skal vi vente på, at udlandet kommer med en succes til os, og jeg ville da have mere tillid til noget, der var dansk, det må jeg da indrømme.

Og til Gunver, det er da vigtigt, at naturfredningsforeningen kommer ind og kommer med nogle argumenter for, hvorfor vi ikke skal i gang med det her. Det behøver da ikke være videnskabeligt alt sammen.

Jeg håber da også, der på et tidspunkt kommer en præst, jeg er ikke specielt religiøs, men de må da repræsentere en anden slags holdninger også, som ikke er videnskabelige, men som fylder meget hos os.

Det sidste jeg vil sige det er, at min oplevelse efter de her dage er, at der er en stor tillid til den danske landmand, altså vi føler, det er dygtige folk, og de er ansvarsfulde for det, de laver. Jeg har det personligt så sådan, at jeg har mere tillid til en dansk landmand i Danmark end en dansk landmand i Polen. Så lad os, hvis vi skal have det, holde det herhjemme.

Anders Filtenborg Spliid: Den kan jeg kun støtte Stine i, så den vil jeg ikke, jo jeg vil lige uddybe den der lidt i forhold til planteproduktion hos den danske landmand. Man kan sige, at det vi vendte lidt i aftes det var, at hvis en landmand skal have noget at leve af, og han skal have en lillebitte bitte produktion af GM-planter, så bliver det nok tvivlsomt, om han kommer til at overleve, bare for at lave et lille økonomiargument, ikke fordi jeg synes, at det er det, der skal vægte højest.

Når det er sådan, at vi siger, at en dansk landmand godt kan have planteproduktion, så er det, fordi vi lytter til det, Landbrugsraadet siger, jamen vi har dygtige folk. Vi er klar over, at der kan ske menneskelige fejl, men vi er også bevidste om, at når vi har en plante stående ude ved en landmand, så er det, fordi den er testet, og fordi den er godkendt. Det må vi så have vores tillid til, at den godkendelse er god nok, så er der nok ikke så stor risiko for, at det er et problem. Det var den ene kommentar, jeg havde.

Gunver påpegede noget, som jeg ikke blev chokeret over, men blev noget overrasket over i aftes, da vi havde stemt, det er i forhold til medicinproducerende planter, at vi på den ene side synes, at det er en rigtig god ide, at vi skal have den her type planter, og at vi som den første betingelse sætter op, at de skal altså dyrkes i forholdsvis lukkede miljøer. Det synes jeg jo er pudsigt, fordi det vi har hørt, det vi har fået at vide de sidste par dage, det er, at det er faktisk modsætningsfyldt, fordi hvis vi skal have en produktion, der er stor nok af nogle af de her stoffer, så er det faktisk forudsat, at det er på friland.

Det leder mig hen til at sige, at vi har åbenbart i denne gruppe vægtet nytteværdi og risici, altså nytteværdi af det produkt, vi kan få ud, i forhold til de risici, der er ved produktionen lige højt.

Det fører mig videre til at sige, at nu har vi hørt en masse ting, vi kan have en tillid til de folk, der kommer ind og siger, at det her kan godt lade sig gøre uden den store spredningsrisiko, men at den viden har behov for at lære os, at det ikke er noget, som bare lige sker fra den ene dag til den anden den her holdningsændring. At viden er vigtig, men viden har også behov for at læres.

Henriette Vibeke Valeur Lorentzen: Det var sådan mere for at få afklaret, at det, der står i relation til industrien, det er, at miljøbelastningen ikke øges. Det er så ikke et spørgsmål om, at der skal ske en mindskelse af miljøbelastningen, men at den i hvert fald ikke må øges, og det synes jeg er lidt vigtigt at få slået fast.

Så vil jeg da igen gerne lige sige, at du må stadig væk ikke konkludere, at vi vægter industrien højere end medicinen, det synes jeg stadig væk er vigtigt lige at få slået fast.

?: Jeg ved godt, at der er den der metodemæssige ting, at man ikke kan sammenligne tallene direkte, men der var flere i panelet, som sagde, at de personligt gjorde det. Så jeg synes, der var lidt om det ud fra den filosofi, at det ikke var menneskegener, man flyttede rundt på.

Mette Seier Helms: Så er der et par markeringer fra panelet.

Bent Claudi Lassen: Jeg vil først takke for tilliden på den danske landmands vegne, det er vi selvfølgelig glade for.

Men ellers vil jeg sige, det I efterlyser, hvad der nok er en rigtig facon, det er ikke nok, at der stiller nogle eksperter op i fjernsynet eller et andet sted og docerer, men at den facon, I har oplevet, hvor der bliver stillet nogle kritiske spørgsmål af nogle borgere, kunne være en facon. Det tror jeg er et godt råd, at vi skal bruge, når vi nu skal videre med oplysningen, sådan at uanset om vi skal i tv eller et andet sted, så er det den facon, vi skal fremme. Det mener jeg godt, at vi kan kvittere for.

Den anden diskussion, I er inde på, at grupperne skal sidde sammen, der vil jeg bare give det eksempel med, hvordan sameksistensreglerne, som I givet har været omkring i dybden, hvordan de er kommet til verden. Det er faktisk et knaldgodt eksempel på, at der har den ansvarlige minister og vi andre haft mange, mange debatter for at lande den her, sådan at der var ingen af os, der var helt tilfredse, men vi nåede et resultat, sådan at der er en sikkerhed omkring de sameksistensregler, så nu danner de altså forbilleder for resten af Europa, hvordan det her kan gennemføres. Så det er faktisk et godt eksempel på det, I nævner, at der har de her grupper sat sig sammen.

Så også den synes jeg, vi skal kvittere for, at det er måden at gøre det på.

Så er det jo rigtigt, at når vi snakker medicinplanter kontra industrielle planter, at den test, der sker, for det første er meget grundlæggende og betydeligt skrappe, når vi taler det her, end når vi normalt forædler, hvor der også kan være nogle negative effekter af nogle ting, men her er der nogle meget skrappe regler, inden man overhovedet får lov til udsætning.

Klaus K. Nielsen: En kommentar til det her med succeshistorier, der blev også sagt politisk, at vi er blevet lovet og lovet, og vi har ikke de produkter, og nu har vi snakket sådan i 10 år. Jamen det har vist sig at være sværere, end vi troede, beklageligvis, det er meget svært det her, og nogle af de produkter, som vi troede kom hurtigt, tager længere tid at lave.

Men det er jo en sjov måde at vende argumentationen om, at det skulle være en årsag til, at der er utroverdighed, og det skulle være årsag til, at vi ikke skulle udvikle produkterne. Så længe industrien har betalt gildet indtil videre, så kan borgerne og samfundet og politikerne vel egentlig være ligeglade, så længe vi er sikre på, at de produkter, når og hvis de en gang kommer, bliver godkendt på rette vis.

Jeg vil understrege, at de produkter ser vi aldrig, specielt inden for dette område, som er en nicheproduktionsområde, vi ser dem aldrig, hvis ikke vi selv kommer på banen. Der kommer ingen udenlandske virksomheder eller initiativer til Danmark og flytter ind og begynder at dyrke de her planter i Danmark, hvis de vil have det. De skal udvikles, det skal være planter, der kan dyrkes i Danmark, tilpasset til Danmark, og de skal udvikles af danske aktører, og de er der ikke i dag, før der kommer en udmelding til panelet derovre, så de tør blive lidt mere modige i deres lovgivning og i deres udmelding omkring forskningsmidler og initiativer, helst midler som kan binde den offentlige forskning og industri sammen, for det er i vores alle sammens interesse.

Gunver Bennekou: Utraditionelt samarbejde om information der vil jeg fortælle, at for et par år siden arbejdede Danmarks Naturfredningsforening og Novo sammen omkring information om gensplejede organismer, det var så mikroorganismer, hvor vi lavede skolemateriale, vi lavede hjemmeside, vi lavede mulighed for, at børnene kunne komme på og stille spørgsmål interaktivt. Det synes jeg var et rigtig godt eksempel på, at to, der faktisk ikke er enige om det, begge to er enige om, at debat og information er meget vigtigt inden for dette område. Vi går gerne med igen, hvis der er nogle inden for planteområdet, der har lyst til at diskutere på samme måde, for det synes vi var en meget vigtig ting.

Med hensyn til forskning peger I på mange steder, at der skal yderligere forskning til. Så vidt jeg er orienteret, så er landbrugsforskningen i Danmark langt, langt større end miljøforskningen er. Jeg synes i hvert fald, at det er vigtigt, at man ser de to ting i sammenhæng, altså man skal også have miljødelen med. Det er meget vigtigt at få den på banen i denne diskussion.

Palle Kristensen: Til Bent Claudi vil jeg sige, at oplysning det har vi netop beskrevet i 7. afstemning med 27 stemmer, nu vil jeg ikke læse det op, for det er pokkers langt, men det kan du selv læse og så se, at vi faktisk har taget en bred vifte af ting.

Til det du sagde med, at man havde samarbejdet om sameksistensloven, det er jo netop også en af de ting, der har gjort os trygge ved at sige, at der har alle synspunkter været hørt. Der har man været fra alle sider. Når man har kunnet arbejde sammen, så kan vi andre nok også være rimeligt trygge ved det.

Til Gunver vil jeg sige til det første, du sagde, at vi ikke har beskæftiget os så meget med det globale, der står altså i vores kommissorium, kan man sige, at det er danske forhold, og hvis vi skulle have været ude om det andet, så havde vi nok skullet være her en måned.

Netop det der at der tages stilling fra sag til sag, det har vi også pointeret, at det skal man. Vi har også pointeret i et af forbeholdene, det er måske ikke det, der har fået flest point, men lad nu være med at lægge for meget i de der point, tag hellere og sige, der er argumenter med, så er det vigtigt. Der har vi en landmand, der producerer GM-planter, han må ikke producere fødevarer inden for samme planteart. Det kan godt være, vi biologisk ikke ved nok, men vi siger bare, han må sgu ikke dyrke kartofler til medicin sammen med kartofler til fødevarer, fordi de kan blive blandet sammen, de ligner hinanden. Hvis den ene er meget lille, og den anden er meget stor, så ligner de hinanden.

Til Camilla Udsen vil jeg sige, at det har du sagt mange gange det der med, at bakterier kan bruges til at indeslutte områder. Jamen der er nogle af de der medicinmål, som vi har lagt vægt på, der ikke kan dyrkes i bakterier, så må vi prøve noget andet. (*Camilla Udsen: Så har du misforstået i hvert fald*). Det kan godt være, men det har du sagt mange gange.

Camilla Udsen: Det jeg siger er, at man faktisk kan sammenligne det med produktionen af planter med produktionen i mikroorganismer, og derfor kan den være lige så sikker. Det er det, jeg siger. Jeg er godt klar over, at der er nogle ting, der ikke kan produceres i gær.

Palle Kristensen: Jamen jeg kunne så også sige, at hvis man beslutter sig for at producere dem på et indesluttet område, og man så samtidig siger, noget af det skal dyrkes på friland af hensyn til det, så kan man jo godt lave et indesluttet område på friland.

Vi har det med dyreforsøg og f.eks. farlige bakterier, det har vi nede på Lindholm, det er en ø, man har lagt midt ude i vandet, så mener man, man har styr på det. Det kunne man måske også gøre til forsøg med de her og sige, vi har en lukket biotop, vi kan prøve det. Hvis det går ad helvede til, så lad os da lade være.

Så vil jeg sige, det der med prydplanter, og hvad det er, så siger I, jamen vi har jo i dag allerede accepteret, vi har jo stærkt giftige planter, der er opnået ved almindelig forædling stående i vores haver, vi har tax, og vi har guldrøg, og vi har ting. Vi er måske ikke så bange for det der GMO, men vi vægter helt klart de to andre områder meget, og det har vi også sagt, at det er der, vi skal koncentrere os om at forske og udvikle.

Mette Seier Helms: Det bliver Anne, der får den afsluttende bemærkning fra borgerpanelet, inden jeg runder af.

Anne Lyloff Petersen: Omkring oplysning lige en ekstra tilknytning. Jeg håber da så sandelig også, at det materiale, vi har siddet og kommet frem med her, at det vil være noget, man kan gå ind og bruge aktivt, således at vi viser andre borgere, at vi har sat os ned og gennemtænkt det her og været igennem denne proces, sådan at det ikke bliver et materiale, som borgerne skal gå ud og selv opsøge eksempelvis via Internettet, men at man bruger det aktivt i oplysningsprocessen.

Mette Seier Helms: Det var en god overgangsreplik herfra, eftersom det nu skal bæres ud af dette lokale.

Så jeg skal sådan set bare runde og af og sige, nu bliver der en reception, og jeg må sige, det er, fordi der står på programmet indtil kl. 12 borgerjuryen, eksperter, folketingsmedlemmer, aktører og presse, desværre ikke tilhørerne. Så I må gå et andet sted hen.

Så vil jeg så sige, at der kommer en rapport, slutdokumentet ligger på nettet, hvor alle ekspert- og aktørindlæg vil være med, og den vil blive tilsendt til alle, der har deltaget i det her i dag sådan pr. automatik.

Jeg vil så også sige tak primært til vores folk heroppe, borgerne, der har knoklet som bæster, og det er ikke 3 dage, det er 5 dage.

Mange gange tak til eksperter og aktører, der har stillet viden og holdninger til rådighed på en måde, som har været enkel at forstå for os, som ikke er så ekspertede ud i dette område.

Endelig tak til Teknologirådet for både at have taget emnet op og også for at have kastet sig ud i at prøve denne metode. Jeg er sikker på, med de reguleringer, der nu skal være, at det er en metode, som vil ryge ind på hylerne sammen med alle de anerkendte metoder, som Teknologirådet har.

Så vil jeg sige tak til jer alle sammen for god ro og orden og for en spændende formiddag og held og lykke med de steder, hvor I går hen omkring dette emne, hvad enten jeres holdning måtte være den ene eller den anden eller arbejde i den ene eller anden retning.

Så tak for nu.

Bilag 1: Konference – program og deltagerliste

Program

Borgerjuryens afslutningskonference på Christiansborg, mandag d. 2. maj i Fællessalen kl. 8.30 – 12.30

08.30 - 09.30 Slutdokument ligger fremme til læsning

09.30 - 09.40 Indledning v. *Mette Seier Helms*, ordstyrer.

09.40 - 10.15 Præsentation af vurderinger og afstemningsresultater v. borgerjuryen

10.15 - 11.15 Folketingsmedlemmer kommenterer slutdokumentet v/

- *Torsten Schack Pedersen* (V)
- *Mette Gjerskov* (S)
- *Christian Wedell-Neergaard* (K)
- *Martin Lidegaard* (RV)
- *Poul Henrik Hedeboe* (SF)
- *Per Clausen* (EL)

Debat og spørgsmål fra salen

11.15 - 11.45 Kaffepause

11.45 - 12.30 Aktører kommenterer slutdokumentet

- *Industrien* v/ *Klaus K Nielsen*, DLF Trifolium
- *Landbruget* v/ *Bent Claudi Lassen*, 1. vicepræsident i Landbrugsraadet
- *Dansk Naturfredningsforening* v/ *Gunver Bennekou*
- *Forbrugerrådet* v/ *Camilla Udsen*

Debat og spørgsmål fra salen

12.30 - 13.00 Reception for borgerjury, eksperter, folketingsmedlemmer, aktører og presse

Deltagerliste

Afslutningskonference, mandag den 2. maj 2005 kl. 8:30 – 12:30, Fællessalen, Christiansborg

Anders Filtenborg Spliid	
Andreas Feilberg	
Anette Eckholdt	
Anne Lyloff Petersen	
Anne Marie Zinck	De danske Landboforeninger
Anne Tellef	Teknologirådet
Ann-Lise Vest Hansen	
Bende Storgaard Sørensen	Forskningscenter Risø
Bent Claudi Lassen	Landbrugsraadet
Birgitte Lesanner	
Bjørn Bedsted	Teknologirådet
Brian Teglggaard Jensen	
Bruno Sander Nielsen	Landbrugsraadet
Camilla Udsen	Forbrugerrådet
Carsten Suhr Jacobsen	DGGU
Dan Belusa	Greenpeace
Dorthe Nielsen	Dansk Journalistforbund
Ebbe Skyum Jøns	
Else Agergaard	
Erling Jelsø	Roskilde Universitetscenter Teksam
Finn Okkels	POALIS A/S
Flemming Klein	
Frank Assing	
Gitte Silberg Poulsen	Skov- og Naturstyrelsen
Gorm Palmgren	Palmgren Kommunikation
Gunver Bennekou	Danmarks Naturfredningsforening
Henriette Vibeke Valeur Lorentzen	
Henrik Saxe	Institut for Miljøvurdering
Henrik Schramm Rasmussen	
Inge S. Fomsgaard	Danmarks JordbrugsForskning
Jacob Skjødt Nielsen	Teknologirådet
Jan Dahlmann	Ingeniøren
Jan Pedersen	Danmarks Fødevarerforskning
Janus Hansen	European University Institute
Janus Sandsgaard	Teknologirådet
Jens Husby	Bayer Crop Science
Jens Jørn S. Nielsen	
Jesper Claus Jensen	
Jesper Lassen	Institut for Human Ernæring, KVL
Johannes Lundin Brockdorff	Videnskabsministeriet
Jon Burgwald	
Jonas Egmose Mortensen	Teknologirådet
Jytte Christensen	
Jørgen Jakobsen	Danmarks Jordbrugsforskning
Kaj Bæk Larsen	
Katrine Gram-Hansen	
Kim Kristensen	
Kirsten Jacobsen	
Klaus K. Nielsen	Forskningscenter Risø

Klaus Leonhardt Danielsen	
Klaus Rasmussen	
Kristian Borch	Forskningscenter Risø
Kristian Toft	
Kurt Hjortsholm	Sejet Planteforædling I/S
Lars Holm Rasmussen	KVL Inst. for Naturvidenskab
Lars Klüver	Teknologirådet
Lene Broberg	Min. for Fødevarer, Landbrug, Fiskeri
Lise Christiansen Walbom	FDB
Lykke Thostrup	BioInfo
Maja Puk Nielsen	KVL, Inst. for plantebiologi
Marianne Aasen	Agricultural University of Norway
Marie Krogh Frederiksen	
Martin Henriksen	Medlem af Folketinget (DF)
Martin Lidegaard	Medlem af Folketinget (RV)
Merete Albrechtsen	Bioteknologigruppen
Mette Seier Helms	
Michael Gjedde Palmgren	KVL, Inst. for plantebiologi
Morten Andreassen	
Morten Jørsbo	Danisco Seed
Nanna Skriver	Det Etske Råd
Nanna Heinz	Biologforbundet
Niels Kroer	Danmarks Miljøundersøgelser
Ole Kjeldsen Rasmussen	Dansk Landbrug
Ole Klammer	
Ole Linnet Juul	Fødevareindustrien
Palle Kristensen	
Per Clausen	Enhedslisten
Peter Mikkelsen	
Peter Schaarup	Skov- og Naturstyrelsen
Peter Ulvskov	Forskningscenter Flakkebjerg
Poul Henrik Hedeboe	Medlem af Folketinget (SF)
Preben Back Holm	Danmarks JordbrugsForskning
Rikke Bagger Jørgensen	Forskningscenter Risø
Rikke Lundsgaard	Danmarks Naturfredningsforening
Sabine Heesemann	
Sara Hegelund	
Sofie Rosendahl Christensen	
Solveig Christiansen	Plant Biotech Denmark
Stina Vrang Elias	Dansk Industri
Stine Lindegård	
Stinne Orboe Nielsen	
Svend Pedersen	Plantedirektoratet
Søren A. Mikkelsen	Danmarks JordbrugsForskning
Søren S. Kjær	Skov- og Naturstyrelsen
Tanja Buch-Weeke	Min. f. Familie- og Forbrugeranliggender
Thomas B. Olsen	Danisco Sugar
Thorkil Casse	RUC
Thorkild Nielsen	Danmarks Tekniske Universitet
Tina Jørgensen	
Torsten Schack Pedersen	Medlem af Folketinget (V)
Ulla Holm Vincentsen	Teknologirådet
Ulla Spangsberg Ipsen	Teknologirådet

Bilag 2: Workshop – program og deltagerliste

Nye nonfood/feed GM-planter

Workshop tirsdag den 1. marts, kl. 9.30 – 16.30, Eigtveds Pakhus, Asiatisk Plads 2 G, Kbh. K

9.30 – 9.40 Velkomst, samt orientering om Teknologirådets projekt og workshoppen
v/Bjørn Bedsted, projektleder

9.40 – 15.15 Nye genmodificerede planter på vej

De nye nonfood/feed GM-planter er blevet inddelt i 5 anvendelseskategorier og inden for hver kategori præsenteres de 5 planter, som den enkelte oplægsholder vurderer først vil blive mulige at dyrke på danske marker. Oplægsholderen præsenterer desuden de konsekvenser (fordele og ulemper), der kan forventes og spørgsmål, der bør belyses, inden for miljø, sundhed, erhverv, økonomi og etik.

Som afslutning på dagen er der oplæg og debat om lovgivning, forvaltning og godkendelsesprocedurer.

Hvert oplæg varer ca. 15 min. og efterfølges af godt en halv times debat.

9.40 – 10.30 Medicinproducerende planter

Erik Østergaard Jensen, Molekylærbiologisk Institut, Århus Universitet

10.30 – 11.20 Jordoprensede planter

Michael Gjedde Palmgren, Institut for Plantebiologi, KVL

11.20 – 11.45 Kaffepause

11.45 – 12.35 Planter, der producerer enzymer, stivelse og plastic

Birger Lindberg Møller, Institut for Plantebiologi, KVL

12.35 – 13.35 Frokostpause

13.35 – 14.25 Planter, der kan bruges til biobrændsel

Søren K. Rasmussen, Institut for Jordbrugsvidenskab, KVL

14.25 – 15.15 Prydplanter og planter til rekreative formål

Sven Bode Andersen, Institut for Jordbrugsvidenskab, KVL

15.15 – 15.40 Kaffepause

15.40 – 16.30 Lovgivning, forvaltning og godkendelsesprocedurer

Hvilken lovgivning vil de nye planter være omfattet af og rummer de særlige lovgivnings- eller forvaltningsmæssige udfordringer?

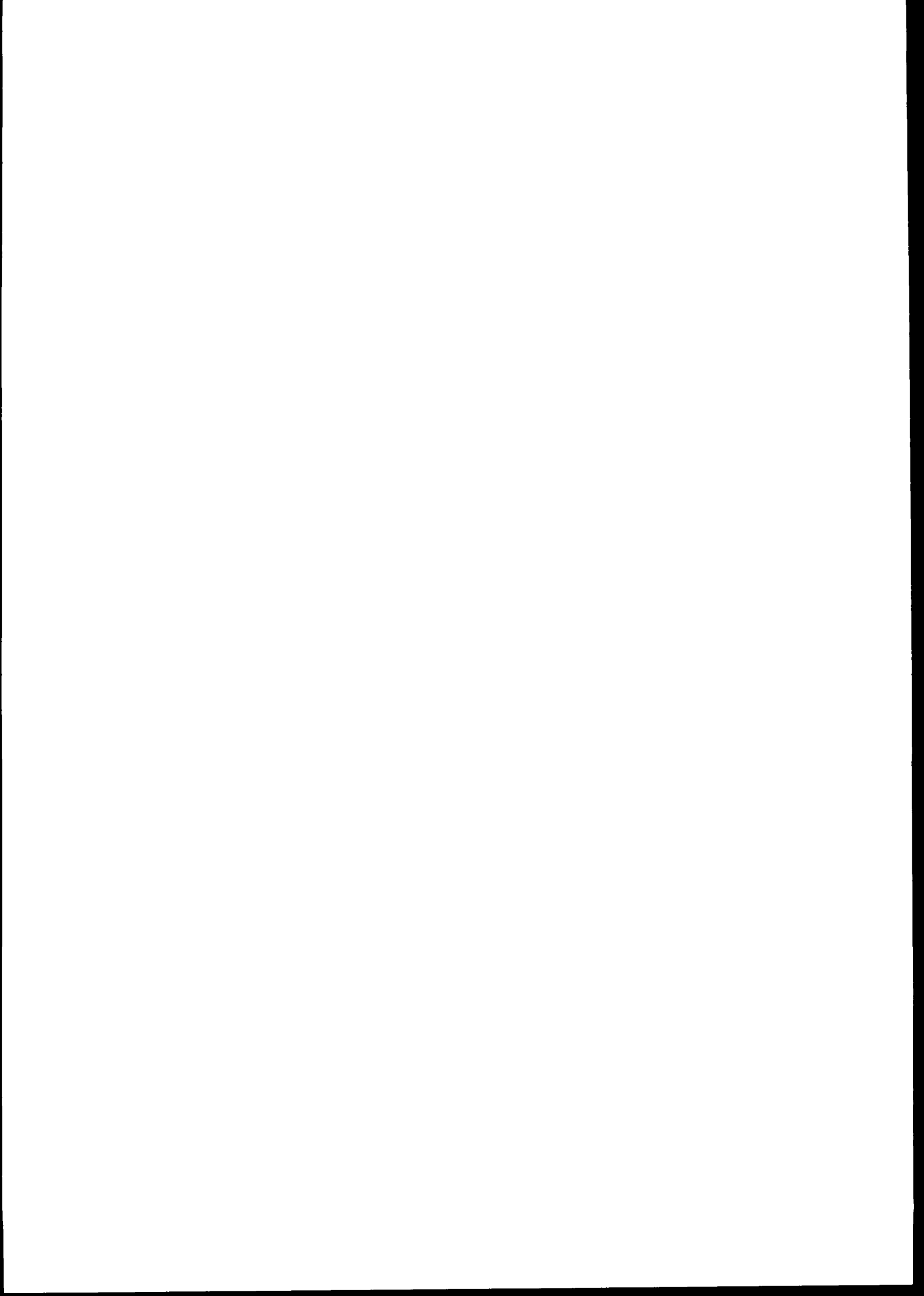
Gitte Silberg Poulsen, Landbrug og Bioteknologi, Skov – og Naturstyrelsen

Ordstyrer: *Søren A. Mikkelsen, vicedirektør, Danmarks Jordbrugsforskning*

Deltagerliste

Workshop tirsdag den 1. marts kl. 9.30-16.30, Eigtveds Pakhus, Asiatisk Plads 2 G, København K.

Annette Olesen	Poulsen Roser
Birger Lindberg Møller	KVL, Institut for Plantebiologi
Bjørn Bedsted	Teknologirådet
Bruno Sander Nielsen	Landbrugsraadet
Camilla Udsen	Forbrugerrådet
Carsten Suhr Jacobsen	GEUS, Dept. For Geochemistry
Charles Nielsen	Elsam A/S
Christian Damgaard	DMU, afd. for
Christian Haldrup	Landskontoret for Planteavl
Erik Steen Kristensen	Forskningscenter for Økologisk Jordbrug
Erik Østergård Jensen	Århus Universitet, Molekylærbiologisk Inst.
Erling Jelsøe	Roskilde Universitetscenter, Teksam
Finn Okkels	POALIS A/S
Folmer D. Eriksen	Danmarks Fødevarerforskning
Gitte Silberg Poulsen	Skov og Naturstyrelsen
Gorm Palmgren	Palmgren Kommunikation
Hans Bødker Sørensen	Lægmand v/ Konsensuskonf. om Gensplejsede Fødevarer
Hans Christian Bruun Hansen	KVL, Inst. for Jordbrugsvidenskab
Inge Ambus	NOAHS gengruppe
Inge Fomsgaard	Danmarks Jordbrugs Forskning
Jacob Skjødt Nielsen	Teknologirådet
Jan Pedersen	Danmarks Fødevarerforskning
Jens Aamand	GEUS
John Mundy	Kbh. Universitet, Inst. for Molecular Biology
Lars Berglund	Cobento Biotech Aps
Lars Holm Rasmussen	KVL, Inst. For Naturvidenskab
Lene Lange	Novozymes A/S
Maja B. Nielsen	KVL, Inst. for plantebiologi
Marianne Aasen	Agricultural University of Norway
Michael Gjedde Palmgren	KVL, Inst. for Plantebiologi
Morten Andreasen	Freelance Journalist
Niels Kroer	DMU, afd. for Bioteknologi
Paul Henning Krogh	DMU, afd. for Terrestrisk Økologi
Peter Schaarup	Skov- og Naturstyrelsen
Peter Ulvskov	Bioteknologigruppen
Preben Bach Holm	Danmarks Jordbrugs Forskning, afd. for Plantebiologi
Rikke Bagger Jørgensen	Risø
Rikke Lundsgaard	Danmarks Naturfredningsforening
Simon Østergaard	Aresa Biodetection ApS
Sven Bode Andersen	KVL, Inst. for Jordbrugsvidenskab
Svend Pedersen	Plantedirektoratet
Søren A. Mikkelsen	Danmarks JordbrugsForskning
Søren K. Rasmussen	KVL, Inst. for Jordbrugsvidenskab
Tune Marschall	POALIS A/S
Ulla Spangsberg Ipsen	Teknologirådet
Ulrich Karlson	DMU, Dept. of Environment. Chemistry & Microbiology



Bilag 3: Borgernes introduktionsmateriale

Nye gensplejsede planter til nye formål



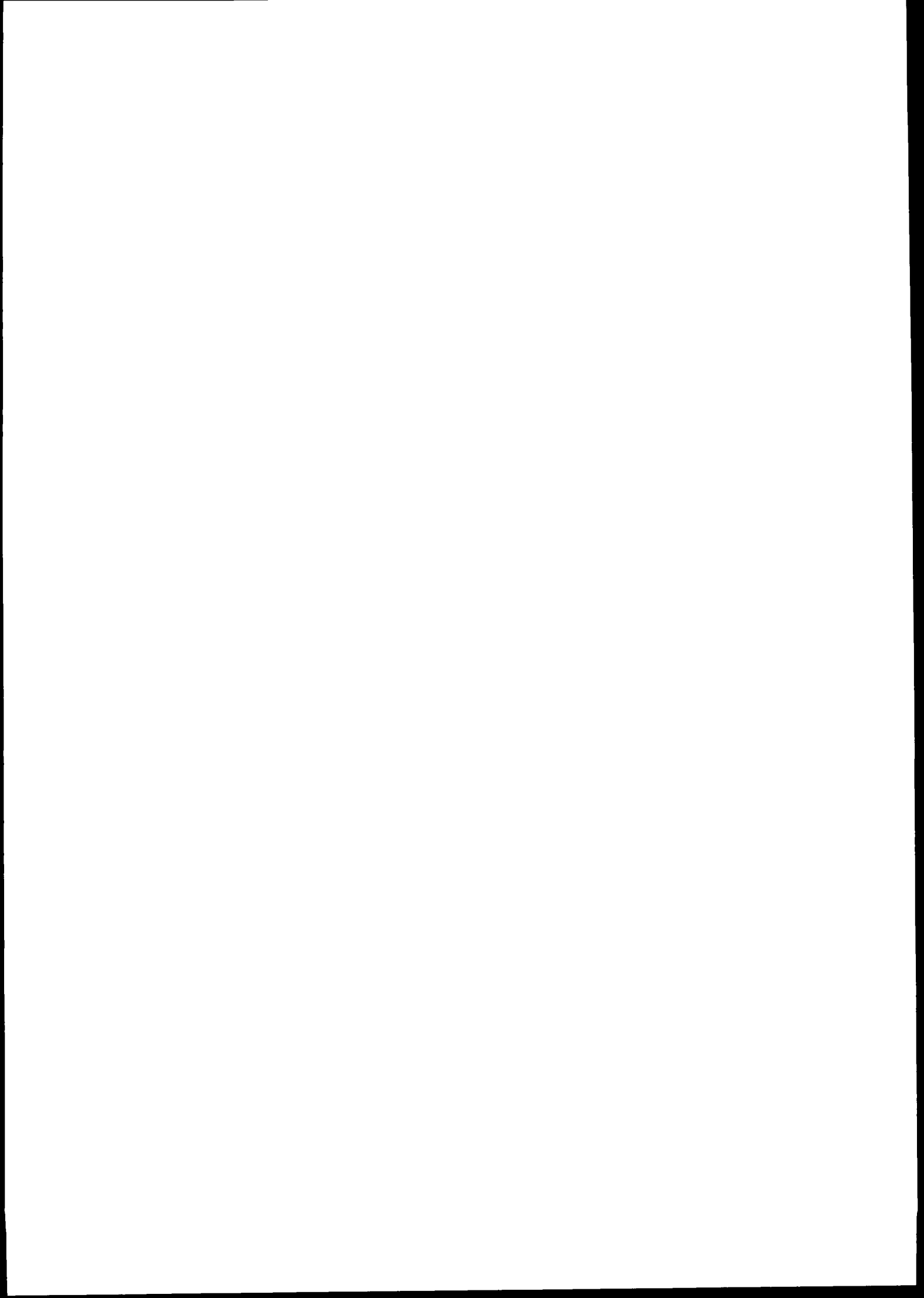
<<<< Majsplanter, der producerer vacciner og antistoffer

Bestik fremstillet af bioplastic >>>>



<<<< Nellikeblomster med gensplejset violet farve

Florigene Moonshadow™



Forord

Dette introduktionsmateriale er udarbejdet for Teknologirådet af freelance journalist, Morten Andreasen, til en borgerjury på 16 lægfolk udvalgt af Teknologirådet til at give deres vurdering af de nye gensplejsede planter.

Borgerjuryen afholdes fra den 28. april til den 2. maj som et led i Teknologirådets projekt, "Nye GM-planter – ny debat", der har til formål at bringe borgere og lægfolk i dialog med eksperter på området, så de derudfra kan give deres egen vurdering af de nye afgrøder. Man kan læse mere om projektet på www.tekno.dk

Det skal understreges, at dette introduktionsmateriale ikke er udtømmende, men blot er tænkt som en introduktion til den viden og de problemstillinger, borgerjuryen skal forholde sig til på selve borgerjurydagene. Der er mange aspekter af de nye planter, der ikke behandles i materialet, men på borgerjurydagen vil materialet blive suppleret med en række oplæg fra diverse eksperter og aktører, som skal give borgerjuryen mulighed for at få suppleret og uddybet de oplysninger, introduktionsmaterialet rummer.

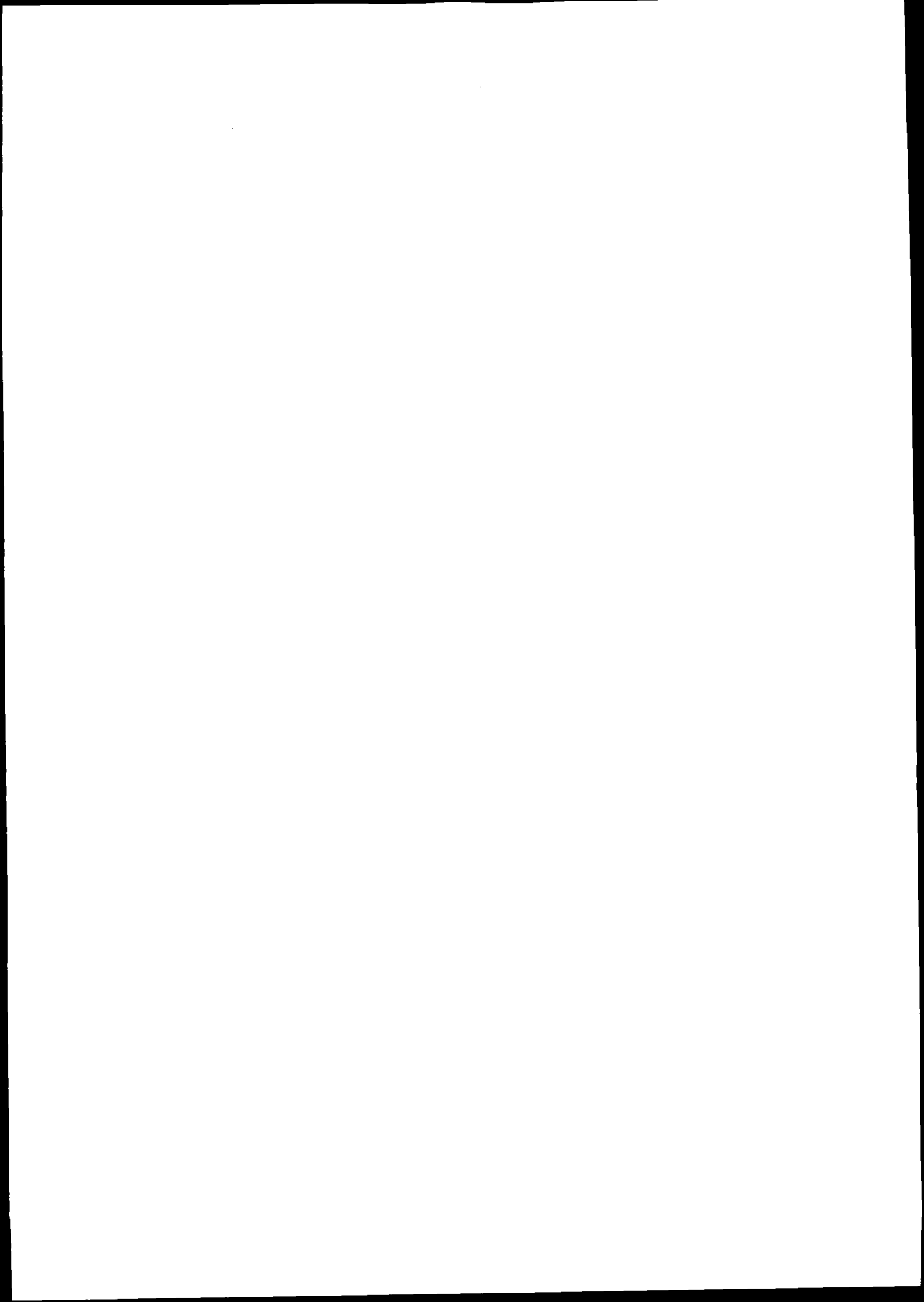
Såvel dette introduktionsmateriale som programmet for borgerjurydagene er udarbejdet i samarbejde med en planlægningsgruppe nedsat af Teknologirådet for at sikre balancen og kvaliteten af det faglige indhold. Planlægningsgruppens medlemmer er:

- Hans Christian Bruun Hansen, professor, Institut for Grundvidenskab, KVL
- Erling Jelsøe, lektor, TekSam, RUC
- Rikke Bagger Jørgensen, seniorforsker, Risø
- Rikke Lundsgaard, Danmarks Naturfredningsforening
- Søren Mikkelsen, vicedirektør, Danmarks JordbrugsForskning
- Finn Okkels, forskningsdirektør, Poalis A/S

Gruppen repræsenterer forskellige interesser, holdninger og indfaldsvinkler, hvilket bevirker, at der ikke hersker enighed blandt gruppens medlemmer om vægtningen af og balancen imellem de forskellige elementer i introduktionsmaterialet. For at lade nogle af disse forskellige holdninger træde frem, citeres de enkelte medlemmer flere steder i materialet for deres specifikke bidrag eller særlige synspunkter. De vil også få mulighed for at drøfte deres holdninger med borgerjuryen.

I introduktionsmaterialet fylder vurderingen af risici ved de nye planter mere end vurderingen af de fordele, de har og kan have. Der er forskellige vurderinger i gruppen af, hvorvidt denne vægtning er rimelig. Der er også forskellige vurderinger af, hvorvidt risici ved de nuværende produktionsformer, som GM-planterne kan erstatte, er belyst tilstrækkeligt. Uenigheden drejer sig således om, hvorvidt disse forhold gør det vanskeligt for borgerjuryen på et velinformeret grundlag at vurdere de risici og fordele, der er ved den nye teknologi i forhold til de produktionsmetoder, der anvendes i dag.

Gensplejsede planter kan anvendes til mange formål, men i dette projekt er der for overskuelighedens og anskuelighedens skyld fokuseret på tre anvendelsesområder, som efter Teknologirådets og planlægningsgruppens vurdering giver borgerjuryen den bedst mulige baggrund for sine vurderinger, nemlig medicin, industri og prydplanter. Materialet indeholder således ikke informationer om eksempelvis jordoprensede GM-planter (da udviklingen ikke er så langt fremme på dette område) og GM-planter til brug som biobrændsel (da gensplejsning kun udgør et hjørne af denne debat).



Indhold

Nye gensplejsede planter til nye formål	115
Forord	117
Indhold	119
1. Nye gensplejsede planter til nye formål	121
2. Hvad er en gensplejset plante?	124
DNA – livets opskriftsbog	124
Gensplejsning – at klippe og klistre generne	126
Hvad er traditionel planteforædling?	128
Traditionel planteavl har sine begrænsninger	130
Hvilken erfaring er der med gensplejsning af planter?	131
3. Tre nye anvendelser af gensplejsede planter	133
Medicin	133
Industri	135
Prydplanter	137
4. Etik	139
5. Sundhed	141
Sundhedsmæssige fordele	141
Sundhedsmæssige risici	142
6. Natur	150
Risici for naturen	150
Fordele for miljøet	153
7. Samfund og økonomi	154
Økonomi	154
Hvem opnår fordele af de ny GM-afgrøder?	156
Økonomiske risici	157
Andre samfundsgoder og risici	157
8. Lovgivning og forvaltning	159
Love og bestemmelser på GM-området	159
9. Eksempler	164
Medicinafgrøder: Cobento Biotechs medicinproducerende kartoffel	164
Industriafgrøder: Raps med ændret olieindhold	167
Prydplanter: Gensplejsede juletræer	168
10. Ordforklaring	171
Appendix: Holdninger til GM-planter	173
Kommentarer til introduktionsmaterialet fra Klaus K. Nielsen, Forskningschef, DLF-TRIFOLIUM A/S173	
Kommentarer til introduktionsmaterialet fra Greenpeace	175
Appendix II: Navneliste over faglige referencer i Introduktionsmaterialet	177



Gåsemad - Arabidopsis

1. Nye gensplejsede planter til nye formål

I løbet af de sidste ti år har der været megen offentlig debat om gensplejsning af planter til anvendelse som foder og fødevarer. Nu er der igangsat en udvikling, der indebærer at planter bliver gensplejset til helt nye formål. Inden for de kommende ti år bliver det måske nødvendigt at vænne sig til at planter kommer til at producere en del af den anvendte medicin. Plastichavestole og dankort kan i fremtiden være lavet af såkaldt bioplastic, der er fremstillet på basis af gensplejsede planter. Måske vil blomsterne i vindueskarmen være gensplejsede, så de holder sig pænere længere tid - blot for at nævne nogle eksempler.

Første gang danske forbrugere stiftede bekendtskab med gensplejsede planter var i 1997, hvor Irma solgte trøffelkugler og ingefærkager indeholdende gensplejset materiale. Som alle de følgende fødevarer fremstillet af gensplejset materiale blev disse trukket tilbage ikke mindst efter pres fra miljø- og forbrugerorganisationer, men også på grund af skepsis blandt forbrugerne. Ifølge holdningsundersøgelser er et flertal af danskerne stadig imod at de gensplejsede afgrøder skal gro på danske marker.

I mellemtiden har forskere udviklet nogle gensplejsede afgrøder, der har det tilfælles, at de *ikke* skal bruges til fødevarer eller husdyrfoder. Forskerne udnytter så at sige, at det i stigende grad vha. gensplejsning bliver muligt at bestemme, hvad planterne skal bruge deres energi på.

Det er disse "nye" former for gensplejsede planter (GM-planter), denne introduktion til borgerjuryen handler om.

Allerede i dag er der udviklet en række af disse nye GM-planter, og flere er på vej. Adskillige er allerede klar til at blive dyrket, eller bliver det inden for de næste ti år. Nogle kan komme til at vokse på dansk jord, men det vil blandt andet afhænge af, om politikerne vil skabe attraktive vilkår for teknologien, af den danske befolknings holdning samt om virksomheder finder det attraktivt at drive forretning i Danmark.

En af de nye måder at bruge GM-planterne på er at få dem til at producere medicin. Et dansk firma, Cobento Biotech A/S, har f.eks. gensplejset gulerødder, kartofler og den lille ukrudtsplante gåsemad, så de kan producere et lægemiddel, der kan bruges til at diagnosticere og behandle B12-vitaminunderskud. Med alderen er der mange mennesker, der bliver ringere til selv at optage B12-vitamin. Det kan medføre en lang række alvorlige lidelser, såsom senildemens, depression og blodmangel.

En af de anvendelser af gensplejsede planter, der er knyttet store forventninger til, er produktionen af stoffer, der kan bruges i industrien. Der findes allerede i dag gensplejsede kartofler, som er udviklet af det svenske firma Amylogene til at producere stivelse med egenskaber, som industrien f.eks. kan bruge til produktion af lim og emballage. Der bliver forsket i afgrøder, der er gensplejset til at producere bionedbrydelige stoffer med samme egenskaber, som de plasticprodukter, der i dag fremstilles på basis af olieprodukter.

Også blandt pryddplanter vil der ske en udvikling, der bygger på de nye genteknologiske muligheder. I Europa har et firma fået tilladelse til at sælge en nellike, som er gensplejset, så den får blå blomster i stedet for blomster i de sædvanlige røde, gule og hvide nuancer. Nelliken er ikke fra naturens hånd i stand til at producere den blå farve.

Man kan inden for de næste ti år komme til at stifte bekendtskab med flere eksempler på brugen af planter som små bio-fabrikker eller planter, der er skræddersyet til at opfylde bestemte rekreative formål. Der bliver forsket i at udvikle gensplejsede planter, der – ud over anvendelsen som medicin, industristoffer og prydblplanter - kan rense forurenede jord for eksempelvis tungmetaller og olierester og fungere som bio-brændsel. For overblikkets skyld fokuseres der i introduktionsmaterialet kun på produktion af GM-planter til medicin- og industribrug samt som prydblplanter.

Der er bred enighed om at de nye GM-afgrøder kan ændre på den måde, på hvilken en lang række produkter i dag fremstilles. Men der hersker uenighed om hvor store fordele og risici dette vil indebære. Et synspunkt er, at gensplejsning af planter indebærer uacceptable risici. Et andet er, at med de betingelser, der i dag stilles, vil brugen af gensplejsede planter være mere sikker end de teknologier, der i dag anvendes til at fremstille de stoffer og planter, som genteknologi muliggør.

En anden problemstilling handler om etik. Der vil således blive tale om at løse svære etiske dilemmaer. Der kan være væsentlige argumenter for og væsentlige imod, at der dyrkes bestemte gensplejsede planter på danske marker.

En række spørgsmål må besvares m.h.p. en stillingtagen.

- Hvilke miljø-, ressource- og sundhedsmæssige problemer kan de nye GM-planter løse og hvilke kan de skabe?
- Kan der skabes nye arbejdspladser og økonomisk vækst i samfundet?
- Er lovgivningen indrettet på en tillidsvækkende måde?
- Er der visse af disse planter, der overskrider en etisk grænse, eller er der en etisk pligt til at bringe dem i anvendelse?
- Er der alternative, men lige så gode eller bedre måder at klare de opgaver på, som GM-planterne kan løse?
- Ønsker vi at skabe gunstige betingelser for dyrkningen og brugen af dem for at fremme en dansk erhvervsudvikling?

Kort sagt: Hvad taler for, og hvad taler imod at dyrke disse nye GM-planter i Danmark, og findes der betingelser som gør, at vi gerne vil have dem?

De kommende kapitler kan forhåbentlig bidrage til en stillingtagen til disse og flere andre spørgsmål.

Indholdet i denne introduktion

Meningen med denne introduktionstekst er at give deltageren i Teknologirådets borgerjury om de nye gensplejsede planter en basal indsigt i emnet. Dette vil under jurydagene blive suppleret med præsentationer og debat fra eksperter og interessenter m.fl.

Introduktionsteksten starter med en kort introduktion til, hvad det vil sige at en plante er blevet udviklet ved hjælp af gensplejsning, snarere end gennem traditionelle forædlingsprocesser. Det følgende kapitel forklarer, hvad idéen er med tre af de nye formål, planter bliver gensplejset til, og som er i fokus i denne tekst: Planter, der producerer medicin; planter der producerer stoffer til industribrug; og prydblplanter. Her skal vi også se en række eksempler på planter, der er, eller er ved at blive udviklet. Kapitel 4 beskriver forskellige måder at tænke etisk på i forhold til de nye GM-planter. I kapitel 5, 6 og 7 går vi videre til forskellige vurderinger af, hvilke sundhedsmæssige, miljømæssige og samfundsmæssige konsekvenser, de nye GM-planter kan tænkes at få. Som vi skal se er disse vurderinger præget af en del usikkerhed og spekulation, eftersom vi endnu ikke har den store erfaring med at dyrke og bruge de nye GM-planter. I kapitel 8

skal vi have et indblik i, hvad der findes af love og regler, som bestemmer hvad man må gøre med GM-planter. Kapitel 9 består af en gennemgang af tre eksempler på de ny GM-planter, der går lidt mere i dybden – ét for hver af de tre formål, denne tekst fokuserer på. I appendikset vil de ny GM-planter få en kommentar med på vejen af Landbruget, industrien og Greenpeace, der har hver deres baggrund og hver deres syn på planterne.



Solsikkemark

2. Hvad er en gensplejset plante?

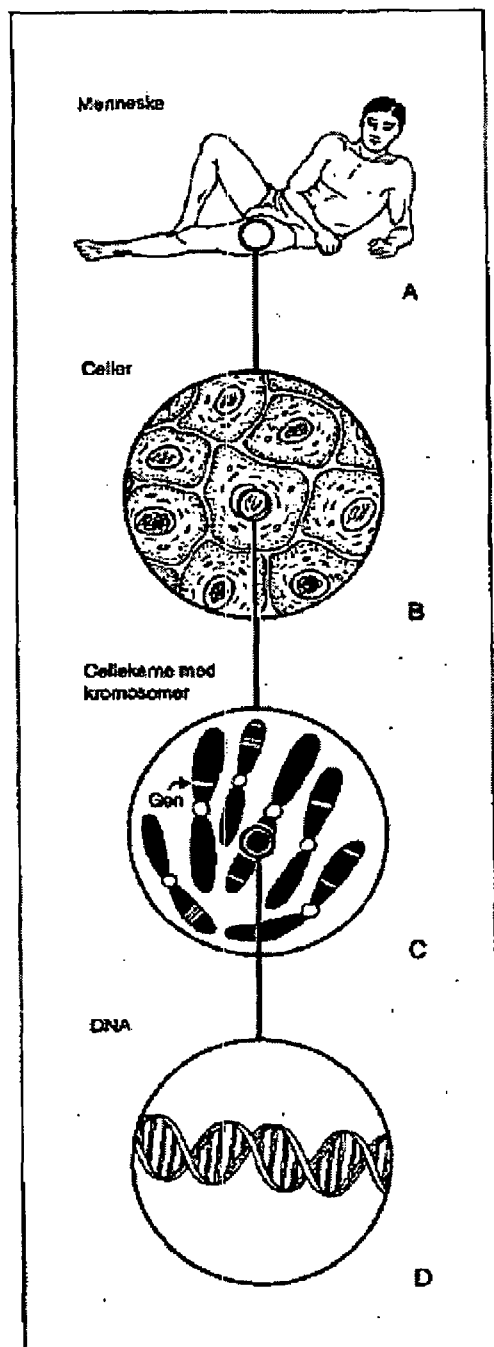
En gensplejset plante er en plante, der har fået tilført nye arvelige egenskaber ved, at man har indsat et eller flere nye gener i dens egen arvmasse. Ved gensplejsning er det i modsætning til traditionel forædling muligt at gå målrettet efter at fjerne, ændre eller introducere én eller ganske få egenskaber. For at forstå hvad det vil sige, må vi tage et dyk ned i biologibogen.

DNA – livets opskriftsbog

Ser man på en plante i et mikroskop, vil man se, at planter, ligesom dyr, består af mange millioner af celler. Hver celle har i midten en lille kerne (nukleus), hvor arvmassen befinder sig. Arvmassen er organiseret i et antal kromosomer, som nogle gange kan ses i et mikroskop (se figur 1). Et kromosom består af en meget lang og ufatteligt tynd tråd, som er viklet op som et aflangt garnnøgle. Denne tråd består af ét langt, tyndt molekyle, som kaldes DNA. Det er for tyndt til, at man kan se det i mikroskopet, men i 1953 opdagede de to forskere James D. Watson (f. 1928) og Francis H.C. Crick (f. 1916), hvordan DNA er opbygget. De præsenterede den berømte stige eller musetrappe, der snor sig som en spiral. Trinene i stigen består af byggesten, som kaldes nukleotider eller baser. Der er fire forskellige slags, der forkortes til bogstaverne: A, T, C eller G. Baserne er sat sammen to og to i forskellig rækkefølge. Hvert trin i stigen kaldes et basepar, og flere trin tilsammen udgør en DNA-sekvens (nukleotider), der som perler på en snor er koblet sammen i ofte meget lange kæder.



Skvalderkål



Figur 1: Planter består ligesom mennesker af celler. Hver celle har en cellekerne, hvor arvematerialet befinder sig. Arvematerialet er organiseret i et antal kromosomer, hvis antal for både dyr og planter vedkommende varierer. Hvert kromosom består af DNA, der er viklet op som et garnnøgle.

Genet består af en sådan sekvens. I randen af genet findes der en bestemt sekvens, der fortæller cellen, at her starter genet, og en anden sekvens, der siger, at her stopper det. Planter har ligesom dyr og mennesker titusindvis af gener.

Et gen er det arvelige anlæg, som fortæller cellerne, hvad de skal gøre. Det gør generne først og fremmest ved at levere opskriften på alle de forskellige proteiner, der er nødvendige for cellen og organismens funktion. Opskriften varierer efter rækkefølgen af baserne (A, T, G og C) i DNA-sekvensen – lidt på samme måde som rækkefølgen af bogstaver bestemmer, hvilket ord vi skriver. Nogle proteiner fungerer som en

slags byggeelementer i cellen, mens andre er små maskiner, der kan udføre det arbejde, der er brug for i cellen. Det er groft sagt disse funktioner, der giver cellerne, og dermed de organismer, som de er en del af, deres *egenskaber*. Eksempelvis vil produktionen af én kombination af proteiner gøre, at nogen får blå øjne, og andre brune.

Den traditionelle opfattelse var, at ét gen giver anledning til ét protein og dermed én bestemt egenskab. Men oftest skal der mange gener eller proteiner til at skabe en egenskab. Hvad mere er: nogle proteiner er involveret i flere forskellige egenskaber. For at gøre situationen endnu mere kompliceret: det miljø, der omgiver cellen, påvirker nogle proteiner og gener, der oven i købet påvirker hinanden! Dette gør sig gældende ikke kun for GM-planter, men for alle organismer.

De egenskaber, som man hidtil har introduceret i afgrødeplanter, har stort set alle vedrørt egenskaber, der kan frembringes ved at flytte et enkelt gen, men i fremtiden må det forventes, at der skal flyttes mange gener for at frembringe en bestemt egenskab.

Hvordan gener spiller sammen, kender man f.eks. fra dannelsen af blomsterfarver. Man har eksempelvis til roser flyttet de gener, hvis proteiner producerer et blå pigment i petuniablomsten, men de samme gener førte til en lyserød blomsterfarve i rosen. Det skyldes, at det kemiske miljø i rosenblade er mere syrligt end i petuniablade, hvilket får pigmentet til at ændre sig, som det kendes fra lakmuspapir.

Tilsvarende er påvist, at man ved at flytte et gen, der styrer surhedsgraden inde i blomsterne har kunnet ændre på blomsterfarven i petunia.

Det kan bemærkes, at nogle af de farvenuancer, der findes i petuniaplanker i altankasser, er fremkommet ved, at man ved brug af traditionelle planteforældningsmetoder har ændret surheden i miljøet i blomsterne og dermed ændres farven på det pigment, som planterne danner.

Gener kan påvirkes af det ydre miljø, f.eks. de gener som styrer planternes blomstring og spiring. Tilstedeværelse eller fravær af sådanne gener gør at planternes frø spirer hurtigere, eller at planterne blomstrer meget senere på året, end de plejer, fordi de pågældende gener styres af dagens længde.

Gensplejsning – at klippe og klistre generne

I princippet er gensplejsning meget simpel: et gen klippes ud af én celle – f.eks. genet, der producerer insulin i en menneskecelle – og klistres ind i en plantecelle, såsom en kartoffelcelle, der med lidt held begynder at producere insulin. I praksis er det selvfølgelig langt fra så nemt, bl.a. fordi DNA er så småt, at man ikke kan bruge en saks eller et andet instrument uden at ødelægge såvel DNA'et som cellen.

I stedet for bruges cellens egne redskaber, nemlig enzymerne (se figur 2). Sådanne restriktions-zymer har den egenskab, at de kan klippe meget præcist i DNA. Når genet er blevet klippet ud, kan der ved hjælp af et andet enzym limes et såkaldt *markør-gen* på. Et markør-gen er et gen, der viser, om den nye DNA-sekvens er blevet ordentligt indsat i sin nye "værtscelle" og fungerer, som den skal.

Tidligere brugte man et markør-gen, der kan gøre den gensplejede organisme modstandsdygtig over for et bestemt antibiotikum. Idéen var her, at man efter gensplejsningen simpelthen kunne udsætte cellerne for et antibiotikum. Kun de celler, der havde optaget det nye gen – dvs. var blevet gensplejset – ville overleve. Man spekulerede imidlertid på, om disse markørgener kunne blive optaget af sygdomsbakterier, og dermed gøre disse modstandsdygtige over for den medicin, der ellers bruges til at bekæmpe dem med. Der er trods ihærdig søgen endnu ikke fundet gode eksempler på, at dette har fundet sted, men mange

firmaer har alligevel besluttet at stoppe med at bruge den type markører. I stedet for har man f.eks. brugt et markørgen med forkortelsen *gus*, som man i laboratoriet kan få til at farve cellerne blå ved at tilsætte et farveløst stof. Kun de celler bliver blå, hvor den ny DNA-sekvens er blevet optaget i cellen, og kun såfremt den fungerer, som den skal. Hvis markørgenet fungerer, er det relevante gen sandsynligvis også på plads.

Resultatet er en stump DNA med det gen, der er bestemmende for den egenskab, som man ønsker at overføre – det såkaldte *transgen* – foruden et markørgen. Hertil kommer et stykke DNA, en *promotor* – der gør cellen i stand til at læse transgenet. Denne del er forskellig for organismegrupperne, hvilket betyder, at man for at få f.eks. et bakteriegen til at fungere i en plante, skal koble en plante-promotor på bakteriegenet.

Spørgsmålet er så: hvordan får vi denne DNA-stump ind i plantecellens arvemasse?

Der findes flere teknikker, men den første - og stadig meget anvendte metode, man opdagede, bygger på brugen af en meget almindelig jordbakterie, *rodhalsbakterien* (se boks 1). Denne bakterieart kan så at sige gensplejse planter fra naturens hånd. Rodhalsbakterien er blot ét eksempel på de gensplejningsprocesser, der foregår helt almindeligt i naturen og på, at der overføres gener mellem meget fjernstående arter. Den har den evne, at den kan sende en stump af sit eget DNA ind i de planter, den inficerer. Det smarte, set med gensplejserens øjne, er at det er muligt at udskifte den stump DNA, som bakterien indsætter, med et selvvalgt transgen. Dermed kan forskeren få bakterien til at indsætte sit transgen i de udvalgte planteceller. Ved visse andre teknikker indsættes genet direkte i plantecellen. Når det kan betale sig at gå 'omvejen' ad rodhalsbakterien skyldes det bl.a., at det er ret nemt at få bakterien til at optage et bestemt stykke DNA, som kaldes "*plasmid*". Plasmidet er et lille cirkulært stykke "ekstra" DNA, som bakterier ofte udveksler med hinanden.



Boks 1: Rodhalsbakterien – 'naturens gensplejser'

Når Rodhalsbakterien i naturen gennemfører sin naturlige gensplejsning, overfører den nogle gener til den plante den inficerer. Disse gener får planten til at producere næringsstoffer, som kun jordbakterien selv kan udnytte. Jordbakterien har via en gensplejningsproces fået omdannet planten til en slags fabrik, der producerer det, bakterien ønsker. På billedet har bakterien inficeret en blåbærplante.

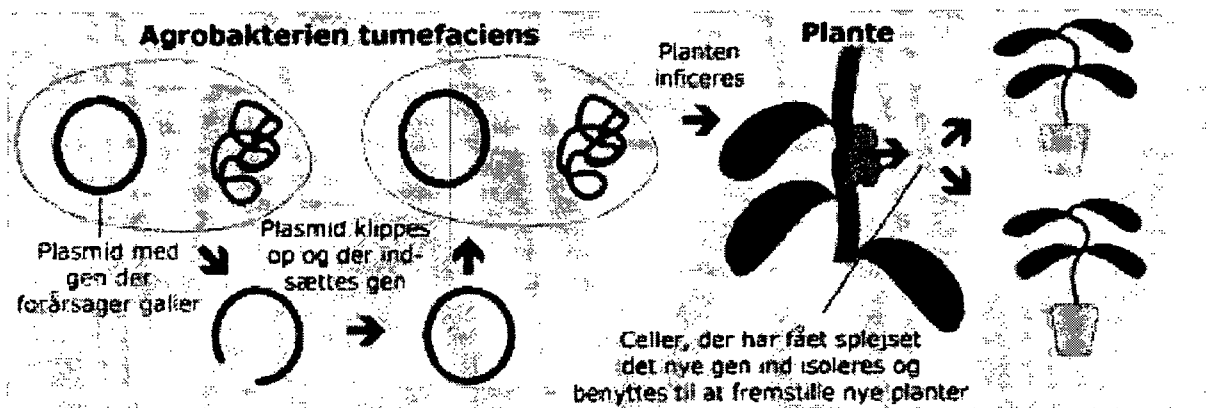
Der findes flere andre eksempler på 'naturlig' gensplejsning, som ikke anvendes teknologisk. Et eksempel er 'hoppende gener', der ukontrollabelt hopper rundt i arvemassen, hvor de nogle gange giver anledning til nye egenskaber. Fx er søde ærter resultatet af en sådan naturlig gensplejningsproces.

Planter, der har gennemgået sådanne naturlige gensplejningsprocesser, bliver ikke lovmæssigt anset som "GM-planter" og skal ikke godkendes efter GM-reglerne.

Foto: www.apsnet.org

Når transgenet er indsat i plantecellen, kan forskeren ved at udsætte den for nogle af de plantehormoner, som planten selv bruger som signalstoffer, få den til at udvikle sig til en voksen plante. Derpå kan man høste frø fra den modne plante, så disse, høste, og efterhånden opnå tilstrækkeligt med frø til, at de kan sælges som såsæd. Er et gen først indsat i plantecellen via gensplejsning, fungerer det præcis som plantens øvrige gener.

Det er dog ikke unormalt, at der optræder visse uregelmæssigheder. Eksempelvis ser man nogle gange, at egenskaben forsvinder helt eller delvis, eller at der efter indsættelsen af genet opstår ændringer i andre af plantens egenskaber. Sådanne ændringer kan skyldes det sted, hvor genet er blevet indspejset i arve-massen, eller kan opstå på grund af forskellige miljøpåvirkninger. Sådanne ændringer forekommer også i planter, der ikke er gensplejsede. De planter, hvor sådanne uregelmæssigheder optræder, bliver typisk sorteret fra under de indledende laboratorieundersøgelser.



Figur 2: Gensplejsning af planter ved hjælp af rodhalsbakterien (*Agrobacterium tumefaciens*).

Kilde: www.wolsing.dk

Hvad er traditionel planteforædling?

Boks 2: Hvordan formerer planter sig?

Planter har ligesom dyr kønsceller. Plantens sædceller er pollenkornene, der sidder på støvdragerne. For at befrugte "ægget" eller frøanlægget skal sædcellerne nå frem til støvfanget, hvorfra de bevæger sig gennem en kanal ned og befrugter en ægcelle, og derefter begynder dannelsen af frøet. Pollen kan for nogle plantearters vedkommende blive spredt til andre planter ved hjælp af vind, vand eller dyr såsom bier og fluer. Nogle planter er selvbestøvende, dvs. at de kan formere sig med sig selv, og i mange tilfælde åbner blomsten sig slet ikke, og pollenet forlader ikke planten. Andre plantearter kan kun udvikle frø, hvis de modtager pollen fra en plante, der er tilstrækkeligt forskellig fra den selv. Nogle af disse "fremmedbestøvede" planter er gode til at danne afkom (hybrider) med planter, der er ret fjernt beslægtede. Lidt ligesom at man kan krydse heste og æsler og få en mellemting eller "hybrid", nemlig muldyr eller mulæsler. Fordi æsler og heste er "for" genetisk forskellige, bliver deres afkom ufrugtbare. Blandt planter ser man ofte, at sådanne hybrider helt eller delvis bevarer deres frugtbarhed. Det er set, bl.a. når visse afgrøder formerer sig med vilde slægtninge, der står nær marken.

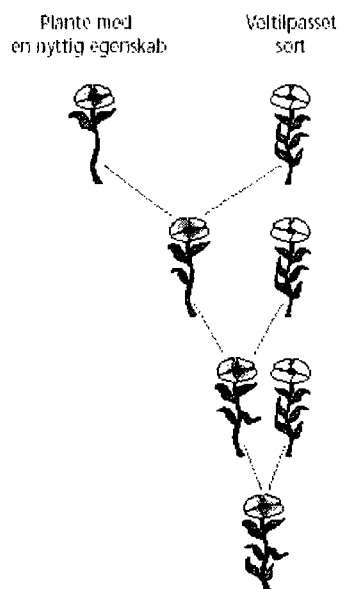
Så længe der har været landbrug, har man forædlet planter med det formål at udvikle plantesoerter, der er "bedre", dvs. yder mere eller er mere efterspurgt og derfor kan skabe en bedre indtjening end konkurrentens sorter. Indtil nu har man forædlet planterne ved løbende at identificere de bedste individer, høste deres frø og opformere disse. Langsomt kunne man fremavle f.eks. en sukkerroe med mere sukker i eller et pænere og mere velsmagende æble.

Fra tid til anden kan det være nødvendigt at "hente" nye egenskaber hos den oprindelige, vilde plante, hvorfra afgrøden oprindeligt kom. Blev eksempelvis landmandens sukkerroe ramt af en sygdom, kunne det være, at man kunne finde en vild slægtning – strandbeden – der tilfældigvis havde udviklet modstandsdygtighed. Ved at krydse sukkerroen med strandbeden kunne man få en hybrid, der ganske vist havde en dårligere ydeevne end den oprindelige sukkerroe, men var modstandsdygtig over for sygdommen. Ved at bruge forskellige reagensglasmetoder har man kunnet gennemføre krydsninger mellem arter, der er så fjerntstående, at det aldrig ville kunne ske ad naturlig vej.

Efter disse processer måtte frøproducenten bruge lang tid på at tilbagekrydse hybridens med sukkerroen igen og igen for at "slippe af med" alle strandbedens landbrugsmæssigt dårlige egenskaber (se figur 3).

Figur 3: Tilbagekrydsningsprocessen i traditionel forædling.

Kilde:
Danmarks Miljøundersøgelser,
Temarapport 23, 1998



På denne måde har man tilført tusindvis af gener til f.eks. sukkerroen. I praksis er det umuligt at slippe af med den vilde slægtningens gener via traditionel planteavl. Der kan være tale om helt ligegyldige gener, men også gener, der frembringer uønskede egenskaber. Mange planter tåler ikke den grad af tilbagekrydsning, der ønskes, idet tilbagekrydsning er en form for indavl. Indavl er en af de ældste forædlings-teknikker, hvormed man tilstræber, at afgrøden bliver ensartet, og de fleste afgrøder er i dag mere eller mindre indavlede. Men visse plantearter tåler indavl bedre end andre.



Strandbede



Sukkerroe

Traditionel planteavl har sine begrænsninger

Den traditionelle forædlingsteknik har sine naturlige begrænsninger: Dels er det kun muligt at hente nye arveegenskaber blandt de slægtninge, som afgrøden er i stand til at få frugtbart afkom med, dels kan processen som beskrevet være langsommelig, besværlig og føre til mange uønskede egenskaber.

I anden halvdel af det 20. århundrede opdagede man, at arvematerialet kunne påvirkes, bl.a. ved bestråling. Ved at bestråle frø laver man små ændringer i generne – mutationer – som typisk er skadelige for planten. Men nogle gange opstår der også en ny, brugbar egenskab. Bestrålingen skader imidlertid planten, og mange gener kan utilsigtet være ændret på uforudsigelige vis. Planten bliver ofte forkrøblet og har en ringere ydelse. For at genoprette skaderne må man i gang med det langsommelige arbejde med at genvinde en god ydeevne. Ofte er dette ikke muligt, fordi mange gener er blevet ændret i uheldig retning af bestrålingen. Men for planter, der ikke kan forædles ved krydsning, er bestråling måske det eneste alternativ.

Ved genteknologisk forædling slipper man for begrænsningerne kendt fra traditionel forædling, eftersom man ikke behøver at krydse eller bestråle planterne for at opnå en ny egenskab. Man kan styre hvilke gener, planten får, ligesom man i princippet kan hente velkendte og velbeskrevne gener fra en *hvilken som helst* organisme – også mennesket – og sætte disse ind i en plante. Det er muligt, fordi alle organismers arvemateriale fungerer på stort set samme måde. "Aflæsningen" af arvematerialet sker, populært sagt, uden skelen til hvor arvematerialet stammer fra.

Dette er alt taget i betragtning en stor fordel for planteavlere. Der er dog indtil videre begrænsninger mht. hvilke egenskaber, der kan overføres. Det skyldes, at man kun i forholdsvis få tilfælde har det nødvendige detaljerede kendskab til sammenhængen mellem de gener, der er velbeskrevne, og de respektive egenskaber. Mange egenskaber involverer, som nævnt, flere gener, der af og til indgår i et kompliceret samspil med hinanden og derved kan blive påvirket på uønsket vis af det omgivende miljø. Den manglende viden om disse samspil gør, at det er meget svært at overføre egenskaber, der er betinget af mere end blot få gener. Her kan traditionel forædling i nogle tilfælde være mere effektiv end genteknologien.

At *artsgrænserne* ikke mere udgør en barriere for, hvordan man på kontrolleret vis kan søge efter egenskaber, giver planteforædleren en større frihed til at vælge de relevante egenskaber. Han kan eksempelvis indsætte et menneskegen i en plante, og dermed få den til at producere et protein på samme måde, som mennesker selv producerer det i kroppen. Den danske virksomhed Novo Nordisk A/S bruger således denne teknik ved i en bagegærcelle at indsætte det menneskegen, der sørger for produktionen af hormonet insulin (insulin bruges til sukkersygebehandling).

Ved gensplejsning kommer alle verdens organismer i teorien til at udgøre ét stort katalog af egenskaber, hvoraf en del af dem i dag kan overflyttes til planter. Dette betyder ikke at de pågældende processer ikke foregår i naturen, for det gør de, men blot at man ikke har mulighed for at opdage de tilfælde, hvor der overføres gener mellem fjerntstående arter. I enkelte tilfælde kan man sandsynliggøre, at gener er overført på tværs af artsgrænserne, hvilket indikerer, at de pågældende gener må bibringe den organisme, der har modtaget generne, noget positivt, idet arten har opnået konkurrencefordele ved tilførslen af de "fremmede" gener. På en mark kan det være anderledes; her kan GM-planter, der har fået tilført særlige egenskaber, f.eks. evne til at producere en særlig type medicin, godt dyrkes uden at disse nye planter ved spredning i naturen vil have en konkurrencemæssig fordel. Det skyldes, at konkurrenceforholdene i marken er væsentligt forskellige fra dem i den vilde natur. Der findes dog også eksempler på, at GM-planter har fået tilført egenskaber, der giver dem en konkurrencemæssig fordel ved spredning til den vilde natur, f.eks. hvis planten i forhold til dens vilde slægtninge har større modstandsdygtighed overfor skadevolde-re.

Hvilken erfaring er der med gensplejsning af planter?

Indtil nu er gensplejsningsteknikken først og fremmest brugt til foder- og fødevarer afgrøder. Blandt de egenskaber, der hidtil er blevet overført til planter ved hjælp af gensplejsning, er ukrudtsmiddelresistens og insektresistens de hyppigst brugte. Idéen med ukrudtsmiddelresistens er, at man kan gøre afgrøden modstandsdygtig over for et stof, der normalt er giftigt for planter. Ved at sprøjte marken slår man ukrudtet ihjel, mens planten, der er resistent over for bekæmpelsesmidlet, ikke rammes.

Insektresistens kendes bl.a. fra de såkaldte Bt-afgrøder, der har fået indsat et gen, der gør, at planten producerer et såkaldt Bt-toksin, dvs. et stof, som er giftigt over for en række forskellige sommerfuglelarver, af hvilke nogle er skadelige for afgrøderne (se boks 3).

Boks 3: Bt-toksin – GM-afgrøder der producerer pesticider

Bt-afgrøder er GM-afgrøder, der har fået indspejset et gen fra jordbakterien *Bacillus thuringiensis*, således at afgrøderne producerer et såkaldt Bt-toksin, et stort proteinmolekyle, der er dødeligt for insektlarver, der angriber afgrøderne; toksinet er ugiftigt for højere dyrearter og mennesker. Når stoffet kun er til stede i planten, dræbes kun de sommerfuglelarver, som spiser af planten, men når efterladt plantemateriale som f.eks. rødder rådner - og planterne spreder pollen - frigøres Bt-toksin sammen med plantens øvrige indhold af naturlige pesticider. I den proces kan organismer, der ikke spiser af planten – såkaldte ikke-målorganismer – også påvirkes. Økologiske landmænd har tilladelse til at bruge præparater fremstillet af selve bakterien *Bacillus thuringiensis*. Disse præparater indeholder ligesom Bt-planter Bt-toksin. Der er dog den store forskel, at Bt-præparaterne ikke indeholder det aktive toksin (kaldet endotoksin), men derimod et såkaldt protoksin, der ikke er toksisk. Protoksinet bliver først aktivt, d.v.s. omdannet til et endotoksin, når det kommer ned i tarmen på en sommerfuglelarve. Bt-planter producerer derimod direkte det aktive endotoksin; derfor er der forskel i virkemåden, selektiviteten og miljøeffekter af gensplejsede Bt-planter og de præparater, der benyttes af økologiske landmænd.

Eksemplet med Bt-producerende planter viser, at proteiner kan være lige så langsomt nedbrydelige i miljøet som f.eks. de naturlige stoffer, herunder naturlige pesticider, der produceres af planterne. Man bør derfor være opmærksom på det aspekt, når der udvikles nye GM-planter, der producerer proteinbaserede produkter, f.eks. medicin. Denne situation bør naturligvis sammenlignes med de øvrige udslip af bioaktive proteiner (f.eks. enzymer, lægemidler, etc) der i dag kan foregå fra industrielle produktionsanlæg og med slam til landbrugsjord.

Disse resistensegenskaber har man overført til så forskellige afgrøder som majs, soja, raps, sukkerroe, hvede og bomuld. Der er også udviklet afgrøder, der er resistente over for plantevirus og andre plantesygdomme, og der forskes i afgrøder, der bedre kan tåle at vokse i saltholdig eller tør jord.

I dag bliver der dyrket gensplejsede afgrøder til foder- og fødevarerbrug på stadig større områder i lande som USA, Canada, Argentina og Kina, og stadig flere lande tillader gensplejsede afgrøder, mens andre vælger dem fra. På verdensbasis blev der i 2004 dyrket et område med GM-afgrøder, der svarer til 30 gange Danmarks landbrugsareal. Det svarer til ca. 1,4 procent af det samlede landbrugsareal i Verden (tal for 2002, FAO). I Europa er der kun blevet dyrket meget få GM-planter, og i Danmark er de kun blevet dyrket på meget små arealer, og kun som forsøg. Der importeres dog meget store mængder af foder, herunder levende frø, som stammer fra gensplejsede planter.

I USA, der er det land, der producerer de største mængder af gensplejsede fødevarer, og hvor flere hundrede millioner af mennesker og endnu flere dyr har spist gensplejsede fødevarer, er der efter godt ti år ikke opdaget nogen større negative effekter. Det kan dog muligvis skyldes, at man ikke har undersøgt de mulige effekter så grundigt, konkluderer en dansk rapport om de amerikanske erfaringer med GM-planterne (Cebra/BioTIK 2003). Rapporten fortæller også, at den økonomiske fordel ved som landmand at dyrke GM-afgrøderne har været beskednen, hvilket i høj grad skyldes, at de store fødevarereproducenter har frygtet forbrugerreaktionerne i såvel USA som Europa. Hovedbegrundelsen for, at de amerikanske landmænd valgte at dyrke GM-afgrøder, var ikke, at de dermed opnåede et større udbytte, men at de kunne opnå besparelser på driften, idet GM-afgrøder er forbundet med mindre arbejde end de konventionelle sorter.

Der er eksempler på at man har skabt traditionelle GM-planter som har haft deciderede uønskede egenskaber. Sådanne GM-planter er dog aldrig nået ud af forsøgsstadiet. Blandt de mest omtalte eksempler var virksomheden Pioneers overførsel af et gen fra en paranød, som indeholder allergifremkaldende proteiner, til en sojaplante m.h.p. at forøge sojaens næringsværdi. Det viste sig at være netop det gen, der gjorde paranød-allergikere allergiske, hvorfor de også blev allergiske overfor GM-sojabønner. Problemet blev opdaget under de indledende undersøgelser og projektet kasseret på et meget tidligt stadium. Flere firmaer, bl.a. danske DLF-trifolium, arbejder på at fjerne de allergifremkaldende stoffer fra forskellige planter ved hjælp af genteknologi.

Undersøgelser har vist, at der i visse tilfælde har været sundhedsmæssige fordele ved at erstatte traditionelle afgrøder med GM-afgrøder. Bl.a. har GM-bomuld, der bruges sammen med ukrudtsmidlet Roundup, afløst produktioner med langt mere giftige ukrudtsmidler.

Det er dog alt i alt på nuværende tidspunkt ikke muligt at afvise, at der på længere sigt vil vise sig negative effekter på miljøet som følge af brugen af de nuværende GM-planter. I EU bestemte man sig i 1999 for at tage en tænkepause på tre år, hvor ingen gensplejsede planter ville få godkendelse til kommerciel dyrkning. Hverken i USA eller Europa har virksomhedernes eller politikernes fravalg af gensplejsede afgrøder dog været bestemt af en konkret sikkerhedsmæssig mistanke.

I 2001 blev en ny, strengere lovgivning for GM-afgrøder og fødevarer indført for at imødekomme forbrugernes bekymring, se senere kap. 9. I dag skal gensplejsede afgrøder og fødevarer gennemgå en meget omfattende risikovurdering. Et synspunkt på stramningen har været, at den var nødvendig ud fra en vurdering af, at gensplejsede planter kan udgøre en særlig risiko. Et andet synspunkt har været, at stramningen er urimelig, ud fra en vurdering af, at mange gensplejsede planter ikke udgør større risici end planter, der er frembragt ved traditionel forædling.



GM Bomuld

3. Tre nye anvendelser af gensplejsede planter

I dette afsnit beskrives tre nye anvendelser af gensplejsede planter inden for medicin, industri og prydanter.

Ved vurdering af disse nye anvendelser bør man erindre sig, at de i givet fald vil erstatte eksisterende produktioner på forskellig vis. Gensplejsede planter til medicinsk anvendelse vil således erstatte processer og produktioner i den farmaceutiske industri. Tilsvarende kunne industrielle anvendelser erstatte processer og produktioner i den kemiske industri.

Derimod vil gensplejsede prydanter være udtryk for, at de pågældende planter er fremskaffet ved en metode, der er et alternativ til traditionel planteforædling.

Det skal bemærkes, at de eksempler, der bringes i skemaerne nedenfor, er hentet fra enkelte, mere omfattende redegørelser⁹ samt fra omtaler i forskellige sammenhænge, lokaliseret på Internettet. Troværdigheden af sidstnævnte er vanskelig at undersøge, og desuden kan f.eks. ejerforhold have ændret sig. Manglende data vil ofte skyldes, at de pågældende virksomheder ikke har offentliggjort de pågældende data.

Medicin

Planter kan bruges til at producere medicin, på samme måde som man siden midten af 1980'erne har fået f.eks. mikroorganismer til at producere hormoner, såsom insulin og væksthormon. Man kan således indsætte et menneskegen i planten og få den til at producere stoffer, som personer med f. eks. sukkersyge eller dværgvækst mangler.

Der kan også indsættes et gen fra en sygdomsfremkaldende bakterie, hvilket gør, at planten producerer den del af bakterien, som menneskers immunforsvar reagerer på. Denne del kan udvindes af planten og vil kunne fungere som en vaccine imod sygdomsbakterien. Et amerikansk firma, Large Scale Biology, satser på med samme teknik at udvikle individuelle kure mod kræft. Idéen er, at man i planter indsætter gener fra kræftceller, hentet fra patientens krop. Disse GM-planter producerer nu de stoffer, som kroppens immunforsvar skal reagere på for at nedkæmpe kræftcellerne. Idet de indsprøjtes, håber man, at de fungerer som en vaccine mod lige præcis den kræftsygdom, som patienten lider af.

En af de nyere og i dag meget anvendte metoder til bekæmpelse af sygdomme bygger på brugen af antistoffer. Antistoffer udgør en central del af menneskets eget immunforsvar, idet de ødelægger fremmedlegemer eller binder sig til dem som signal til det øvrige immunforsvar om at gå til angreb. Antistoffer har mange anvendelser, lige fra forebyggelse af forkølelse og huller i tænderne til behandling af kræft og leddegigt.

9

Se fx: *Non-food GM-crops: New Dawn or False Hope?* (Sue Mayer, Genewatch, UK):

Part 1: Drug-production (august 2003)

Part 2: Grasses, Flowers, Trees, Fibre Crops and Industrial Uses (marts 2004)

Begge: <http://www.genewatch.org/CropsAndFood/reports.htm>

Harvest on the Horizon: Future Uses of Agricultural Biotechnology (Pew initiative, september 2001)
<http://pewagbiotech.org/research/harvest/>;

Fieldwork: weighing up the costs and benefits of GM crops. Analysis papers (UK Cabinet Office, juli 2003)
<http://www.pm.gov.uk/files/pdf/GManalysis1234.pdf>;

Enzymer bruges i dag industrielt f.eks. i vaskepulver og tandpasta. Man kan udvinde enzymer ved at indsætte de rette gener i organismer, der bagefter kan høstes. I dag bruges der mikroorganismer, men skal de bruges i større mængder, vil det sandsynligvis være billigere at bruge planter. Sådanne enzymer bruges både til medicinske og industrielle formål.

Plantetype	Egenskaber	Stadie*	Firma
Kartoffel	Menneskelig intrinsic factor, der kan genoprette kroppens evne til at optage vitamin B12	Indledende kliniske forsøg	Cobento Biotech, Danmark
Majs	Vaccine mod "rejsediarré" forårsaget af colibakterier (tarmbakterier)	Klinisk fase 1	Prodigene, USA
Tobak	Antistoffer mod karies (huller i tænderne)	Klinisk fase 2	Planet Biotechn., USA
Tobak	Antistoffer mod en bestemt type forkølelsesvirus, som rammer børn	Klinisk fase 1	Planet Biotechn., USA
Tobak	Enzym til at hjælpe cystisk fibrose patienter med optag af fedtstoffer	Klinisk fase 2	Meristem Therapeutics, Frankrig
Majs	Enzymet aprotinin, der bl.a. bruges til at hæmme blødning	Ansøgning om frilandsdyrkning	Prodigene, USA
Tobak	Vaccine mod kræft	?	Large Scale Biol., USA
Majs	Antistof mod herpes	?	Dow/Epicyte, USA
Majs	Antistof mod HIV	?	Dow/Epicyte, USA
Tobak	Serum Albumin, f.eks. til behandling af akut blodtab	?	Clorogen, USA
Byg	Producerer proteinerne lactoferrin og lysozym, bakteriehæmmende stoffer som findes i bl.a. modermælk	Forsøgsmarker	Washington State University, USA
Tomat, kartoffel	Koleravaccine	Eksperimentelt stadie	?
Kartoffel	Menneskelig interferon alpha, der har en virkning mod kartoffelvira	?	?
Tobak	Menneskelig interleukin-10 til at undertrykke immunforsvaret mhp. at undgå organafstødning hos organtransplanterede patienter	Forsøgsmarker	?

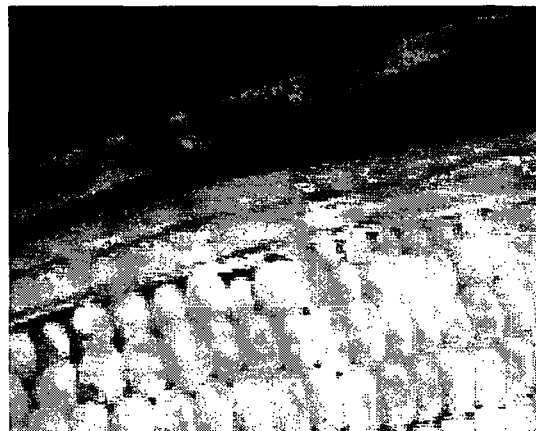
Udvalgte eksempler på medicinproducerende planter, der ville kunne dyrkes i Danmark inden for de kommende 10 år samt på længere sigt. Kun produkter, der er nået til de kliniske afprøvninger vil realistisk set være klar til frilandsdyrkning inden for 10 år. Kun det øverste eksempel er så vidt vides på vej mod godkendelse til frilandsdyrkning i EU. Spørgsmålstejn betyder manglende data.

* Test af medicins virkning forløber i tre faser, hvorunder medicinens sikkerhed og brugbarhed vurderes ved afprøvning på testgrupper. Forud for de kliniske undersøgelser går omfattende laboratorieundersøgelser, herunder evt. med dyreforsøg. Erfaringen hidtil har været, at ca. en fjerdedel af de stoffer, der påbegynder fase 1, kommer videre igennem fase 2 og 3, og ender som et godkendt lægemiddel. Man skal regne med, at de tre faser hver i gennemsnit tager 2-3 år. Dertil kommer typisk yderligere undersøgelser i forbindelse med en miljøgodkendelse af planten (forsøgsmarker). Dette varer mindst 5 år, men kan til dels foregå sideløbende med de kliniske undersøgelser. Der går derfor typisk et stykke over 10 år, fra man første gang eksperimentelt har vist, at en plante kan producere et lægemiddel, til det er klar til salg.

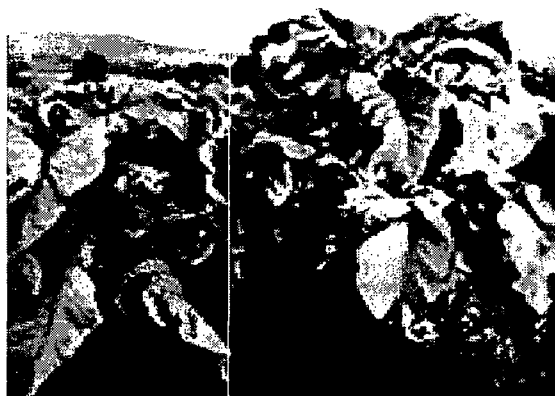
Der bliver endnu ikke solgt medicin produceret af GM-planter, men blandt de ca. 50 firmaer på verdensplan, der udvikler medicinske afgrøder, er syv produkter ved at blive afprøvet i kliniske tests. Erik Østergård Jensen, lektor og institutleder, Århus Universitet, og medstifter af Cobento Biotech A/S, vurderer, at mindst én medicinsk GM-plante vil kunne dyrkes i Danmark inden for de næste ti år. Det drejer sig om Cobento Biotechs egen kartoffel, der producerer intrinsic factor (se kap. 9).



Raps



Majs



Tobak



Castorbønne

Industri

Planter kan bruges som små kemiske fabrikker, hvor man udnytter planternes evne til at producere forskellige stoffer, der er bud efter i industrien. Planter bruges i princippet allerede på denne måde, jf. bomuld, der bruges til f.eks. tøj. Gensplejsning kan bruges til at ændre på de stoffer, som planterne producerer, eller til at få planten til at producere nye stoffer.

Kartoffelstivelse, der bruges til f.eks. fødevarer, emballage og lim, skal eksempelvis til visse formål gennemgå en række energikrævende, og dermed dyre og miljøbelastende processer, før den kan sælges. Men ved at gensplejse kartofflen, kan man udvinde en stivelse, der ikke behøver den samme forarbejdning.

Yderligere er der bioplastic, dvs. plastic, der er lavet på basis af en slags naturlig forekomst af plastic, som visse bakterier bruger som energilager. Ved at overføre bakteriegenerne, der er ansvarlige for plasticpro-

duktionen, til planter, kan man få disse til at producere plastic. Planterne er således et alternativ til den olie fra undergrunden, som i øjeblikket bruges til plasticproduktion. Et andet alternativ er en allerede udviklet metode – der ikke involverer gensplejsning – til at producere et plasticlignende bionedbrydeligt materiale på basis af stivelse fra majsplanter.

Der lav

Planteolier kendes fra madolie. Til produktion af forskellige produkter, såsom kosmetik, maling og smøremidler, skal olierne imidlertid have nogle bestemte egenskaber, der ikke er så udbredte i planterne. Ved hjælp af gensplejsning kan man så at sige skrue op for plantens produktion af de ønskede olier.

Plantetype	Egenskaber	Stadie	Firma
Kartoffel	Stivelse ændret med henblik på salg til bl.a. papirindustri	Tæt på EU miljøgodkendelse	Amylogene, Sverige (ejet af BASF Tyskland)
Kartoffel	Stivelse ændret med henblik på salg til bl.a. papirindustri	Eksperimentelt	Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole, København
Raps, soja	Bakteriegen indsat, der producerer stoffet PHA, som kan bruges til produktion af det plasticlignende "Biopol".	Forsøgsdyrkning P.t. ikke rentabel	Metabolix, USA
Raps	Gen fra laurbærtræ indsat; ændret olieindhold til brug i f.eks. vaskemidler.	Markedsføres under navnet "Laurical"(tm)	Monsanto, USA
Majs	Enzymet trypsin, der nedbryder proteiner. Bruges både ifm. læder- og vaskemiddelproduktion og til medicinske formål	Markedsføres under navnet "TrypZeanT"	Prodigene, USA
Poppel	Ændret sammensætning af træ mhp. mindre forarbejdning for papirindustri	Forsøgsdyrkning	Syngenta, UK
"Radiata" Fyr	Ændring af træfibre mhp. produktion af fibre f.eks. som erstatning for glasfiber	Idéplan	?
Kartoffel, tobak	Edderkoppegener indsat mhp. produktion af edderkoppesilke (Biosteel (c)), bl.a. til produktion af medicinsk sytråd og militært letvægtsbeskyttelsestøj	Eksperimentelt	Nexia Biotechnol., USA/ Plant Genetics and Crop Plant Research, Tyskland
Gåsemad	Produktion af voks til bl.a. kosmetik og smøremidler vha. gener fra jojoba-planten	Eksperimentelt	?
Castorbønne	Naturlig produktion af stærkt giftig ricin undertrykt. Muliggør brug af olie til plastik, maling og kosmetik	Eksperimentelt	?
Tobak	Algegen indsat, der producerer det røde pigment astaxanthin, som bruges i foder til dambrugslaks, så kødet bliver mere rødt	Eksperimentelt	?

Udvalgte GM-planter, der producerer råstoffer til industribrug, og som ville kunne dyrkes i Danmark inden for de kommende 10 år, samt på længere sigt. Kun det øverste eksempel er søgt godkendt til frilandsdyrkning i EU.

Hvis der i nær fremtid kommer til at vokse gensplejsede planter i Danmark, vil stivelseskartofflen være blandt de første, vurderer Birger Lindberg Møller, professor ved Institut for Plantebiologi ved Landbohøjskolen i København, og medstifter af Poalis A/S. Kartofflen er udviklet i Sverige og kan derfor vokse i

Danmark. Et svensk firma, Amylogene A/S, har allerede søgt om tilladelse til at markedsføre kartofflen i EU.

Prydplanter

Forbrugernes efterspørgsel efter nye farver og former og efter blomster, der holder sig friske og pæne i længere tid, gør gensplejsning interessant for producenterne af prydplanter. Ofte kan det lade sig gøre at tage det eller de gener, der bestemmer kronbladernes farve, og overføre dem fra én planteart til en anden. Ligeledes kan en plantes levetid forlænges. Mange afskårne blomster bliver fløjet ind fra fjerne egne, og den lange transporttid gør det attraktivt for producenten at udvikle blomster med en længere holdbarhed. Det kan man f.eks. gøre ved at introducere et gen, der gør, at blomsterne ikke reagerer på de signaler, som planten sender om, at blomsterne skal visne. Tilsvarende har man forsøgt at fremavle roser, hvis blade ikke gulner så hurtigt, efter at de er blevet klippet af til salg. Endnu et eksempel er ukrudtsmiddel-tolerant græs til golfbanernes tætklippede greens og insektresistente juletræer. Endelig forskes der i at ændre på planternes form. Et eksempel herpå er juletræer, der sætter grenene tættere. Dette er dog helt på idéstadiet, idet man endnu ikke har identificeret de gener, der i givet fald skulle ændres.

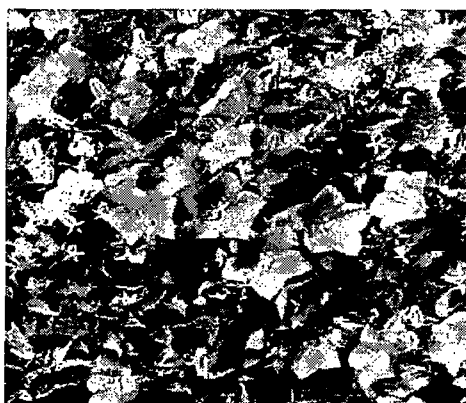
Plantetype	Egenskaber	Stadie	Firma
Juletræ (Normannsgran)	Indsætte naturligt insektmiddel fra vintergæk	Eksperimentelt stadie	Botanisk Have, København/Wooden Plant Biotech, Danmark
Karpaterklokke	Længere holdbarhed	Min. 3-5 år før salgsklar	Den Kongelige Vetri-nær- og Landbohøjskole, København, og partnere
Brændende kærlighed	Længere holdbarhed	Min. 5-6 år før salgsklar	?
Rose	Forhindring af bladgulning	?	?
Petunia	Gensplejset orange farve vha. gen fra majs	?	?
Plæne-/golfbanegræs	Ukrudtsmiddelresistens, hansteril (producerer ingen pollen)	?	Hybrigene, USA
Lavendel	Selvlysende. Gen fra vandmand indsat	Eksperimentelt	?
Rose	Gensplejset blå farve vha. gen fra stedmoderblomst	Klar til salg inden-for 5 år	Suntory, Japan

GM-planter til rekreative formål og udvalgte GM-prydplanter, som ville kunne dyrkes i Danmark inden for de kommende 10 år samt på længere sigt. NB: Afventer flere detaljer fra Sven B Andersen.

Foreløbig er der i EU givet tilladelse til at dyrke og sælge tre forskellige varianter af en nellike, hvoraf to er gensplejset til at få blå eller violette blomster frem for blomster i de normale røde, gule og hvide nuancer, og én har længere holdbarhed. Disse blomster dyrkes i øjeblikket i Sydamerika og vil sandsynligvis ikke komme til at vokse i Danmark. Blandt de gensplejsede prydplanter, der kunne dyrkes i danske drivhuse, vurderer Sven Bode Andersen, Landbohøjskolen, at Kalanchoe (*Brændende Kærlighed*) og Campanula (*Karpaterklokke*) vil blive de første. Begge er gensplejset til at opnå en længere holdbarhed. Forskere fra Københavns Botaniske Have ansøger i øjeblikket om at få tilladelse til at indsætte et naturligt insektbekæmpende stof i ædelgranen *Abies nordmanniana* (*Normannsgran*), der er det typiske juletræ i Danmark, jf. kap. 9.



Radiata fyr



Karpaterklokke



Brændende kærlighed



Petunia

4. Etik

Vi bruger alle hver eneste dag, forskellige former for etiske argumenter, uden at tænke over, hvilken slags argumenter, der er tale om. Vi kan altså sagtens tage en etisk diskussion uden at kende særlig meget til etik. Etikken kan dog hjælpe os til at blive bevidste om vores holdninger og værdier.

Forskellige etiske synsmåder

Vi kan stort set alle være enige om, at de *konsekvenser* eller det *formål*, som en bestemt gensplejset plante har, er af betydning for, om vi bør anvende den ("nytte-etik"). Der er typisk både fordele og ulemper ved at vælge *eller* at *fravælge* en bestemt teknologi. Fordelene tælles op i penge og livskvalitet, og ulemperne i risici for sundheden, miljøet eller samfundet.

Selv om alle kan blive enige om, at der er både *ønskede* og *uønskede* konsekvenser, som skal i vægtskålen, kan der alligevel være uenighed. Når vi bliver uenige, skyldes det, at vi kan være uenige om, hvor meget de enkelte konsekvenser må tynde vægtskålen ned. Og vi kan desuden være uenige om, hvor sandsynlige de enkelte konsekvenser er. I de kommende kapitler ses der bl.a. på forskellige vurderinger af, hvad konsekvenserne vil være ved de nye GM-planter.

Vi kan også være uenige om, hvor stor betydning, konsekvenserne i det hele taget skal tillægges. En gensplejset plante kan forekomme etisk forkert, *selv om fordelene ved den opvejer ulemperne* ("pligt-etik"). Dette synspunkt formuleres ofte på den måde, at en konkret GM-plante – eller måske ligefrem al genteknologi – "overskrider en etisk grænse". Yderligere et etisk synspunkt er, at kun dette, at vi kan enes om en handling, kan gøre en sådan etisk korrekt. Konsekvenserne og principperne kan være meget gode, men hvis vi ikke på demokratisk og åben vis diskuterer os frem til enighed, er de intet værd ("samtale-etik").

Endelig er nogle danskere inspireret af den kristne synsmåde. Nogle kristne mener, at det at ændre på generne er at gribe ind i Guds skaberværk, og derfor etisk forkert. Andre kristne mener derimod, at vi er sat på jorden for at forvalte den bedst muligt. Dette indebærer, at vi må tage stilling til, om f.eks. gensplejsning af planter er etisk forsvarlig for vor forvaltning af jorden.

Som boksen oven for, illustrerer findes, der flere forskellige etiske synsmåder, som ikke altid når til samme resultat. Et konkret eksempel kan tjene som illustration.

En gensplejset plante, der indgår i oversigten ovenfor, og som kan komme til at vokse i Danmark inden for ti år, er tobaksplanten, der producerer antistoffer, som forebygger huller i tænder.

Indledningsvis kan vi spørge os selv, om formålet står mål med de risici, der vurderes at være forbundet med at gøre brug af planten. Her må det f.eks. bedømmes, hvor store gener huller i tænder er forbundet med, hvor stor en forbedring den nye behandling vil være, samt om der er sundhedsmæssige, miljømæssige eller økonomiske fordele eller risici ved den nye behandling.

En helt hypotetisk vurdering kunne være, at brugen af tobaksplanten

- kunne begrænse problemer med huller i tænder og dermed muligvis spare staten og patienterne for milliarder af kroner årligt
- ville udgøre en fare for lokale plantesamfund, fordi tobaksplanten breder sig i den danske natur på bekostning af naturligt hjemmehørende arter

Om denne vurdering er urealistisk er ikke så vigtigt her. Vi skal bruge disse oplysninger i et tankeeksempel, der kan illustrere de etiske synsmåder.

De to konsekvenser skal vejes op mod hinanden. Hvis fordelene overgår risici, siger vi, at det er etisk korrekt at gøre brug af planten. I analysen kan der indgå en vurdering af, om der findes alternative metoder til at opnå de samme fordele, som planten muliggør. Der kan i eksemplet indgå en vurdering af, om anti-stoffer mod huller i tænder kan tilføje noget, som tandbørst og tandtråd ikke kan klare.

Et problem kan være, at vi ikke er enige om, hvor stort et problem huller i tænder er. Et andet problem kan være, at vi ikke er enige om vurderingerne af, hvor risikabel eller værdifuld den gensplejsede plante vil være.

I de kommende kapitler følger en række forskellige vurderinger af, hvilke konsekvenser dyrkningen de ny GM-planter er forbundet med.

Men lad os nu sige, at vi har vurderet, at netop denne GM-plante indebærer langt større fordele end ulemper. Da kunne nogle synes, at sagen var afgjort til fordel for brugen af GM-tobakken. Andre kunne imidlertid indvende, at det alligevel er uetisk at gøre brug af planten med den argumentation, at fordelene ved at fjerne alle huller i tænder måske nok er større end ulemperne ved at sætte lokale plantearters eksistens på spil. Men grænsen for, hvad vi kan tillade os, vil gå ved, om der opstår permanente skader på naturen, såsom ved tab af plantearter. Kort sagt ville synspunktet altså være, at nok skal fordele og ulemper vejes op mod hinanden, men uanset hvad resultatet er, er der grænser for, hvad vi kan byde naturen.

Endvidere kan det gøres gældende, at det hverken er fordele, ulemper eller grænser, men derimod den proces, der fører frem til beslutningen, der afgør, om valget er etisk retfærdiggjort. Er vi efter en åben og demokratisk debat nået til enighed om, at GM-tobaksplanter er en god idé, er det etiske arbejde gjort. Intet synspunkt er således på forhånd dømt ude.

Mennesker, der er inspireret af et kristent livssyn, kan være uenig heri. De vil mene, at selve det at gensplejse er at gribe ind i Guds skaberværk, og dermed at al gensplejsning er etisk forkert. Dette uanset om planten producerer stoffer mod huller i tænderne eller mod cancer, uanset om planten er risikabel eller ufarlig, uanset om planten overskrider en etisk grænse eller ej, og uanset om man på demokratisk vis er nået frem til at anvende den. Andre kristne kan imidlertid have en anden udlægning: mennesket er sat på jorden for at forvalte den bedst muligt – og hvis gensplejsning vurderes at tjene dette formål, er denne også forenelig med den kristne etik. Netop afdøde pave Johannes Paul II har eksempelvis udtalt sig positivt om brugen af genteknologi i forbindelse med fødevareafgrøder.

Endelig kan der være forskelle i opfattelsen af, hvilken politisk rolle etiske vurderinger skal spille. Et spørgsmål er for eksempel, om det forhold at nogle mennesker finder GM-tobaksplanten etisk forkert, skal betyde, at ingen skal have mulighed for at dyrke den. En sådan beslutning vil fratage muligheder for dem, der gerne så GM-planten dyrket. Man kan således spørge, under hvilke betingelser det skal være samfundet som helhed, der bestemmer, hvad der skal være muligt, og hvornår det skal være den enkelte forbruger.

5. Sundhed

GM-planter kan få en positiv indvirkning på menneskets sundhed, når de skaber grundlag for nye eller forbedrede lægemidler, eller når de erstatter andre, sundhedsmæssigt risikable teknologier.

Omvendt kan GM-planter være forbundet med sundhedsmæssige risici, hvis eksempelvis planter, der producerer giftige indholdsstoffer, ved et uheld bliver blandet sammen med fødevarer, eller hvis sådanne indholdsstoffer når grundvandet.

Informationerne i dette kapitel er bygget på den foreløbigt relativt beskedne mængde viden der findes om de nye GM-planter indvirkning på sundheden. Som beskrevet i introduktionen vil visse af vurderingerne i kapitlet derfor have et hypotetisk præg.

Sundhedsmæssige fordele

Det er ikke muligt at generalisere om sundhedsfordelene ved de ny GM-planter. Nogle af de nye typer af gensplejsede afgrøder sigter direkte på at forbedre menneskers eller dyrs sundhed. I visse tilfælde muliggør de medicinske GM-planter fx en ny eller bedre behandling i forhold til de eksisterende muligheder.

Der findes ofte alternativer til dette at bruge gensplejsede planter. Den mest anvendte metode til at producere medicin ved hjælp af gensplejsning er i dag at bruge bakterie-, svampe-, plante-, dyre- og menneskelige cellekulturer, dvs. celler, der kan holdes i live i dyrkningsbeholdere og -tanke, og som kan producere medicin ligesom planterne. Faciliteter til produktion i menneske- og dyrecellekulturer kan være relativt dyre og tage lang tid at opbygge. Disse forhold betyder ifølge Erik Østergård Jensen, Århus Universitet, at virksomhederne i dag ikke kan følge med efterspørgslen på den medicin, der produceres.

Der kan ligeledes gøres brug af GM-planter, der er sluttet inde i drivhuse eller andre lukkede systemer. Fordelen ved disse metoder er, at man kan indeslutte produktionen, og dermed begrænse risikoen for spredning, men der har været nogle få uheld, hvor organismerne alligevel slipper ud i små mængder.

Man kan også gøre brug af gensplejsede dyr, såsom køer der producerer medicin i deres mælk. Men der anføres ofte etiske grunde til at undgå at bruge dyr. Desuden er det kun visse stoffer man kan producere i dyr, idet mange stoffer ville skade dyret, der producerer dem. Et andet problem er, at der kan være en risiko for at dyresygdomme kan sprede sig til mennesket sammen med medicinen.

Således er det kendt, at bløderpatienter, behandlet med blødermedicin udvundet fra mennekseblod, er blevet inficeret med HIV og er døde af AIDS, mens andre patienter er smittet med forskellige andre kendte og ukendte virussygdomme, der er ført med vacciner produceret i dyr eller dyreceller, oplyser Finn Okkels, Poalis A/S. Der findes eksempler på, at mennesker, der er behandlet med væksthormon udvundet af menneskehjerner, er døde af Creutzfeldt-Jacobs sygdom (den menneskelige variant af kogalskab), og på, at medicin, der indeholdt komponenter fra kvæg, har inficeret mennesker med kogalskab. Mange vacciner produceres i høns, som også kan smitte mennesker med den alvorlige fugleinfluenza. Der findes en lang liste over meget alvorlige sygdomme, som kan overføres med produkter fra dyr.

Ligeledes indeholder menneskelige cellekulturer kræftceller, hvilket i sig selv kan indebære en risiko for de personer, der modtager medicin udvundet herfra.

Kort fortalt er den sundhedsmæssige fordel ved planter, at de kan producere nogle stoffer, som er for komplicerede til, at mikroorganismer kan producere dem. Alternativet, gensplejsede dyr samt dyre- eller menneskecellekulturer, indebærer en smittefare. Indirekte kan muligheden for at sænke prisen på medicin også blive en sundhedsmæssig gevinst, da omkostningerne i praksis kan være bestemmende for, hvor god en behandling patienterne får. Dette gælder i dag blandt andet for leddegigtpatienter.

Visse GM-planter kan forventes at erstatte gensplejsede mikroorganismer ved produktionen af medicin. Til brugen af GM-mikroorganismer knytter der sig, ligesom for GM-planternes vedkommende, en risiko for at det indsatte gen bliver spredt, eksempelvis til sygdomsfremkaldende bakterier. I forhold til planter er bakterierne sværere at kontrollere, dels fordi de ikke er synlige med det blotte øje, dels fordi bakterier er mere ukritiske i forhold til, hvem de udveksler gener med.

Medicinalfabrikker har i dag tilladelse til at slippe visse levende mikroorganismer ud i miljøet via spildevand. Målinger viser dog, at genudveksling ikke i praksis er et problem, og at mikroorganismene ikke etablerer sig i naturen.

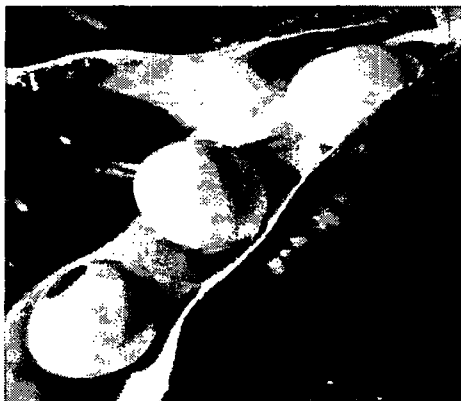
Ud fra en umiddelbar betragtning er der ikke grund til at forvente, at de medicinproducerende GM-planter udgør en større trussel imod sundheden end disse bakterier, vurderer Jan Pedersen, Danmarks Fødevareres forskning. Det kan dog være svært at foretage en generel sammenligning, og problemet afhænger meget af den enkelte sag.

Sundhedsmæssige risici

Spørgsmålet om, at gensplejsede afgrøder til fødevarer- eller foderbrug kan komme til at blive blandet sammen med traditionelle afgrøder og fødevarer, har været genstand for en hed debat. Det vil sige, at der kan ske en sammenblanding af planter af samme type, f. eks. gensplejset raps og konventionel eller økologisk raps, som man ønsker at holde adskilt af politiske årsager – m.h.p. at kunne tilbyde forbrugere et frit valg.

En sammenblanding kan gøre det svært for de konventionelle og økologiske landmænd at sælge deres fødevarer afgrøder som "ikke-gensplejset". Dette kan have stor økonomisk betydning for den landmand, der bliver ramt, og derfor findes der kompensationsordninger.

Men sammenblandes fødevarer afgrøder med decideret giftige planter, kan der opstå en helt anden problemstilling, nemlig at fødevarer bliver forurenede med stoffer, der har en veldokumenteret sundhedsskadelig virkning.



Sojabønne



Raps

Naturens egne giftstoffer

Langt de fleste af de giftstoffer - eller toksiner - som mennesker eksponeres for i det daglige er af naturlig oprindelse. Dvs. at toksinerne er produceret af planter, bakterier, alger, svampe, dyr eller andre former for organismer. Vi kender alle til naturlige toksiner - og har lært at have respekt for stofferne. Vi spiser således ikke natskygge, bulmeurt, grøn fluesvamp, frugterne fra taks eller guldregn, skarntyde eller lærkespore. Selv når vi har med vore almindelige afgrødeplanter at gøre er vi forsigtige. F.eks. går vi langt uden om grønne kartofler på grund af deres indhold af giftige alkaloider og har vi med fugtigt korn eller tropiske nødder og frugt at gøre, tager vi alle forholdsregler overfor fødevarernes forurening med svampetoksiner.

Naturlige toksiner er blandt nogle af de mest giftige stoffer, der findes på jorden; nogle er akut dødelige som f.eks. ricin fra amerikansk olieplante eller botulisme-toksinet. Flere af de naturlige toksiner kan forårsage kræft, f.eks. aflatoksiner (leverkræft) og ptaquilosid, et stof der findes i større mængder i vores hjemlige ørnebregne (tarm og urinvejskræft). Man kan ikke altid forklare, hvorfor planter producerer toksinerne. I nogle tilfælde skyldes det, at stofferne kan gøre planten mere resistent overfor angreb af svampe og insekter - og planten kan også bruge stofferne som kemiske våben i konkurrencen med andre plantearter (allellopati), dvs. stofferne fungerer som "naturlige" pesticider.

Til trods for at naturlige toksiner er så almindeligt forekommende har man aldrig målt for tilstedeværelsen af disse stoffer i jord, overfladevand (søer, vandløb) og i grundvand. Da der imidlertid aldrig er målt for stofferne i miljøet kan vi ikke i dag sige, om det er et problem eller ej. Grundlaget for at afgøre om biologisk aktive stoffer - udskilt fra GM-planter på samme måde som naturlige toksiner fra den vilde natur eller afgrødeplanter - skulle kunne påvirke jord- og vandkvalitet er således i dag meget ringe.

Hvad sker der, hvis mennesker utilsigtet indtager de ny GM-planter?

Mange af de stoffer, der produceres af gensplejsede planter, herunder de medicinske stoffer, stivelse eller olier til industribrug og enzymer, vil være ugiftige eller kun svagt giftige, dvs. på niveau med de øvrige ting man spiser. Virkningen vil være ubetydelig, når de først er blevet 'fortyndet' i den afgrøde eller fødevarer, hvori GM-planterne er havnet, og blevet nedbrudt i fordøjelsen.

Vore fødevarer indeholder allerede i dag en lang række af giftige stoffer. Der findes f.eks. små mængder svampegifte i blåskimmelost, kornprodukter og rosiner - hvilket er årsagen til, at børn under 3 år kun må spise 50 g rosiner om ugen. Små mængder af det ekstremt giftige cyanid er det, der får f.eks. "søde mandler" til at smage sødt.

Jan Pedersen, der vurderer sundhedsrisici i forbindelse med godkendelser af gensplejsede organismer ved Danmarks Fødevarerforskningscenter, konstaterer dog, at der i medicinske stoffer er tale om stoffer, som er skabt til at have en biologisk effekt. Dette giver i sig selv anledning til en vis forsigtighed. Der findes eksempler på GM-planter, der producerer stoffer, som ikke nedbrydes i fordøjelsen, og som bevarer deres virkning ved meget lave koncentrationer.

Et eksempel er afgrøder, der producerer menneskelige hormoner, som skal bruges til at påvirke immunforsvaret, f.eks. at undertrykke det hos patienter, der har fået overført nye organer, således at organerne ikke bliver afstødt. De såkaldte cytokiner kan overleve i den menneskelige fordøjelse og dermed bevare

deres virkning. Det giver nogle ubehagelige bivirkninger at indtage dem, og får man større mængder, kan man blive alvorligt syg.

Endelig er der en risiko for, at planterne ved en fejl producerer eller bliver forurenede med giftige eller allergifremkaldende stoffer. Det kan f.eks. dreje sig om pesticidrester, eller om stoffer fra sygdomsangreb, såsom skimmelsvampe, der producerer nogle stærkt kræftfremkaldende stoffer. Selv om man renser det stof, der skal bruges, er der en risiko for, at uønskede stoffer består. Disse problemer kender man også fra den nuværende medicinproduktion baseret planter, og er et problem der håndteres rutinemæssigt.

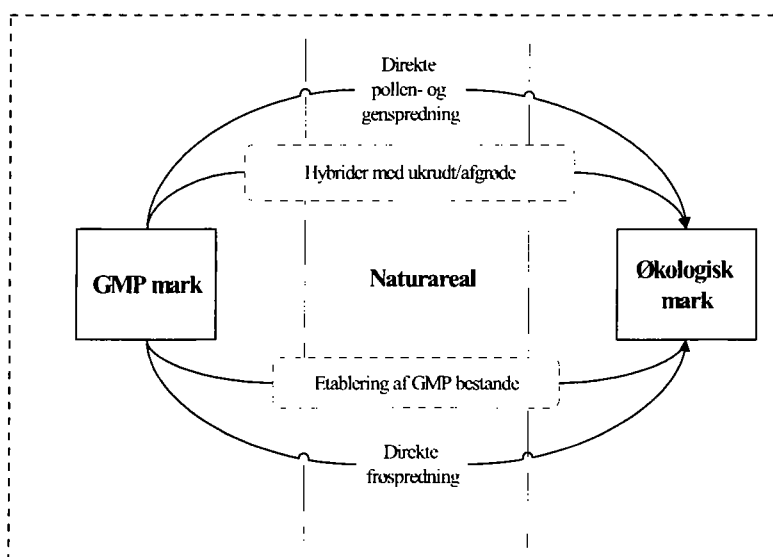
Hvor stor er risikoen?

Om der er en risiko for menneske og natur, og hvor stor den er, vil bl.a. afhænge af:

- det planteproducerede stofs egenskaber – om det f.eks. er giftigt, har hormonvirkning eller kan fremkalde allergi – eller er harmløst
- hvilken planteart der producerer stoffet
- hvor udbredt teknologien bliver
- under hvilke betingelser planterne dyrkes, f.eks. indeslutningen og placeringen i forhold til følsomme naturområder eller grundvand
- hvor gode producenterne er til at overholde de sikkerhedsbetingelser, der er blevet, og vil blive opstillet

Sammenblanding kan ske på flere forskellige måder

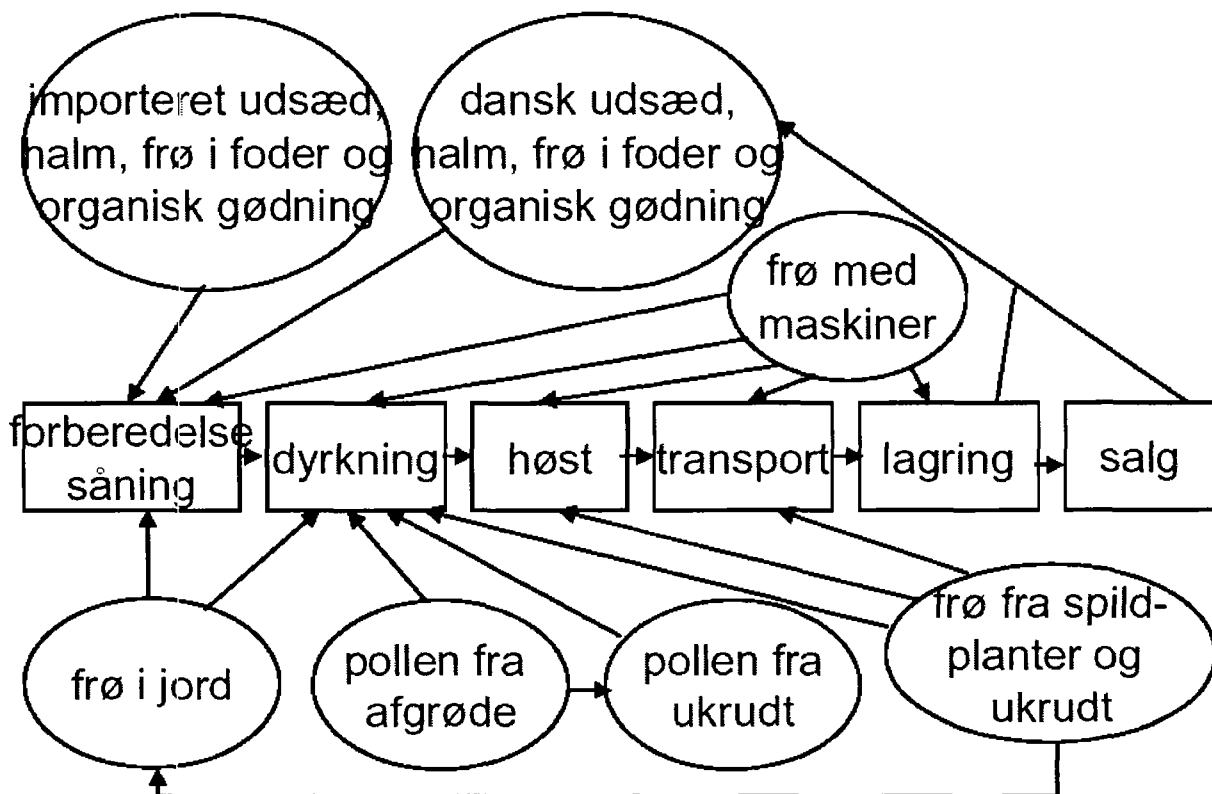
Sammenblanding kan ske ved, at pollen fra de gensplejsede planter "forurener" de tilstødende afgrøder. Det er ikke unormalt, at pollen flyver flere hundrede meter under gunstige betingelser – i nogle tilfælde flere kilometer. Som det vil fremgå af næste kapitel, er det også muligt for visse afgrøder at formere sig med slægtinge, der vokser i eller uden for marken. Herved kan de egenskaber, der er blevet indsat i afgrøden, blive overført til vilde arter, herunder ukrudtsarter. Hvis dette ukrudt vokser blandt fødevareafgrøder, er der en risiko for, at det bliver høstet sammen med fødevareafgrøderne, eller at de vilde planters pollen kan overføre de indsatte gener til fødevareafgrøderne (se figur 4).



Figur 4. Udveksling af gener mellem markarealer og naturområder.
Fra Konsekvenser af genmodificerede afgrøder for økologisk jordbrug.

Kilde: Gösta Kjellsson og Birte Boelt, 2002.

Der kan også ske det, at frø bliver blandet sammen i høstredskaber. Det er allerede i dag et velkendt problem, at frø fra en afgrøde bliver efterladt på marken ved høst, overvintrer og dukker op som ukrudt i det følgende års afgrøde. Man kan også forestille sig at frø, der er blevet tabt under transporten, spirer i en vejkant og bliver til planter, som spreder pollen og frø, eller kan blive spist af dyr eller mennesker. Eventuelt kan der ske en sammenblanding under transport, opbevaring eller forarbejdning (se figur 5). Disse mulige spredningsveje blev analyseret i det faglige forarbejde til den danske Lov om dyrkning m.v. af genetisk modificerede afgrøder af 4. juni 2004 (L169) *Sameksistensloven* (se senere kap. 9).



Figur 5. Forskellige måder, hvorpå GM-afgrøder under produktionen kan blive blandet sammen med ikke-GM-afgrøder. Øverst den menneskeskabte spredning, nederst den biologiske spredning. Fra Tolstrup et al.: Rapport fra udredningsgruppen vedrørende Sameksistens mellem genetisk modificerede, konventionelle og økologiske afgrøder (2003).

Der findes eksempler på, at sammenblanding er sket trods forskellige sikkerhedsforanstaltninger. I Danmark gøres der jævnligt fund af små mængder gensplejrede planter i økologisk foder. I England har man gjort fund af gensplejset materiale i økologiske fødevarer. I 2002 kom det frem, at det amerikanske firma Prodigene havde overtrådt nogle sikkerhedsbestemmelser under en forsøgsdyrkning af majs, der var gensplejset til at producere en grise-vaccine. Efterladte frø spirede og blev til majsplanter i den soja, der voksede på marken det følgende år. Firmaet fik en bøde på to mio. dollars for bl.a. tabet ved destruktionsen af en større mængde soja, som man mistænkte var blevet forurenset.

Utilsigtet sammenblanding er naturligvis ikke et specifikt "GM-fænomen", og i mange tilfælde ville sammenblanding i den traditionelle produktion af medicin eller fødevarer indebære sundhedsrisici. De såkaldt bejdsede frø, som anvendes til såsæd i landbruget, er således giftige og kunne skabe forgiftningssituationer, hvis de blev blandet sammen med eller forvekslet med frø til fødevarerbrug.

Muligheder for at undgå sammenblanding

Det forventes ikke, at de nævnte eksempler kan overføres direkte til en situation, hvor der dyrkes f.eks. medicinske GM-afgrøder i Danmark. Dels vil forholdsreglerne ved en sådan produktion sandsynligvis være anderledes, fordi der er tale om særlige ikke-fødevarer-afgrøder. Dels har vi i Danmark en unik tradition, der betyder, at der er stor kontrol med, hvad landmanden dyrker. De allerfleste landmænd får hvert år deres frø direkte fra frøproducenten, hvilket for det første betyder, at der er kontrol med såsæd. Vi har, for det andet, tradition for såkaldt kontraktproduktion, hvilket vil sige, at producenten har meget stor kontrol over de betingelser, hvorunder en afgrøde dyrkes og at der er en tæt forbindelse mellem producent og aftager. Danmark er desuden det første land i verden, der har vedtaget en lov om "sameksistens" mellem GM-afgrøder, konventionelle og økologiske afgrøder. Ifølge Søren A. Mikkelsen, Danmarks Jordbrugsforskning, gør disse forhold Danmark til et af de mest velegnede steder til dyrkning af GM-afgrøder.

Inden for EU er der, som nævnt, allerede regler om og erfaring med at holde forskellige planter og fødevarer adskilt. Erfaringen kommer bl.a. fra produktionen af såsæd for fremmedbestøvede plantearter, der, for at opnå godkendelse, kun må indeholde en vis, meget lav andel af "forurening", eksempelvis frø, der er resultatet af en befrugtning med pollen fra andre sorter eller vilde slægtninge. Sukkerroer kan blive befrugtet f.eks. af sin vilde slægtning strandbeden eller af en beslægtet afgrødesort, såsom rødbede eller foderroe. Derfor sørger man for i områder, hvor man producerer frø, at holde vilde slægtninge og andre sorter langt væk. Det medfører samtidig, at der ikke havner så meget pollen fra afgrøden blandt de vilde planter.

At holde afstand mellem de gensplejsede afgrøder og de planter, som de kan formere sig med, er den simpleste måde til at undgå, at pollen spredes. Der findes flere metoder, ved hvilke man ved frilandsdyrkning kan minimere risikoen for at gensplejset pollen, frø eller plantemateriale slipper hen, hvor det ikke skal være. Nogle af disse løsninger er mere effektive end andre, og visse af de teknologiske løsninger har vist sig at være mindre end 100 procent effektive:

- Brugen af planter, der ikke afgiver pollen (f.eks. vår- og vinterbyg, ært, kartoffel (visse sorter), pil (hunlige kloner))
- Plantearter, som ikke blomstrer i produktionsmarken, og hvor frøproduktion, der involverer pollen-spredning, evt. kan foregå indesluttet (f.eks. foderroe, kålroe, runkelroe, gulerod, ræddike, kål, cikorie, løg, vegetativt formeret kartoffel (visse sorter) og jordskok)
- Brugen af plantearter, hvor danskproducerede afgrøder ikke bruges til fødevarer (f.eks. triticale, hamp, tobak, foderroe, kålroe, hestebønne, fodergræsser, kløver, lupin, sojabønne, solsikke)
- Brugen af fødevarerplanter, der høstes på et andet tidspunkt end de øvrige fødevarer (f.eks. hestebønne)
- Brugen af planter, der ikke overlever den danske vinter (f.eks. roe, majs, soja og tobak)
- Fysiske forhindringer, et værnebælte af f.eks. hamp, hvis klistrede blade delvis renser luften for pollen
- Bioteknologiske forhindringer, såkaldt han-sterilitet, der medfører, at planten ikke producerer pollen, og terminator-gener (indsat genteknologisk), der gør, at frøene ikke kan spire
- Brugen af krydsningssteknikker, der bevirker, at planternes afkom ikke kan spire eller blomstre
- Løbende foranstaltninger, såsom rensning af høstredskaber og fjernelse af stokløbere (dvs. planter, der blomstrer første år, selv om de ikke burde). Regler om sådanne foranstaltninger indgår i den danske lovgivning om dyrkningen af GM-afgrøder (se figur 6). GM-producenter skal gennemgå et særligt kursus i bl.a. håndteringen af GM-afgrøder og erhverve et såkaldt "GM-kørekort"
- De almindelige retningslinjer for "godt landmandskab", som skal sikre, at der ikke opstår uheld og kvalitetsforringelser

Virkemiddel	Pollen-spredning	Frø-spredning
Kontrol af udsæd	-	XXX
Afstandskrav	XXX	-
Markstørrelse	XXX	-
Værnebælter	XX	-
Dyrkningsintervaller	X	XXX
Afgrødevalg i sædskiftet	XX	XX
Bekæmpelse af spildplanter	XX	XXX
Bistader i marken	X	-
Rengøring af såredskaber	-	XXX
Rengøring af mejetærsker o. lign.	-	XXX
Rengøring af transportmateriel	-	XXX
Rengøring lager	-	XXX

Figur 6: Forskellige muligheder for at undgå spredning og overlevelse af GM-planter, pollen og frø.
(tre krydser svarer til størst virkning)

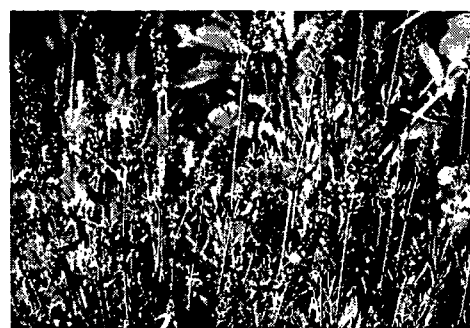
Fra Tolstrup et al.: Rapport fra udredningsgruppen vedrørende Sameksistens mellem genetisk modificerede, konventionelle og økologiske afgrøder (2003).



Hestebønner



Raps



Lavendel



Hybenrose

Brug af fødevarer afgrøder i forhold til ikke-fødevarer afgrøder

Kritikere advarer imod at dyrke GM-planter på åben mark, hvis der er tale om en afgrøde, der samtidig bliver brugt til fødevarer afgrøder i samme område. Af frygt for dårlig omtale foranlediget af sammenblanding med fødevarer, besluttede den amerikanske forening af bioteknologiske industrier i 2002, at der ikke må dyrkes medicinske afgrøder i områder, hvor den samme afgrøde dyrkes som fødevarer.

Ifølge Erik Østergård Jensen, Århus Universitet, er der imidlertid i forbindelse med medicinproduktion en fordel ved netop at anvende fødevarer afgrøder, da man ikke behøver at identificere og fjerne eventuelle giftstoffer. Desuden er fødevarer afgrøder allerede udviklet til en høj ydelse – en egenskab, som det tager mange år at udvikle.

Jan Pedersen fra Danmarks Fødevarerforskning, som er den myndighed, der i Danmark vurderer, om gensplejede planter vil indebære sundhedsrisici, foreslår, at man indspejser et markørgen i de medicinske afgrøder, så man altid kan spore dem. Det kunne være et gen, der permanent farver afgrøden rød. Der findes markørfarvestoffer, der ligefrem er sunde at spise, ligesom der er teknikker til at få dem produceret i de plantedele, der også producerer det nye indholdsstof. Teknikken er dog ikke 100 procent driftssikker, da markørgenet kan blive slukket af planten.

Vi har allerede en vis erfaring med at håndtere fødevarer, der ligner hinanden, men skal holdes adskilt. Der dyrkes således i dag på danske marker kartoffelsorter, som ikke er egnet til direkte salg til forbrugere, men skal bruges i fødevarerindustrien. I industrien er man ikke interesseret i sammenblanding, da dette kan forringe kvaliteten af det produkt, eksempelvis kartoffelchips, der skal sælges.

Derudover findes der i dag teknologier, af hvilke nogle stadigvæk er under udvikling, som kan sikre, at der ikke foregår en forgiftning forårsaget af det stof, som planten producerer, selv hvis egenskaben overføres til andre planter eller blandes i menneskeføde:

Det er muligt

- at få planten til kun at producere et givet stof, når planten behandles med et bestemt stof, såsom sprit
- at få planten til at producere stoffet i en inaktiv form, der kan aktiveres ved, at man tilsætter et bestemt enzym
- at gøre brug af planter, hvis frø ikke er fordøjelige; hvis man samtidig får planten til kun at producere det aktive stof i frøene, vil planten ikke være giftig for de dyr og mennesker, der ved en fejltagelse kommer til at indtage planten
- at få planten til kun at producere stoffet under spiringen. Frøene spires i tanke, som ved maltning af korn ved ølproduktion. Den voksne plante på marken indeholder ingen af de evt. giftige stoffer
- at anvende identifikationssystemer, som viser, om planten indeholder sundhedsskadelige stoffer (f.eks. afvigende farve på blade, frø eller blomster, eller rynkede frø)

Nedsivning til grundvandet

Hans Christian Bruun Hansen, Institut for Grundvidenskab ved Landbohøjskolen, skønner, at hovedparten af de stoffer til medicinsk- og industribrug, som GM-planterne producerer, ikke vil indebære problemer i forhold til nedsivning til grundvandet, idet de binder sig stærkt til jorden og hurtigt omsættes. Det er dog ikke muligt på forhånd at frikende alle stoffer, idet nedsivningen afhænger af det enkelte stofs kemiske egenskaber.

Proteiner er ofte ugiftige og let nedbrydelige, men visse proteiner er både meget giftige og bestandige, såsom Bt-toksinet, der anvendes i mange af de nuværende GM-planter til foder- og fødevarerbrug. Erfar-

ringen med Bt-planter har vist, at planter kan udskille giftige proteiner langt nede i jorden, hvor nedbrydningen går langsomt, og forskere har fundet Bt-rester i jorden efter et år. Bt-toksinet er ugiftigt for mennesker, men stoffets giftighed

over for en række organismer i jord- og vandmiljøet får betydning hvis stoffet transporteres rundt i miljøet; for eksempel til søer og vandløb, hvor det så kan påvirke andre organismer. Man har dog aldrig påvist proteiner, herunder giftige proteiner, i grundvand, selvom store træers rødder, som indeholder masser af proteiner, går dybt ned i jorden. Dette kan dog skyldes, at der ikke rutinemæssigt måles for giftige proteiner i grundvandet. Visse proteiner er dødelige i koncentrationer, der næsten ikke kan måles.

At sikre grundvandet mod planter, der producerer medicinske stoffer og stoffer til industribrug, forudsætter et godt kendskab til hvilke mængder, der ender i jorden under og efter planternes vækstperiode, stoffernes nedbrydning og de stoffer, der herved opstår, stoffernes bindingsegenskaber og indvirkning på de organismer, der nedbryder de efterladte plantedele. Hidtil har der været ringe fokus på jord- og vandforurening med stoffer fra GM-planter, og vores viden er derfor begrænset. Hans Christian Bruun Hansen vurderer dog, at en sikker anvendelse af de nye GM-afgrøder er mulig. Visse planter vil formentlig vise sig at være for risikable at dyrke på åben mark, mens andre kan dyrkes under særlige betingelser.



Triticale



Pil



Jordskok



Hør

6. Natur

Som nævnt i introduktionen, er anvendelsen af gensplejsede planter ligesom de fleste andre teknologier forbundet med både fordele og risici. Det er vanskeligt at vurdere, om brugen af de nye gensplejsede afgrøder samlet set vil have en positiv eller negativ indvirkning på natur og miljø.

En engelsk regeringsrapport peger på, at mange af de tidligere "større" ændringer i britisk landbrug har haft en negativ indvirkning på naturen (Cabinet Office 2003). Årsagen har bl.a. været en ændret dyrkningspraksis, f.eks. med forøget brug af gødning til følge. Sådanne ændringer – til det positive eller negative – kan også blive tilfældet med de ny GM-planter.

I dette kapitel fokuseres der overvejende på de naturrelaterede risici i forbindelse med de nye GM-planter, men man skal huske på, at der ligeledes kan være miljømæssige fordele ved de nye planter. Desuden skal man være opmærksom på, at planterne kan erstatte nuværende produktionsformer, hvilket kan indebære både miljømæssige fordele og ulemper.

Der findes ikke mange redegørelser, der samler den viden, som findes om de nye gensplejsede planters indvirkning på naturen. De følgende afsnit beskriver nogle af de generelle overvejelser, der er gjort m.h.t. gensplejsede planter og, hvor det har været muligt, de nye anvendelser specifikt.

Risici for naturen

Man har mistænkt, at gensplejsede planter kan invadere områder, hvor planter naturligt holder til, og dermed fortrænger disse. Fænomenet kaldes bio-invasion. Det er en risiko, der ikke kun overvejes i relation til de nye gensplejsede planter, men også i relation til GM-planter til foder- og fødevarerbrug og helt almindelige planter.

Der kan også være tale om, at GM planten i kraft af dens indholdsstoffer kan påvirke miljøet, og dermed mennesker og natur.

Spredning i naturen

Når man indsætter nye gener i en plante, får den nye egenskaber. De nye egenskaber kan give den en konkurrencefordel i forhold til andre planter, som den derved kan fortrænge. Dermed kan planten blive en trussel for planter, der naturligt hører hjemme i en bestemt biotop. Dette vil ikke blot få konsekvenser for den naturlige art, der fortrænges, men også for de dyrearter – for eksempel insekter og fugle – der direkte eller indirekte lever af den fortrængte plante.

Situationen er den, at vi allerede kender eksempler på, at *ikke-gensplejsede* planter kan brede sig på denne måde. Man har set, at planter fra fremmede egne, der er ført ind i Danmark, af gartnere eller turister, og sat ud i jorden, efter en periode breder sig på bekostning af de naturligt hjemmehørende plantesamfund – måske fordi de her ikke har de naturlige fjender, som de havde på deres oprindelige voksested. Bjørnekloen hører oprindeligt hjemme i Kaukasus, men breder sig nu i det danske landskab, hvor den gør skade på den naturlige vegetation.

Ca. halvdelen af vores lokalt hjemmehørende plantearter er indførte – men tempoet, hvormed nye arter introduceres i den danske natur, er steget på grund af, at planter og frø nu krydser grænser i stor stil. Der findes således både eksempler på bio-invasion i forbindelse med indførsel af planter (f.eks. bjørneklo) og i forbindelse med naturlig indvandring (f.eks. hybenrose). Foreløbig har gensplejsning ikke bidraget til bio-invasion.

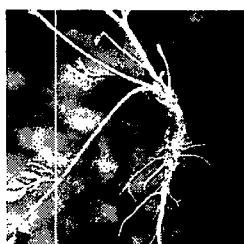
Når det ikke er særligt sandsynligt, at netop afgrødeplanter invaderer nye områder, skyldes det, at de plantetyper, der anvendes i dagens landbrug er meget lidt robuste sammenlignet med vilde planter. De skal plejes og passes for at klare sig. Der findes mange eksempler på, at afgrødeplanter kan *overleve* uden for marken i en periode, men ingen på, at de er blevet invasive.

Mere sandsynligt er det, at pollen fra de gensplejsede afgrøder overfører transgenet ved krydsning med vilde slægtninge, der vokser på eller nær marken. På denne måde kan transgenet havne i vilde planter, hvis overlevelsessevne er noget bedre end afgrødens, og åbner således mulighed for, at transgenet kan forstærke de eksisterende problemer med bio-invasion (se figur 8).

Afgrødeart (afgiver pollen)	Vild/ukrudts slægtning (modtager pollen)
Sukkerroe (<i>Beta vulgaris</i> ssp. <i>vulgaris</i>)	Strandbede (<i>B. vulgaris</i> ssp. <i>maritima</i>)
Poppel (<i>Populus</i> spp.)	Sort poppel (<i>P. nigra</i>) og bævreasp (<i>P. tremula</i>)
Lucerne (<i>Medicago sativa</i>)	Segl-sneglebælg (<i>M. falcata</i>)
Raps (<i>Brassica napus</i>)	Agerkål (<i>B. rapa</i> (= <i>B. campestris</i>), <i>kiddike</i> (<i>Raphanus raphanistrum</i>), <i>bastard sennep</i> (<i>Hirschfeldia incana</i>) og <i>ager sennep</i> (<i>Sinapis arvensis</i>)
Radise (<i>Raphanus raphanistrum</i>)	Kiddike (same art)
Rajgræs (<i>Lolium perenne</i> and <i>L. multiflorum</i>)	Almindelig rajgræs (same art), svingelarter
Hvidkløver (<i>Trifolium repens</i>)	Vild hvidkløver (samme art)
Gulerod (<i>Daucus carota</i> ssp. <i>sativus</i>)	Vild gulerod (<i>D. carota</i> ssp. <i>carota</i>)

Figur 8: Eksempler på europæiske afgrøder og slægtninge, som de kan formere sig med

Fra Jørgensen R.B., Wilkinson M.J., 2005. Chapter 5: *Rare hybrids and methods for their detection*. In: Gene Flow from GM Plants (Eds. Guy M., Poppy G.M. and Wilkinson J.M), Blackwell Publishing (in press).



Vild gulerod



Gulerod

Ifølge den engelske miljø- og forbrugerorganisation Genewatch er det sandsynligt, at produktionen af medicin i visse situationer kan give planten en konkurrencefordel. Selv om forskningen på området er beskednen, findes der eksempler på, at planter, der producerer medicin til mennesker, også er ændret m.h.t. forsvar mod forskellige skadevoldere. Hvis forsvaret dermed forbedres, og denne fordel vejer tungere end eventuelle ulemper, vil arten muligvis kunne brede sig på bekostning af andre plantearter. Oftest vil det sandsynligvis være sådan, at de egenskaber, som de nye GM-planter får, vil være konkurrencemæssigt negative eller ubetydelige for planten.

Nogle forskere mener dog, at gensplejsede planter generelt indebærer en ringere risiko for bio-invasion end almindelige afgrødeplanter. GM-planterne gennemgår en langt strengere godkendelse og kontrol end de planter, som vi traditionelt sår på markerne og dyrker i vores private haver.

For at undgå problemer med GM-skabt planteinvasion, må man sørge for, at planten ikke spreder sig uden for marken, eller at der ikke sker en udveksling af pollen mellem afgrøden og dens vilde slægtninge. Dette sikres mest simpelt ved at anvende plantearter, hvor formeringen udelukkende sker ved selvbestøvning, eller hvor afgrøden ingen vilde slægtninge har. Dette gælder en lang række af nytteplanter, såsom byg, havre, majs, rug, ært, hør, solsikke, birkesvalmue, tobak, sojabønne og jordskok. Alternativt kan man gøre brug af de spredningsforhindringer, der blev gennemgået i sidste kapitel.

Andre risici for naturen

Visse af GM-planterne kan udgøre en risiko på grund af deres nye indholdsstoffer. De kan blive optaget af og skade de dyr, der spiser af afgrøderne. Planterne kan afgive stoffer under vækst eller nedbrydning, og disse kan transporteres med regnvandet ud i søer og vandløb og kan påvirke de vilde planter, der vokser i markskel, og anden natur tæt på markerne. Stofferne kan endvidere påvirke jordorganismene, som normalt står for nedbrydningen af de efterladte plantedele, og som er byttedyr for andre dyr i marken. Visse dyr, såsom rådyr, kaniner og agerhøns, spiser direkte af afgrøderne, og de vil i modsætning til mennesker muligvis komme til at indtage skadelige stoffer ufortyndet. Et problem kan være, at dyrene ikke kan skelne mellem eventuelle giftige gensplejsede planter og planter, de plejer at spise.

Den engelske miljø- og forbrugerorganisation Genewatch konkluderer i en rapport fra 2003, at der foreløbig slet ikke er udført forsøg på åben mark med henblik på at kortlægge de miljømæssige konsekvenser ved at dyrke GM-medicinplanter. Det er ifølge rapporten sandsynligt, at stoffer, der har en effekt på mennesker, såsom visse medicinske stoffer og industriolier, også vil have det på dyr i marken, såsom fugle og råvildt, der spiser planterne. Disse virkninger uddybes nærmere i sidste kapitel. Der findes eksempler på, at medicinske egenskaber samtidig påvirker de jordorganismer, der skal nedbryde de efterladte plantedele.

Ifølge Danmarks Miljøundersøgelser, som er den instans i Danmark, der undersøger miljøeffekterne ved gensplejsede planter, er effekterne ved markproduktion af medicin ikke klarlagt. Indvirkningen på miljø og sundhed bliver ifølge Danmarks Miljøundersøgelser typisk undersøgt i det øjeblik, en virksomhed søger om at få lov til at dyrke planterne. Foreløbig er der ikke indsendt særligt mange ansøgninger om godkendelse i EU. Man kan dog forudsige, at det for visse af planternes vedkommende er vigtigt at sikre, at mennesker og dyr ikke kommer til at spise planterne direkte, og at der i marken foregår en hurtig nedbrydning af de skadelige stoffer, der havner her, så deres skadevirkning ikke varer ved. Når der er tale om stoffer, såsom medicin, som er designet til at have en biologisk virkning, er der grund til at vurdere planterne i hvert enkelt tilfælde, som det allerede sker i forbindelse med den risikovurdering, der skal foretages som led i godkendelsen.

Fordele for miljøet

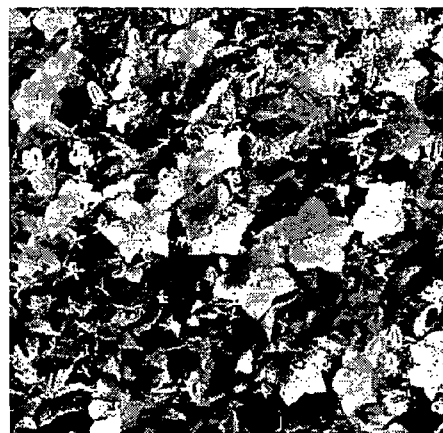
Ligesom der kan være risici, kan der også være visse fordele for miljøet ved, at vi anvender gensplejsede planter. Gensplejsede planter kan evt. erstatte nuværende, industrielle produktionsformer, der forurener miljøet.

Der er blevet udviklet en gensplejset poppel, hvis træ er ændret, så det kan laves til papir med et formindsket brug af kemikalier. Nævnes kan også kartofler, der producerer stivelse, som behøver mindre forarbejdning, og dermed et lavere forbrug af energi. Yderligere er der pryddplanter, som er blevet gensplejset til længere holdbarhed. Bl.a karpaterklokke, som det er lykkedes at gensplejse på denne måde, behandles normalt med nogle miljømæssigt belastende kemikalier, der forlænger dens holdbarhed. Hvis gensplejsningen indebærer, at man begrænser brugen af disse kemikalier, vil der kunne opnås en miljøgevinst.

Bioplastic kan lettere nedbrydes i naturen og bidrager dermed ikke så meget til affaldsproblemerne. Da denne type plastic ikke kræver så stort et forbrug af olie fra undergrunden, medvirker materialet ikke lige så meget med CO₂ til drivhuseffekten som traditionel plastic. Ifølge den engelske miljø- og forbrugerorganisation Genewatch tyder undersøgelser til gengæld på, at den GM-baserede plastic, der kan produceres i dag, er mere energikrævende end traditionel plastik.



Kanadisk poppel



Karpaterklokke

7. Samfund og økonomi

Dyrkning af GM-planter kan skabe en rent økonomisk gevinst for danske virksomheder eller velfærdsfordele, såsom nye virksomheder og arbejdspladser eller produkter med kvaliteter, som forbrugerne efterspørger. De nye GM-planter kan samtidig begrænse de økonomiske og velfærdsmæssige omkostninger, der er forbundet med de uheld, der opstår i kølvandet på traditionelle teknologier, i de tilfælde hvor GM-planterne erstatter disse.

Omvendt kan samfundet blive bebyrdet med ulemper i form af pengetab, eksempelvis hvis fødevarer utilsigtet bliver blandet sammen med medicinske afgrøder. Viser teknologien sig at skade sundheden eller naturen, kan det også være omkostningsfyldt at rette op på.

De vurderinger, der bliver præsenteret i dette kapitel, er meget overordnede, da der ikke er foretaget konkrete vurderinger, af hvilke samfundsmæssige gevinster, Danmark kan have af de ny gensplejsede planter. Det meget beskedne vidensgrundlag skal tages i betragtning, når de følgende afsnit bruges som grundlag for en bedømmelse.

Økonomi

De nye gensplejsede planter kan i teorien være basis for indtjening af store summer. Alle de produkter, der kan laves ved hjælp af GM-planterne – medicin, smøremidler, stivelse, bioplastic, enzymer og pryplanter – udgør milliardindustrier. Markedet for den slags medicin, som planter er velegnede til at producere, dvs. proteiner, nærmer sig 50 mia. dollars (knap 300 mia. kroner), mens plasticmarkedet i dag ligger på ca. 77 mia. dollars (ca. 440 mia. kroner).

I nogle tilfælde kan GM-planter klare opgaver, som der i dag ikke er nogen løsning på, hvilket kan give dem en stærk markedsposition. Der kan således være mange penge at tjene, hvis vi vælger at satse på de nye GM-planter i Danmark – og nye arbejdspladser vil kunne skabes.

I andre tilfælde er det økonomiske potentiale i GM-planterne dog stærkt afhængigt af, om produktet skal konkurrere med tilsvarende produkter, der er fremstillet på andre måder. Ifølge Erling Jelsøe, samfundsforsker ved Roskilde Universitetscenter, må det forventes, at der vil komme hård konkurrence, idet andre lande også søger at skabe indtjening på disse områder. Da kan indtjeningen blive presset ned. Dette gælder i ringere grad for de medicinske GM-planter end for de øvrige områder, idet bl.a. patentering på medicinområdet erfaringsmæssigt begrænser konkurrencen.

Medicin-afgrøder

På medicinområdet vil GM-planter primært kunne gøre sig gældende, når der skal produceres store mængder af et bestemt lægemiddel. Fordelen ved GM-planten er, at den, når den først er udviklet, kan dyrkes på store arealer uden at det bliver særligt meget dyrere. Da vil planter være billigere at anvende end f.eks. dyre- eller bakteriecellekulturer.

Andre mulige fordele er, at der i visse tilfælde kan produceres et renere, og dermed billigere stof end ved alternative produktionsformer, og at man evt. kan bruge frøene som en naturligt langtidsholdbar og dermed billig beholder for de stoffer, som man har produceret.

Ifølge Erik Østergård Jensen, Århus Universitet, findes der i dag en række stoffer, som ikke kan produceres i tilstrækkelige mængder til at tilfredsstille efterspørgslen, hvilket alt andet lige gør det nemmere at sælge produktet til en god pris. Det gælder eksempelvis til brug mod forskellige sygdomme. Antistoffer er proteiner, som kroppen også selv benytter i immunforsvaret.

Ifølge en engelsk regeringsrapport (Cabinet Office 2003) er efterspørgslen efter denne type medicin i kraftig vækst. Rapporten påpeger dog samtidig, at indtjeningen i forvejen er stor på medicin, hvorfor produktionsbesparelserne ved at bruge planter måske vil gøre denne produktionsform knap så interessant. Finn Okkels, Poalis A/S, påpeger imidlertid, at i nogle tilfælde, f.eks. inden for den antistofbaserede medicin, udgør produktionsomkostningerne en langt større andel af de samlede omkostninger end for andre typer af medicin. Her vil planterne kunne udgøre en attraktiv produktionsform.

Det amerikanske firma Epicyte har opnået et relativt bredt patent, der dækker produktionen af antistoffer i planter. Dette vil sandsynligvis indebære, at danske firmaer, der ønsker at producere antistoffer i planter, skal betale en afgift til Epicyte. Hvor stor denne afgift vil være – og om den overhovedet skal betales – vil i høj grad afhænge af det specifikke produkt og af det amerikanske patents præcise ordlyd. Ifølge Erik Østergaard Jensen er det realistisk at forvente en afgift i omegnen af én procent af omsætningen.

GM-råprodukter til industriel forarbejdning

På industriområdet bliver muligheden for genmodificering af planter brugt dels til at reducere bearbejdningen af materialer og dermed gøre dem billigere, dels til at udvikle helt nye produkter. NABC, som er USA's nationale råd for landbrug og bioteknologi, vurderer, at der på længere sigt er mulighed for, at planterne kan "tilbageerobre" deres rolle som 'råstofproducent'. I 1930'erne blev mange materialer stadigvæk skabt på basis af plantemateriale. Eksempelvis blev under produktionen af en Ford typisk anvendt henvend to kilo soja. Herefter begyndte det at blive billigere at producere mange materialer på syntetisk på kemiske fabrikker. Men med gensplejsede planter kan billedet vende.

Danske forskere arbejder på at gensplejse en kartoffel, hvis stivelse har nogle egenskaber, der efterspørges af bl.a. papirindustrien. Stivelse, der er kartofflens energilager, består af lange sukkerkæder. Sådanne sukkerkæder har den egenskab at de kan 'stive' væsker, som vi kender det fra husblas. Normalt gennemgår kartoffelstivelsen en række energikrævende processer, før den er brugbar, hvilket er dyrt. Idéen er at ændre kartofflen, så den producerer en stivelse, der er klar til brug, hvilket vil gøre den billigere og dermed konkurrencedygtig.

Allerede nu bliver der i USA dyrket forskellige afgrøder, der producerer råstoffer til industriproduktion. Vi har allerede hørt om bioplastic, fremstillet på grundlag af nogle stoffer, som bakterier normalt bruger som energioplagering. Disse egenskaber er overflyttet til planter. Selv om bioplastic-produktionen bliver mere rentabel ved hjælp af planter, er det ikke foreløbigt lykkedes at få planter til at producere tilstrækkeligt med 'plastic' til, at denne produktionsform kan konkurrere prismæssigt med plastic, der er lavet på basis af almindelig olie. Der kan dog alligevel være et marked for afgrøden blandt dem, der foretrækker bioplasten, da den er mere miljøvenlig.

Her skal den dog konkurrere med eksisterende bionedbrydelige materialer, herunder en anden form for bioplastic, som ikke er betinget af brugen af gensplejsning. Det amerikanske firma Cargill-Dow producerer således et plasticlignende bionedbrydeligt materiale, der går under navnet NatureWorks. Det laves på basis af stivelse fra majsplanter, hvilket begrænser anvendelsen af fossile brændstoffer med ca. 40 procent, og man er ved at opbygge den fornødne produktionskapacitet.

Prydplanter

Prydplanter og andre planter til rekreative formål er økonomisk betydningsfulde produkter i Danmark. Den årlige omsætning på pottedplanter er på over 2,5 mia. kroner (Danmarks Statistik 2003), hvilket svarer til ca. 5 procent af den samlede omsætning i landbruget. Planteskoleprodukter, hvoraf de fleste er prydplanter, omsætter for over en halv mia. kroner, mens juletræer og pyntegrønt med godt 700 mio. kroner udgør næsten to tredjedele af omsætningen i skovbruget (Danmarks Statistik, 2003). De faktiske beløb er noget højere, idet tallene kun medtager produktioner over en vis størrelse. Således ligger indtægterne på juletræsproduktion ifølge Dansk Juletræsdyrkerforening et stykke over en mia kroner.

Selv om der godt kan være mange penge i blomster og andre prydplanter, er det ikke tilfældigt, at der kun er indsendt fem ansøgninger om at sælge gensplejsede prydplanter i EU. Det koster mange millioner først at gensplejse en plante og dernæst at få den godkendt.

Ifølge Sven Bode Andersen, Institut for Jordbrugsvidenskab ved Landbohøjskolen, er problemet, at producenten ikke kan være sikker på, at planten falder i kundernes smag. Problemet er bl.a., at godkendelsen kan tage 5-6 år, og da kan efterspørgslen have ændret sig, så kunderne nu foretrækker en anden slags prydplante (dette omfatter dog formodentlig ikke GM-træer og -græs).

Efter så lang tid vil de prydplanter, som GM-planten konkurrerer med, typisk være nået videre gennem den traditionelle forædlingsproces. Dette kan betyde, at GM-planten må gennemgå et traditionelt forædlingsprogram, førend den kan indgå i de vækstsystemer, som gartnerne anvender.

Hvem opnår fordele af de ny GM-afgrøder?

Der findes ingen danske undersøgelser, der har behandlet dette spørgsmål.

Problemet med "nicheproduktioner", som de nye anvendelser af GM-planter på kort sigt udgør, er, at markedet hurtigt mættes. Der vil således være relativt få landmænd, som vil opnå en merindtjening, vurderer Søren A. Mikkelsen, vicedirektør i Danmarks Jordbrugsforskning.

Den engelske miljøbevægelse Friends of the Earth udtaler, at forbrugerne næppe vil opleve fordele i form af billigere medicin. Finn Okkels, Poalis A/S, vurderer derimod, at f.eks. mulighederne for at anvende GM-planter til produktion af langt billigere medicin vil spare det offentlige sundhedssystem for milliarder af kroner. Visse af de behandlinger, som planterne kan producere medicin til, koster pr. patient op imod 100.000 kr., påpeger han.

En behandling mod leddegigt med antistoffer (også kaldet "biologiske lægemidler") er langt den bedste behandling (www.gigtforeningen.dk), men koster i dag 70-100.000 kroner årligt pr. patient, hvilket er ca. 100 gange dyrere end alternative behandlingsformer. Dette betyder, at der i praksis går lang tid, førend patienten bliver tilbudt dette lægemiddel af det offentlige sundhedssystem. Ifølge Erik Østergård Jensen, Århus Universitet, kan det forventes, at produktionen af biologiske lægemidler mod leddegigt vha. GM-planter vil reducere udgifterne med mere end en tredjedel. Det er dog ikke blevet almindeligt kendt, at et firma har igangsat udviklingen af planteproducerede gigtmidler.

Den engelske miljø- og forbrugerorganisation Genewatch konkluderer i en rapport (*Non-food GM-crops: New Dawn or False Hope?*, 2003/2004) om medicinske afgrøder, at ingen samfundsgrupper i England kommer til at få økonomisk gavn heraf, da det primært vil være patenthaverne, der kommer til at tjene på afgrøderne – og patenthaverne er i øjeblikket amerikanske og franske.

Dette vil også i vidt omfang være tilfældet for Danmark, og for EU generelt, hvor der ikke foregår særlig megen forskning i GM-planter. Som en konsekvens heraf opnås heller ikke særligt mange af de patenter, der gør, at vi kan tjene penge på GM-planter. Dermed ikke sagt, at der ikke på længere sigt kan frembringes danske patenter. Den nuværende situation skyldes i høj grad en årrække med meget usikre kommercielle betingelser i Europa, vurderer Finn Okkels, Poalis A/S. Situationen kan imidlertid hurtigt ændre sig. De europæiske lande er godt med i forhold til antallet af patentansøgninger på medicinafgrøder. Patenter udløber desuden efter tyve år, hvilket typisk giver virksomheden ca. ti år til at tjene deres udviklingsomkostninger ind. De første ti år går gerne med forsøg og godkendelser.

Økonomiske risici

Økonomiske risici ved gensplejsede planter handler bl.a. om faren for, at de ny GM-afgrøder eller deres indholdsstoffer havner det forkerte sted. Dette kan betyde væsentlige udgifter til behandling af mennesker, der er blevet forgiftet, til at fjerne "løbske" planter fra naturen eller til at rense forurenede jord og grundvand. En engelsk regeringsrapport (*Fieldwork: weighing up the costs and benefits of GM crops. Analysis papers, UK Cabinet Office, juli 2003*) konkluderer således, at prisen for at fjerne forskellige (naturligt) invasive arter i England begynder ved to mio. kroner og slutter ved over en mia. kroner for f.eks. kæmpebjørnekloen, som vi også kender i Danmark. De meget betydelige omkostninger i forbindelse med grundvandsforurening møder man allerede i dag i forbindelse med bekæmpelsen af nitrat- og pesticidforurening.

Andre udgifter kan som nævnt stamme fra mistede eksportindtægter. Bl.a. er fødevarerindustrien i USA af denne grund skeptisk over for produktionen af medicinske afgrøder, der kan forveksles med fødevarer-afgrøder.

Endvidere kan det være et problem for den enkelte landmand, at hans afgrøde er blevet forurenede med plantemateriale med den virkning, at han ikke kan sælge den. I Danmark har vi dog, som det vil fremgå af kapitel 8, indført regler, der medfører, at den pågældende landmand får kompensation.

Det er ikke muligt her at vurdere, om disse risici er større eller mindre end de risici, der er forbundet med alternative produktionsformer, f.eks. risikoen for at medicinproducerende mikroorganismer spreder sig til fødevarer, der må kasseres.

Andre samfundsgoder og risici

I den vestlige verden, ikke mindst i Danmark, tales der i øjeblikket meget om, at globaliseringen medfører en udflytning af arbejdspladser til lande, hvor lønnen er lavere. Strategien er at erstatte de tabte jobs med "videnstunge" arbejdspladser, dvs. jobs, der kræver en viden, som andre lande ikke har. Dermed bliver der tale om at konkurrere på viden i stedet for lønniveau.

En virksomhed, der bygger på genteknologi, kan være et eksempel på en videnstung arbejdsplads. Det kan betyde, at de arbejdspladser, der skabes på dette område, alt andet lige har en større chance for at blive i Danmark. Rikke Bagger-Jørgensen, biologisk forsker ved Forskningscenter Risø, påpeger dog, at et land som Kina allerede er blandt de lande, der er længst fremme med dyrkningen og udviklingen af gensplejsede afgrøder til foder og fødevarerbrug. Derfor vil indtjeningsmulighederne ikke ligge her, men i den mere specialiserede brug af GM-planter, såsom anvendelsen af medicinproducerende GM-planter. Erling Jelsøe, Roskilde Universitetscenter, minder om, at chancerne for, at arbejdspladserne bliver i Danmark afhænger af, om det er mest fordelagtigt for virksomheden at dyrke planterne her. Denne problemstilling vil blive uddybet nedenfor.

Hvad skal der til, for at GM-planter kommer til at vokse i Danmark?

Betingelsen for, at der kommer til at vokse gensplejsede afgrøder på dansk jord er i høj grad, at nogle virksomheder vil finde det attraktivt at dyrke deres planter i Danmark. En større danske virksomhed, som tidligt investerede i udviklingen af gensplejsede planter, DLF-Trifolium A/S, måtte se deres round-up resistente foderroe blive holdt tilbage, ikke af sikkerhedsmæssige, men af politiske grunde. I mellemtiden er der opstået afløsninger for denne afgrøde, og GM-foderroen endte således som en økonomisk fiasko. Der er ikke tegn på, at vilkårene for de nye gensplejsede afgrøder skulle blive ændret, vurderer Finn Okkels, Poalis A/S, der samtidig understreger, at virksomhederne intet har imod effektive regelsæt og høje sikkerhedsregler. Han påpeger dog samtidig, at såfremt en virksomhed har omkostninger i forbindelse med godkendelsen på mange millioner kroner, er der mange produkter, der ikke bliver til noget, alene fordi disse ikke kan tjene sådanne omkostninger ind.

Hans Christian Bruun Hansen, Landbohøjskolen, påpeger dog, at det tidligere er set, at en streng lovgivning på miljø- og sundhedsområdet indebærer økonomiske fordele for virksomhederne på længere sigt. Det skyldes, at efterspørgslen stiger, når produkterne bliver mere bæredygtige. Kineserne og asiaterne vil om ti år også have et rent miljø og høj arts mangfoldighed. GM-produkter, der overholder høje miljøkrav, kan dermed få en længere levetid på markedet. Det kan være en fordel at placere virksomhederne, hvor der er den nødvendige viden på både det bioteknologiske og det sundheds- og miljøområdet, fordi et produkt, der indebærer sundhedsmæssige og miljømæssige problemer, ikke betaler sig.

USA er i dag suverænt længst fremme i forhold til de ny GM-planter. Ifølge Erik Østergård Jensen, Århus Universitet, vil medicinske afgrøder typisk blive dyrket af den virksomhed, der selv har udviklet dem og dermed selv har en 'platform' for at producere dem. Derfor vil medicinske afgrøder kun komme til at vokse i Danmark, hvis der findes danske virksomheder, der udvikler dem. Om dette bliver aktuelt, afhænger i høj grad af forretningsmiljøet for den slags virksomhed, påpeger han. Det handler ikke kun om, hvor streng lovgivningen er eller om offentlighedens holdning, men f.eks. også om omfanget af offentlig forskning, dens udveksling med industrien samt om tilstedeværelsen af veluddannet arbejdskraft og tilstrækkelig privat og offentlig støtte til opstart af virksomheder.

Endelig er der de rent tekniske og juridiske forhindringer. På flere områder er en indledende overoptimisme med hensyn til hvilke mål, der kan nås og hvornår, afløst af tålmodighed. For bare få år siden forestillede man sig således, at det ville blive muligt at producere frugter med vaccine, der kunne spises direkte, i stedet for at man skulle gå til lægen og blive vaccineret. Det har siden vist sig at være vanskeligt at kontrollere, hvor meget vaccine hver frugt producerede, og hvor meget af vaccinen, der blev nedbrudt i den menneskelige fordøjelse, hvilket gjorde det svært at dosere medicinfrugten.



Birkens valmue

8. Lovgivning og forvaltning

Lovgivningen opstiller nogle regler, som alle, der vil dyrke eller sælge gensplejsede planter, skal overholde. Desuden beskriver loven, hvordan de myndigheder, der bl.a. skal vurdere om GM-planterne skal godkendes, skal forholde sig, når de vurderer dem.

Et synspunkt på de omfattende krav til GM-planter har, som nævnt i kapitel 2, været, at de er nødvendige ud fra en vurdering om, at gensplejsede planter kan udgøre en særlig risiko. Et andet synspunkt har været, at stramningen er urimelig, ud fra en vurdering om, at mange gensplejsede planter ikke er mere risikable end planter, der er frembragt ved traditionel forædling.

Love og bestemmelser på GM-området

Der findes en række love, som på forskellig måde bestemmer, hvad man må m.h.t. til gensplejsede planter. Et produkt, der indeholder gensplejset materiale, og som involverer, at gensplejsede planter skal vokse udendørs, skal som udgangspunkt altid have to godkendelser: Dels en *miljøgodkendelse*, som er beskrevet i "Udsætningsdirektivet", dels en godkendelse til *anvendelsen*. Vil man for eksempel i et EU-land dyrke en medicinproducerende plante, der skal bruges til et lægemiddel, skal man både have en godkendelse til dyrkning efter reglerne i Udsætningsdirektivet og en godkendelse af lægemidlet efter reglerne i lægemiddelforordningen. Den godkendelse, der gælder *anvendelsen*, skal man have uanset om produktet er gensplejset eller ej, og denne del af lovgivningen vil ikke blive yderligere omtalt her.

Men der findes andre love og regelsæt, der har betydning for GM-planterne. De vigtigste af disse love er beskrevet i det følgende, efter at vi har set lidt nærmere på Udsætningsdirektivet. Hvad angår import af GM-produkter, skal det blot nævnes, at importerede GM-planter skal overholde præcis de samme regler som GM-produkter, der hidrører fra EU selv.

Udsætningsdirektivet – når GM-planter skal dyrkes på åben mark

Udsætningsdirektivet bestemmer, hvad en virksomhed skal gøre for at opnå udsætnings-tilladelse (også kaldet "miljøgodkendelse"), dvs. tilladelse til at bringe gensplejsede organismer ud i det fri. En sådan tilladelse åbner mulighed for, at der kan sælges frø og planter til landmænd og gartnere. Direktivet er en europæisk 'lov', hvilket betyder, at reglerne er ens for alle EU-lande. Dette betyder, at det ikke er muligt for et enkelt land at gå enegang. Hvis en dansk virksomhed får godkendt en GM-plante, kan England f.eks. ikke forbyde, at den skal sælges til engelske landmænd – og omvendt.

Reglerne for, hvornår man må dyrke GM-afgrøder, er ikke anderledes, fordi der er tale om de nye anvendelser, som denne introduktion handler om. Uanset om der er tale om afgrøder til foder og fødevarerbrug eller til f.eks. medicin fremstilling, skal reglerne først og fremmest sikre, at der ikke opstår fare for sundhed og miljø. Det må dog forventes, at der vil blive taget hensyn til, at de nye GM-planter har nye egenskaber.

Udsætningsdirektivet er gennemført i dansk lovgivning ved "Lov om miljø og genteknologi". Formålet med loven er ifølge §1, at "medvirke til at værne miljø og natur, så samfundsudviklingen kan ske på et bæredygtigt grundlag i overensstemmelse med etiske værdier og i respekt for menneskers livsvilkår og for bevarelsen af dyre- og plantelivet. Loven skal desuden medvirke til at beskytte menneskets sundhed i forbindelse med genteknologi".

Det, der fylder mest i loven, er beskrivelsen af, hvordan GM-plantens *risiko* for natur og sundhed skal undersøges, og hvorledes negative konsekvenser undgås. Myndighederne ser primært på to ting, når de skal tage stilling til en ansøgning om godkendelse af en GM-plante: risikoen for miljøet, herunder landbruget, og risikoen for menneskers sundhed. Man kalder de to vurderinger for "risikovurderinger". I Danmark er det Skov- og Naturstyrelsen, der behandler ansøgningen. Skov- og Naturstyrelsen beder henholdsvis eksperter fra Danmarks Miljøundersøgelser om at vurdere de miljømæssige konsekvenser, fra Danmarks Fødevareforskning om at vurdere de sundhedsmæssige konsekvenser og eksperter fra Plantedirektoratet om at vurdere de landbrugsmæssige konsekvenser.

Virksomheden, der ansøger om godkendelse, er forpligtet til at indsende en fyldestgørende information om den plante, de vil markedsføre, til myndighederne i et EU-land. Hvilke informationer en godkendelse kræver, står beskrevet i et langt bilag til loven. Der er tale om et meget omfattende materiale, der skal muliggøre en vurdering af alle de risici, man har mistanke om, såsom allergifremkaldende egenskaber, giftighed, invasive egenskaber, kemiske påvirkninger og uventede ændringer. Eksempelvis det i loven, at virksomheden skal beskrive alle usikkerheder, uanset hvor små de måtte være.

For at kunne indsende denne information skal firmaerne udføre en lang række undersøgelser, der typisk varer flere år. Derpå indsender de deres forsøgsresultater til myndighederne. Myndighederne skal vurdere både de kort- og langsigtede samt de direkte og indirekte virkninger, og kan vælge at bede om flere informationer, efter at de har gransket ansøgningen. De kan også vælge at opstille en række betingelser for, at GM-planten må dyrkes – f. eks. at den kun må dyrkes i områder, hvor der ikke findes beslægtede afgrødearter eller vilde slægtninge.

Myndighedernes vurderinger er altid forbundet med en vis usikkerhed, og derfor er en godkendelse aldrig ensbetydende med, at der er *ingen* risiko er. I indledningen til loven står der dels, at forsigtighedsprincippet er blevet fulgt ved *udformningen* af direktivet, dels, at meningen er, at myndighederne skal følge "forsigtighedsprincippet" når de *vurderer* GM-planterne. Men hvad betyder dette? Betydningen af forsigtighedsprincippet har været omstridt. Ligesom de fleste andre definitioner af forsigtighedsprincippet er den definition, som EU selv har vedtaget, ret uklar. Det vigtigste i princippet er måske, at man ikke behøver at *bevise*, at en GM-plante er til fare for at afvise den – man kan nøjes med at have en velbegrunnet mistanke. Det er dog fortsat uklart, hvad dette indebærer.

En betingelse for, at en GM-plante kan godkendes til at vokse på åben mark, er, at virksomheden har undersøgt, hvad der sker, når man prøver at lade den vokse på åben mark. Det kan virke som et mærkeligt paradoks: for at afgøre, om det er for risikabelt at lade planten vokse udendørs, må man prøve at lade den gøre det! Men baggrunden er, at førend virksomheden får lov til at afprøve afgrøderne udendørs, må den foretage en masse undersøgelser i drivhuse. Og forud for det må man have undersøgt planten i laboratoriet, for at få tilladelse til drivhusdyrkning. På denne måde sænker man indeslutningskravet skridt for skridt, efterhånden som den viden, man har om planten, bliver større ("trin-for-trin" princippet). Også selve afprøvningen på forsøgsmarkerne vil ske etapevis. I begyndelsen vil man måske kræve særligt lange isolationsafstande til andre marker, eller måske starter man med at udsætte planter, der har spiret i laboratoriet, for at sikre sig mod, at der efterlades uspirede frø i marken. Efterhånden som man lærer afgrøden at kende, slækker man gradvist på sikkerhedsforanstaltningerne. Samtidig bliver hver mark overvåget af amterne.

Når myndighederne skal tage stilling til, hvilke informationer der skal til, for at en plante kan godkendes, sammenholder de informationerne fra de forsøg, som virksomheden har lavet, med den viden, de i øvrigt har – f.eks. om plantetypen er kendt for at være en hårdnakket ukrudtsplante, eller om transgenet kan forårsage miljø- eller sundhedsproblemer. Myndighederne skal kræve, at virksomheden foretager nye undersøgelser, hver gang de ansøger om en ny godkendelse – og det uanset om både planten og det ind-

satte gen har været undersøgt før (det såkaldte "sag-for-sag" princip). Jo færre risici en plante er forbundet med, jo hurtigere vil behandlingen dog gå.

I Udsætningsdirektivet er der gjort meget ud af at sikre, at godkendelsen af GM-planter foregår i åbenhed. Dette betyder for det første, at myndighederne lægger et sammendrag af ansøgningen ud til offentligheden, så alle og enhver i Danmark kan granske den. For det andet bliver det samme materiale sendt i offentlig høring hos ca. 50 organisationer og myndigheder, lige fra interesseorganisationer som Forbrugerrådet til brancheorganisationer som Dansk Industri, der alle kan komme med indsigelser. I sidste ende er det miljøministeren, der tager beslutningen på baggrund af vurderingen fra Skov- og Naturstyrelsen og høringsvarene.

Ifølge Udsætningsdirektivet kan *etiske hensyn* blive inddraget i vurderingen af, om en ansøgning skal efterkommes. Det er således muligt at bede Det europæiske etiske råd om at udtale sig om etiske spørgsmål af generel karakter. Tilsvarende har hvert enkelt land lov til at bede sit eget etiske råd om at udtale sig. Ingen af de to udtalelser vil have en bindende indflydelse på godkendelsen, men de kan overbevise de enkelte lande om at stemme for eller imod.

Når myndighederne er færdige med deres vurdering, kommer de med en anbefaling, i Danmark til Miljøministeren, der så vender tommelfingeren op eller ned, inden ansøgningen og dens vurdering bliver sendt afsted til granskning i de øvrige EU-lande. Det hele ender med, at EU-landene stemmer om, hvorvidt planten skal godkendes eller ej.

Hvis GM-planten har fået det blå stempel i EU, kan den sælges i alle EU-lande. Det betyder på den ene side, at en GM-plante, der f.eks oprindeligt er sendt til vurdering hos de svenske eller ungarske myndigheder, kan ende med at blive dyrket i Danmark – hvis flertallet af EU-landene stemmer for dens godkendelse. På den anden side er det sådan, at uanset hvor GM-planten oprindeligt er blevet sendt til vurdering, kommer myndighederne i alle EU-lande til at vurdere ansøgningen, og i Danmark er det besluttet også at sende hver ansøgning til høring i offentligheden.

Når GM-planten er blevet godkendt, er den eneste mulighed, som et EU-land har for at forbyde dyrkning af GM-planter i et bestemt område, at påvise, at der er særlige risici forbundet med, at de dyrkes netop der.

Ud over reglerne for godkendelsen indeholder loven også bestemmelser om, hvordan de gensplejsede planter skal behandles, når de er blevet dyrket. Eksempelvis skal en virksomhed overvåge en GM-plante for at være sikker på, at der ikke dukker nogle uventede virkninger op. Opfører GM-planten sig mod forventning på en sådan måde, at den måske kan gøre skade, siger loven, at myndighederne må gribe ind.

Selv om en virksomhed har fået en markedsføringstilladelse, er dette ikke altid tilstrækkeligt til, at de kan gå i gang med at sælge GM-planterne til f.eks. landmænd og gartnere.

Der kan yderligere være gældende regler for en plantes optagelse på *sortsliste*. Disse regler skal overholdes for såvel traditionelt forædlede som GM-planter. Optagelse på sortsliste er således nødvendig, uanset at en virksomhed har fået markedsføringstilladelse, også Kriteriet for optagelse på sortsliste har dog at gøre med rent dyrkningsmæssige egenskaber, såsom stabilitet og ensartethed. Disse regler gælder, uanset om planten er gensplejset eller ej.

Indesluttet dyrkning

Udsætningsdirektivet gælder kun i tilfælde, hvor GM-planter dyrkes udendørs, enten som forsøgsdyrkning eller ved kommerciel dyrkning. Reglerne for dyrkning i drivhus og i laboratorier falder under dansk lovgivning, og her drejer det sig først og fremmest om, at drivhuset eller laboratoriet er godkendt til at huse de pågældende organismer. Det er Arbejdstilsynet, der vurderer dette, og denne myndighed skal sørge for både at sikre miljøet og arbejdsmiljøet.

Mens f.eks. medicinske planter kan dyrkes i drivhuse og på den måde slippe for at blive godkendt via Udsætningsdirektivet, vil prydblaster altid kræve godkendelse via direktivet, da man aldrig kan vide, om folk sætter deres potteplante ud i haven.

Sporing og mærkning

Formålet med EU's nuværende mærkningsregler er at muliggøre et frit valg for forbrugerne og producenterne. Ifølge europæisk lovgivning skal alle produkter, der indeholder *levende* gensplejset materiale mærkes, så køberen har mulighed for at fravælge produktet. Fødevarer og foderstoffer, der er fremstillet af forarbejdede gensplejsede organismer, skal også mærkes.

Sporingen skal sikre, at der kan ske en effektiv tilbagekaldelse af et bestemt gensplejset produkt. Dette sker ved, at produktet tildeles en bestemt kode, som skal følge produktet hele vejen til slutbrugeren (f.eks. forbrugeren). M.h.t. sporing gælder det, at produkter, der indeholder eller består af *levende* gensplejset materiale, skal kodes. Fødevarer og foderstoffer, der består af forarbejdede gensplejsede organismer skal også kunne spores.

Dette betyder, at stivelse, enzymer og plastic fra GM-planter ikke skal mærkes eller spores, med mindre de indeholder levende gensplejsede organismer, mens prydblaster og de frø, der bruges ved dyrkningen af GM-planter, skal kunne spores og mærkes.

Medicinområdet er undtaget, idet dette har sin egen lovgivning.

Forordningen om GM-fødevarer og foderstoffer opstiller nogle procenttal for, hvor meget GM-materiale der må være i en ikke-gensplejset fødevarer, uden at den skal mærkes. Disse regler er lavet med *godkendte* gensplejsede planter for øje, dvs. tilfælde, hvor planten allerede er blevet vurderet for sine sundhedseffekter. Ved godkendelse af GM-planter, som udgør en dokumenteret sundhedsrisiko, hvis de spredes, må man forvente, at dette bliver taget i betragtning i forbindelse med f.eks. produktionsbetingelserne, således at der ikke er fare for sundheden.

Hvad hvis GM-planter gør skade på miljøet?

Hvis det viser sig, at der er uventede risici ved en udsætning af en gensplejset plante, skal den, der har godkendelsen – dvs. typisk firmaet, der sælger GM-planterne – straks træffe de nødvendige foranstaltninger til at beskytte menneskers sundhed og miljøet og underrette myndighederne herom.

EU har vedtaget et direktiv, det såkaldte "Miljøansvarsdirektiv" (*Direktiv 2004/35/EF af 21. april 2004*), der bla. betyder, at såfremt gensplejsede organismer gør skade på naturen, har skadevolderen ansvaret og kan beordres til at genoprette skaden. Reglerne gælder dog kun for de særligt sårbare naturområder, som EU har udpeget. Hvis skadevolderen har en miljøgodkendelse, skal vedkommende have handlet "decideret uansvarligt" for at kunne dømmes.

EU-landene har frem til 2007 til at indføre miljøansvarsreglerne.

Sameksistensloven – at sikre valgfrihed for forbrugere og producenter

I 2004 vedtog det danske Folketing den første lov i verden, som opstiller rammer og betingelser for dyrkning, håndtering og transport af GM-planter, den såkaldte "Sameksistenslov" (*Lov om dyrkning m.v. af genetisk modificerede afgrøder af 4. juni 2004 (L169)*). Formålet er at sikre forbrugere og producenter valgfrihed mht. produkt og produktionsform. Dette sikres ved at begrænse spredningen af transgener til ikke-GM-afgrøder så meget, at indholdet af GM-materiale i ikke-GM-produkter holder sig under de 0,9 procent, der udgør grænsen for, hvornår produktet må betegnes GMO-frit (se afsnit om mærkning ovenfor). Ifølge loven er dette GM-landmandens ansvar.

GM-landmænd bliver i loven pålagt at overholde nogle regler for, hvordan spredning undgås. Eksempelvis skal der være en vis afstand mellem GM-planter og de planter, som de kan formere sig med, eller der kan være krav om, at planter, der overlever på marken til det følgende år, skal fjernes. Da problemerne med spredning varierer meget fra den ene plantearart til den anden, varierer også kravene.

Sker der alligevel en spredning, der medfører, at nabolandmanden ikke kan sælge sine afgrøder, skal GM-landmanden betale erstatning, såfremt årsagen er, at han ikke har fulgt reglerne. Landmanden, der har lidt et økonomisk tab pga. GM-forurening, kan søge om kompensation fra en pulje af penge, som alle GM-landmænd indbetaler til. Beløbet inddrives efterfølgende, hvis en GM-landmand kan gøres ansvarlig for tabet, ellers ikke.

For at undgå problemer af den slags skal landmanden, såvel som andre, der vil arbejde med GM-afgrøder, først tage et "GM-kørekort". At tage et GM-kørekort indebærer: at man skal på kursus i dyrkning og håndtering af GM-afgrøder, herunder om mulige spredningsveje, om love og regler på området og om dyrkningskrav for de enkelte afgrøder. Dyrkere af GM-afgrøder skal på et todageskursus, mens personer, der bare håndterer afgrøderne, skal på et endagskursus. GM-dyrkere, som har været på todageskurset, skal indsende kopi af deres kursusbevis til Plantedirektoratet for at blive godkendt.



Bjørneklo



Hamp

9. Eksempler

I dette kapitel ses der nærmere på tre forskellige eksempler på planter, der er gensplejset til de nye formål, dvs. medicinproducerende planter, planter der producerer stoffer til industribrug, og gensplejsede prydblplanter.

Medicinalafgrøder: Cobento Biotechs medicinproducerende kartoffel

I drivhuse uden for Århus dyrker Cobento Biotech A/S i øjeblikket kartofler, der producerer stoffet *intrinsic factor* (IF), der er et protein, som raske mennesker og dyr udskiller til deres mavesaft for at kunne optage det livsnødvendige vitamin B12. Stoffet skal bruges til behandling og diagnosticering af vitamin B12-underskud. Intrinsic factor er nødvendig for, at kroppen kan transportere vitamin B12 fra fordøjelseskanalen og over til blodet, hvorfra det transporteres videre ud til alle kroppens celler, hvor det indgår i nogle livsvigtige processer.

Følgende informationer er oplyst af Cobento Biotech.

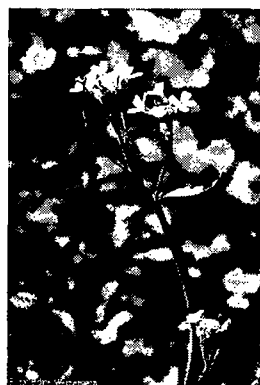
Teknologi

Kartoflen er frembragt ved, at det menneskelige gen, der koder for menneskets intrinsic factor, er indsat i kartoflen. Processen er gennemført ved hjælp af bakterien *Agrobacterium tumefaciens* (se kapitel 2). Kartofflerne høstes, og stoffet (proteinet intrinsic factor) bliver ekstraheret til brug for fremstilling af diagnostiske præparater og tabletter indeholdende intrinsic factor. Dvs. at der foretages en isolering af intrinsic factor fra det øvrige plantemateriale, således at resultatet bliver et rent pulver, der kun indeholder intrinsic factor. Kartofflerne bliver således ikke brugt direkte til behandling af patienter. Rester af kartoffeltop og jord med rødder fra denne drivhusproduktion bliver sendt til forbrænding.

Intrinsic factor bliver også produceret i ukrudtsplanten gåsemad, men eftersom planten er så lille og kræver meget manuelt arbejde, dyrkes denne plante kun på små arealer i forbindelse med produktion af intrinsic factor til anvendelse i diagnostik. Diagnostisk brug af intrinsic factor kræver langt mindre mængder af proteinet end den fremtidige brug af proteinet til medicinsk behandling. Gåsemad med et indsat gen for intrinsic factor skal kun vokse i drivhus. Derimod er det planen, at kartoflerne med intrinsic factor-gen i fremtiden skal vokse på friland.



Kartoffelmark



Gåsemad

Miljø

Nogle af de varianter af kartoffelplanten, hvori genet for intrinsic factor er indsat, er af en type, der ikke blomstrer i Danmark, hvilket forhindrer pollenflugt og frødannelse. Kartoffelplanten har ingen vilde slægtninge i Danmark, som den kan krydsbestøve sig med og den er ikke selv kendt for at sprede sig i naturen.

Opformering af almindelige læggekartofler sker på mark under streng kontrol med fjernelse af ikke sortsrene planter. Der dyrkes typisk ikke kartofler på den samme mark fire år efter en høst for at undgå spredning af kartoffelsygdomme. Dette sikrer, at genvækst fra spild af kartofler bliver elimineret inden der igen dyrkes kartofler på samme mark. En eventuel fremtidig dyrkning af intrinsic factor-producerende kartofler vil ske på særligt udvalgte marker, der formentlig ikke må indgå i produktion af ikke-gensplejsede kartofler. Uheld med spild af kartofler langs veje vil ikke give problemer, da den danske vinter vil ødelægge ikke nedgravede kartofler.

Intrinsic factor er et protein, der som andre proteiner hurtigt omsættes i naturen, og det vil ikke sive ned til grundvandet, hvis det kommer ud i jorden på åben mark. Der udledes allerede intrinsic factor til mark og natur med gylle og dyreekskrementer. Der er foretaget et studie på rotter for at undersøge, om det er skadeligt for dem at spise tørret plantemateriale af gåsemad med intrinsic factor. Der blev ikke fundet forandringer på forsøgsdyrene i forhold til kontroldyrene. Det er ikke forventeligt, at intrinsic factor fra kartofler skal give problemer hos andre dyr, da alle raske pattedyr selv producerer et stort overskud af intrinsic factor i deres mave.

I modsætning til dyrkning af planter i drivhus kræver dyrkning på friland meget mindre anvendelse af energi.

Sundhed

Som beskrevet i introduktionen kan B12 vitamin-mangel føre til alvorlige blod- og nerverelidelser. Intrinsic factor produceres i mavesækken på raske mennesker. Hvis raske mennesker spiser intrinsic factor, vil de optage mere B12, hvilket ikke vil påvirke helbredet. Cobento Biotech A/S anvender en kartoffelsort, hvis udseende klart adskiller sig fra typiske spisekartofler. Kogning af kartoflerne neutraliserer intrinsic factor.

Produktion af "intrinsic factor kartofler" vil ske på særligt udvalgte arealer og med yderligere kontrolforanstaltninger end dem, der allerede eksisterer for almindelige konsum kartofler. Skulle det utænkelige ske, at der alligevel blev blandet intrinsic factor kartofler med alm. spisekartofler, vil dette ikke medføre nogen sundhedsrisiko for forbrugeren. Intrinsic factor findes allerede i mavesaften hos alle raske personer, og et tilskud fra ikke kogte kartofler vil ikke medføre nogen sundhedsmæssig risiko.

Økonomi og samfund

Ifølge den videnskabelige litteratur har mange mennesker problemer med optagelsen af B12 vitamin, herunder op til 30 procent af den del af befolkningen, der er over 60 år.

Menneskelig intrinsic factor er for kompliceret et stof til at blive produceret af mikroorganismer. Det kan produceres ved hjælp af plante-, og formentlig også dyre- eller menneskecellekulturer eller ekstraheres fra menneskers mavesaft. Produktion vha. cellekultur finder ikke sted, da det ikke er forsøgt pga. efterfølgende meget store produktionsomkostninger. Ekstraktion fra menneskers mavesaft finder ikke sted, da mængderne er for beskedne til salg, og risikoen for overførsel af smitsomme sygdomme er for stor.

I dag behandles vitamin B12-mangel vha. indsprøjtninger med unaturligt store doser af vitaminet hver eller hver anden måned. Cobento Biotech's strategi er derimod at afhjælpe vitamin B12-mangel ved at genoprette det naturlige intrinsic factor niveau, så patienten kan genetablere et dagligt naturligt vitamin B12-optag. Cobento Biotech A/S er ene om at kunne producere store mængder af human intrinsic factor ved hjælp af en gensplejset organisme.

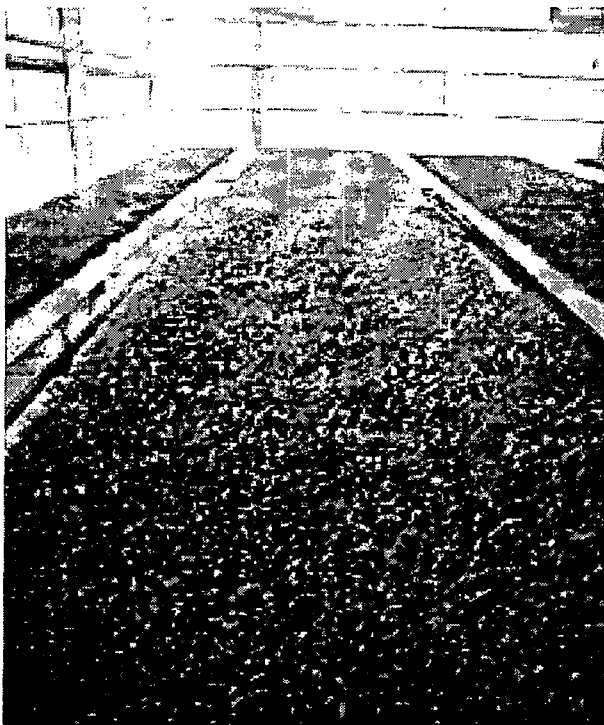
Hvis de kliniske undersøgelser går godt, og der opnås godkendelse til at dyrke intrinsic factor-producerende kartofler på åben mark, er det sandsynligt, at der vil blive etableret en produktion af intrinsic factor til brug for medicinframstilling i Danmark.

Tabletbehandling med intrinsic factor vil frigøre læger til andre opgaver end B12 indsprøjtninger, forbedre patienternes dagligdag og reducere tidsspild og stikskader for patienten i forbindelse med B12-indsprøjtningerne.

Dyrkning på friland vil resultere i en billig produktion af råstoffet til medicinframstilling. Sandsynligvis vil kun frilandsdyrkning kunne sikre en pris, der gør intrinsic factor konkurrencedygtig i forhold til de nuværende behandlinger.

Lovgivning

Cobento Biotech A/S har tilladelse til i drivhus at producere gensplejsede planter (gåsemed, kartoffel og gulerod), der har fået indsat genet for intrinsic factor. I øjeblikket bliver der kun produceret planter til ekstraktion af intrinsic factor til anvendelse i diagnostik og fremtidige kliniske forsøg. Tilladelse efter Udsætningsdirektivet har endnu ikke været nødvendigt, eftersom planterne i øjeblikket kun dyrkes inde-sluttet i drivhuse. Produktionsanlægget er blevet godkendt af Skov- og Naturstyrelsen, Arbejds miljøtilsynet og Århus amt.



Produktion af Intrinsic factor i drivhus

Industriafgrøder: Raps med ændret olieindhold

I 1992 begyndte det amerikanske firma Calgene Inc. (nu en del af Monsanto) at dyrke forsøgsmarker med en rapstype, hvis indhold af olie var ændret, så der kunne udvindes såkaldt lauratolie ("Laurical"). Lauratolie har nogle særlige egenskaber, der gør den brugbar i f. eks. produktionen af kosmetik, sæber og nylon samt i fødevareindustrien.

Kilde: Forskellige internetsider, herunder www.agbios.com og <http://www.usask.ca/>

Teknologi

Navnet laurat kommer fra en plante, der er kendt for at producere lauratolie, nemlig laurbær. Herfra kommer gen, , som man har indsat i rapsen.

Sundhed

Lauratolien er ikke giftig, idet den også bruges i fødevareindustrien.

Miljø

Raps krydser let med andre rapsplanter, herunder ukrudtsplanten agerkål, der vokser i, men ikke udenfor, danske rapsmarker.



Raps der producerer lauratolie

Økonomi

USA's import af lauratolie fra lande som Malaysia og Filippinerne udgør ca. en halv mia. dollars om året. Lauratolie findes naturligt i f.eks. mælk, men i Europa ingen steder i mængder, der tillader, at man kan udvinde det. I den gensplejsede raps udgør lauratolien ca. 40 procent af det samlede olieindhold. Trods stor optimisme i begyndelsen har lauratolie ikke kunnet konkurrere på fødevaremarkedet og bruges i dag kun i enkelte sammenhænge som erstatning for kakaosmør. Monsanto forbedrer dog løbende på afgrøden.

Rapsens tendens til at udveksle pollen med andre rapsplanter udgør en økonomisk trussel, da indkrydsning fra konventionel raps kan gøre produktionen værdiløs. Derfor er det en betingelse, at GM-rapsen dyrkes langt væk fra andre rapsplanter. Det er ligeledes problemfyldt, at raps erfaringsmæssigt efterlader mange frø på marken efter høst. Hvis frø fra traditionel raps spirer sammen med GM-raps, kan produktionen også mislykkes.

Lovgivning

Den første kommercielle GM-raps-produktion begyndte i 1994 i USA. Der er ikke ansøgt om godkendelse til dyrkning i Europa.

Prydplanter: Gensplejsede juletræer

I øjeblikket ansøger Jens Find, lektor ved Botanisk Have, Københavns Universitet og medejer af virksomheden Woody Plant Biotech, om penge til at udvikle et juletræ af typen Normannsgran, der er resistent over for bladlusangreb ("ædelgran-lus"). Normannsgran er det helt dominerende træ til juletræsanvendelse og bruges også til klippegrønt herhjemme. Træet eksporteres i stort omfang til udlandet. Juletræer dyrkes på ca. 5 procent af skovbrugsarealet i Danmark og desuden på betydelige landbrugsarealer og tegner sig for omkring to tredjedel af skovbrugets indtægter.

Teknologi

For at undersøge om juletræet kan gøres resistent mod bladlus, ønsker man at indsætte et gen fra vintergæk, som producerer et såkaldt lektin, der er vintergækkens naturlige beskyttelse mod insektangreb. Når bladlus (og muligvis andre sugende eller planteædende dyr) indtager lektinerne, regner man med, at de svulmer op i fordøjelseskanaalen. Bladlusen kan dermed ikke optage mere føde og dør af fødemangel.

De kommende undersøgelser skal afdække, om metoden - som håbet - medfører resistens mod bladluse, og desuden om de indsatte gener er stabile. Undersøgelserne vil bidrage til en generel vurdering af mulighederne ved gensplejsning i intensivt landbrug. Først på et senere tidspunkt vil det blive overvejet, om de gensplejsede juletræer skal forsøges markedsført.



Normannsgran

Miljø

Gevinsten ved GM-Normannsgran vil primært være miljømæssig, idet producenten kan undgå at anvende insektmidler mod bladlus. Der sprøjtes skønsmæssigt gennemsnitligt én gang om året på 60 procent af jultræesarealerne. Dette kunne antagelig reduceres til 20-30 procent, hvis juletræedyrkerne var mere omhyggelige med først at foretage en behovsvurdering, skønner Hans Peter Ravn, Skov & Landskab ved KVL (Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole, København).

Anvendelsen af insektmidler på juletræer ligger i dag på ca. samme niveau som i landbruget. Den type insektmidler, som man anvender i dag, binder sig hårdt til jordpartikler, og bør derfor ikke i større omfang blive ført med drænvand til søer og vandløb. Grænseværdierne har dog overraskende nok vist sig at være overskredet i 20 procent af vandløb i Århus Amt. Dette må skyldes, at der føres insektmiddel med vinden, antagelig fordi jordbrugerne, herunder juletræsdyrkerne, kommer for tæt på søer og vandløb, når de sprøjter, vurderer Hans Peter Ravn, Skov & Landskab ved KVL. Insektmidlerne er stærkt giftige for vandlevende organismer.

Insektmidlerne rammer ikke kun bladlus, men også en række andre organismer, der lever i det dyrkede område. Dette skyldes, at midlet sprayes ud over hele området. Disse effekter kan derfor forventes at blive undgået ved dyrkning af GM-Normannsgran med lektin indsat, idet kun organismer, der æder af planten, vil blive påvirket.

Normannsgran er ikke naturligt hjemmehørende i Danmark, men blev første gang indført i 1850'erne. De fleste frø importeres i dag fra Georgien, hvor træet hører naturligt hjemme. Trods dette, at træets naturlige hjemsted har et helt andet klima end det danske, kan frøene spire og træerne vokse godt på friland i Danmark, oplyser Ulrik Braüner Nielsen, Skov & Landskab ved KVL.

Normalt vil Normannsgran ikke blomstre, idet juletræet skæres ned og sælges i en alder af ca. 10 år, mens blomstringen typisk først begynder i en alder af 30-35 år. Der findes dog danske bevoksninger, som er godkendt til frøhøst. Frøproduktionen involverer åben bestøvning. Desuden findes der en nicheproduktion med "torvetræer", som kan blive gamle nok til, at de vil blomstre. Endvidere kan nogle af de træer, der bruges til pyntegrønt, nå blomstringsalderen. Endelig vil pollen kunne komme fra glemte planter, eller planter, der af privatpersoner er blevet plantet ud.

I den danske natur er det kun den almindelige ædelgran, som Normannsgran kan formere sig med. Almindelig ædelgran er ligeledes en indført art. Ingen af de to arter, eller deres hybrider, er kendt som invasive arter.

Sundhed

Mens man tidligere brugte meget giftige insektmidler, såsom DDT og Lindan i juletræsplantager, udgør de nuværende insektmidler ikke et større sundhedsmæssigt problem. Manglende beskyttelse blandt folk, der arbejder direkte med midlerne, kan føre til lidt udslet. På grund af midlernes bindingsevner, er der ifølge Hans Peter Ravn, Skov & Landskab ved KVL, ringe risiko for, at de siver ned til grundvandet.

Lektiner tilhører en type stoffer, der let opløses i vand, og kan derfor føres med regnvand til søer og vandløb og ned i jorden til grundvandet. Om der er tale om mængder af nogen betydning, er ikke blevet undersøgt.

Lektiner kender vi fra f.eks. bønner, som skal koges for at fjerne lektinets giftvirkning. Lektinet fra vintergæk skulle dog ikke være giftigt over for højerestående dyr og mennesker. Lektinet er bl.a. eksperimentelt blevet indsat i gensplejsede fødevarer som kartoffel og ribs. Fodring af rotter med kartoflerne viste negative sundhedsvirkninger, men resultaterne er siden blevet bestredet.

Økonomi og samfund

Danmark er verdens største netto-eksportør af juletræer. Normannsgran tegner sig for langt størstedelen af de over 1 mia. kroner, der omsættes på juletræer og klippegrønt i Danmark. Salgspriserne på juletræer er faldet siden 1995 som følge af, at der blev dyrket for mange, oplyser Henrik Mainz, Dansk Juletræsdyr-

kerforening. Mange har derfor måttet opgive produktionen. I år venter man, at priserne atter vil stige, og at det derfor atter kan blive rentabelt at dyrke jultræer.

Et GM-træ ville dog ikke have kunnet ændre på denne overudbudssituation. Besparelsene ved at undgå insektmidler mod bladlus vil desuden være beskedne, da midlerne i forvejen er billige. Hans Peter Ravn, Skov & Landskab ved KVL, vurderer, at jultræsprøducenterne vil tage positivt imod ethvert skridt i retning af mere miljøvenlige plantebeskyttelsesmetoder, forudsat metoderne er effektive, at de er økonomisk konkurrencedygtige, og at forbrugerne er positivt indstillede over for metoden.

Mange af de insekt- og ukrudtsmidler, som juletræsdyrkerne traditionelt har anvendt, er blevet forbudt på grund af, at de var for giftige for menneske og natur. I dag er der stadigvæk effektive insektmidler til rådighed for jultræsdyrkeren – dog væsentligt færre end for 20 år siden.

En alternativ måde at undgå bekæmpelsesmidler på er økologisk dyrkning. Der dyrkes kun mindre arealer med økologisk Normannsgran, og det blev i 1999 vurderet, at et totalforbud mod pesticider ville give et tab svarende til 80 % af kasseoverskuddet ved juletræsprøduktionen.

Firmaet Woody Plant Biotech forsøger at skabe en forretning på grundlag af en teknik, der - som den eneste - gør det muligt at frembringe Normannsgraner på basis af almindelige planteceller ved brug af plantehormoner (en vigtig teknik i såvel traditionel som genteknologisk planteforædling, se kapitel 2). Firmaet har Jens Find som medejer og er patenthaver på teknikken, der ikke i sig selv involverer gensplejsning. Firmaet vil dog formodentlig opnå en indtjening, hvis gensplejsning af Normannsgran bliver en god forretning.

Lovgivning

Botanisk Have har tilladelse til at arbejde med gensplejsede planteceller og til at have ikke-blomstrende små planter til at vokse i kontrollerede drivhuse, oplyser Jens Find.

10. Ordforklaring

Transgen: Det *gen*, som er blevet indsat i den gensplejsede plante for at give den en ny, ønsket egenskab. Transgenet kan komme fra andre planter, men kan også komme fra dyr, bakterier, svampe eller mennesker. Det kan også helt eller delvis være fremstillet i laboratoriet. Overflytning af gener mellem meget forskellige arter er mulig, fordi arvematerialet er opbygget på stort set samme måde i alle organismer. Udtrykket *transgen* bruges også til at beskrive den organisme, der har fået indsat et nyt gen; en "transgen laks" er for eksempel en laks, der har fået indsat et transgen.

Transformation/transformant: *Transformationen* er den proces, der fører til, at organismen er blevet gensplejset. Herved er organismen blevet til en *transformant*.

Genmodificeret: Betyder det samme som *gensplejset*, nemlig at man har indsat et eller flere nye gener ("transgener"), der medfører, at den gensplejsede organisme får nogle egenskaber, og dermed ofte gør den mere værdifuld.

Hybrid: *Afkom*, der er produktet af, at to genetisk forskellige typer af planter (f.eks. arter eller underarter) krydser sig med hinanden.

Diagnosticere: At stille en *diagnose*, dvs. at bestemme, hvad der er årsagen til en patients lidelse.

Enzym: Den store gruppe af *proteiner*, der deler eller ændrer forskellige stoffer uden selv at blive forbrugt. Enzymnavne har typisk endelsen "-ase". F.eks. findes der en række "lipaser", der nedbryder fedt ("*lipid*" er et andet ord for fedtmolekyle).

Protein: Molekyle, der dannes af levende organismer efter opskrift fra gener. De bruges overalt i organismen, f.eks. som byggematerialer, '*maskiner*' og *enzym*er. Muskler består f.eks. af *proteiner*, der kan 'kravle' op ad hinanden, og derved 'spænde' eller forkorte muskelen. Se også kapitel 2.

Arvemasse: Er opbygget af *DNA* i lange molekyler, der kendes i oprullet form som *kromosomer*. *DNA*'et indeholder bl.a. vores gener (se nedenfor). *DNA*'et videregives til vores børn gennem æg- og sædcellen, der hver indeholder ét sæt af *kromosomer* (i alt 23). Når de smelter sammen, opstår der en celle med to sæt *kromosomer* (dvs. i alt 46), som alle de øvrige celler indeholder.

Antistof: En central del af vores *immunforsvar*, som f.eks. binder sig til fremmedlegemer. Idet de gør dette, sender de f.eks. et signal til immunforsvarets hvide blodlegemer om at gå til angreb. Opbygget af flere proteiner.

Hormon: *Signalstof*, der bruges af kroppens forskellige dele til indbyrdes at kommunikere. Hormoner kan være proteiner, men også andre stoffer. *Insulin* er et protein, der hos raske personer udskilles til blodet af bugspytkirtlen, når sukkerniveauet i blodet er højt. Når insulinet binder sig til cellerne rundt i kroppen, begynder disse at optage sukker fra blodet.

Gen: Den del af *DNA*'et, der fortæller vores celler bl.a. hvilke proteiner, der skal produceres. Proteinerne indgår i et netværk med hinanden og med andre molekyler, og spiller sammen med miljøet for at danne organismers egenskaber.

DNA: Langstrakt *molekyle*, som vores arvemasse er opbygget af, der bl.a. rummer vores gener.

Agrobacterium tumefaciens: På dansk *rodhalsbakterien* – en jordbunds bakterie, der har den særlige, men ikke unikke egenskab, at den kan sende en del af sit DNA ind i arvemassen på mange forskellige planter. Herved får den planten til at skabe nogle udvækster, der udskiller stoffer, som rodhalsbakterien lever af. Dens gensplejsningsegenskaber udnyttes til at indsætte gener i planter i forbindelse med gen-modificering. Der findes dog også andre teknikker.

Stivelse: Lange kæder af *suktermolekyler*, som mange planter bruger som energilager. Til sammenligning bruger mennesket primært fedt som energilager.

Appendix: Holdninger til GM-planter

I dette appendiks præsenteres to korte kommentarer fra to centrale aktører, der i fremtiden vil skulle forholde sig til de nye GM-planter.

Kommentarer til introduktionsmaterialet fra Klaus K. Nielsen, Forskningschef, DLF-TRIFOLIUM A/S

I de kommende år vil europæiske landmænd og forbrugere kunne tilbydes en række GM-afgrøder med økonomiske, miljømæssige, sundhedsmæssige og kvalitetsmæssige fordele. Disse omfatter afgrøder med herbicidtolerance, insektresistens, resistens mod virus- og svampesygdomme, øget modstandsdygtighed overfor kulde og tørke samt produkter med bedre kvalitet og sundhedsfremmende effekter.

Mange af de teknologier og egenskaber, som udvikles til afgrøder bestemt til foder eller fødevarer har store anvendelsespotentialer også i prydplanter og andre "non-food" afgrøder. Dette gælder ikke mindst teknologier, som mindsker miljøbelastningen og brugen af indsatsfaktorer som vand, gødsning og sprøjtemidler. Tørketolerante græsplæner, som ikke kræver vanding i tørre somre og som holder sig smukke og grønne næsten uden brug af gødsning, samt prydplanter, som ikke angribes af svampesygdomme, hvilket giver længere holdbarhed og mindsket brug af pesticider, er oplagte eksempler på nye GM-planter med klare kvalitets- og miljøgevinster. Nyttевærdien af sådanne produkter må afgøres af dem af os, som vælger at købe og dyrke disse planter, ligesom nytteværdien – rettere "herlighedsværdien" - af en blå rose eller et selvlysende grantræ kun kan afgøres af den enkelte forbruger. Det vigtige i denne sammenhæng er, at alle disse nye GM-planter inden de markedsføres har været underlagt samme grundige sikkerhedsvurdering og godkendelsesprocedure, som gælder for GM planter til foder og fødevarer. Der kan i denne sammenhæng ikke på forhånd laves entydige lister over, hvilke produkter vi bør tillade, og hvilke vi bør forbyde. Dette må vurderes af sagkundskaben og myndighederne sag for sag og vil afhænge både af den specifikke planteart og effekten af den tilførte egenskab. For planter som let krydser med andre dyrkede eller vilde planter er det afgørende, at det introducerede gen ikke giver planten en stor konkurrencefordel i naturen. I så fald må produktet kombineres med en indeslutnings-mekanisme, som tager vare på genspredningen.

GM-planter, der fungerer som "grøn fabrik" til produktion af enzymer eller andre stoffer til tekniske anvendelser, har store perspektiver. Denne produktionsform kan i mange tilfælde erstatte kemiske produkter og processer og der kan opnås energibesparelser. For stoffer som normalt udvindes fra eksempelvis blodpræparater eller dyreorganer elimineres risikoen for overførsel af farlige virussygdomme, hvis disse i stedet kan produceres i planter. Som eksempel producerer en amerikansk virksomhed nu proteinet trypsin i gensplejsede majsplanter. Trypsin har forskellige kommercielle anvendelser, bla. som hjælpestof i forbindelse med produktion af insulin, vacciner og sårheling. Hidtil er den kommercielt tilgængelige trypsin blevet udvundet fra svine-busspytkirtler.

Internationalt er der igennem en årrække satset milliarder af forskningsmidler på dette område, og indenfor flere nicher er det allerede nu vanskeligt at operere pga. udenlandske aktørers dominerende patentpositioner og markedsandele - så Danmark skal på banen nu, hvis vi vil have del i denne attraktive produktion. Pga. vores højt udviklede og effektive landbrugssektor vil det være oplagt at satse mere målrettet på en effektiv dansk niche-produktion af udvalgte industrielle produkter fra GM-planter. Hvorvidt en økonomisk konkurrencedygtig produktion kan etableres i Danmark i større omfang, vil ud over de

tekniske udfordringer afhænge af omkostningsmæssige og lovgivningsmæssige faktorer i forbindelse med udvikling, godkendelse og markedsføring.

Hvor det er muligt, bør produktionen af nogle industrielle stoffer foregå i plantearter, som ikke normalt bruges til foder eller fødevarer. Hermed elimineres risikoen for iblanding i planteprodukter til fødevarerkæden. Det skal dog understreges, at landbruget igennem mange år har haft velfungerende dyrkningsregler og traditioner for sameksistens, som forudsætter adskillelse og reduktion af indkrydsning og sammenblanding af frøpartier, og er derfor klædt på til at håndtere og adskille produktionen af disse GM-planter. Dyrkning af eksempelvis raps til tekniske formål foregår i dag sideløbende med raps til madolie uden problemer med indkrydsning eller sammenblanding. Planter som producerer stoffer til tekniske anvendelser bør desuden som hovedregel designes således, at de ikke kan krydse med beslægtede vilde eller dyrkede planter. Her skal myndighederne igen fastsætte kravene til de enkelte produkter, inden de godkendes til dyrkning.

Planter til produktion af farmaceutiske produkter (medicin) kan ligeledes udvikle sig til en attraktiv dansk højværdi nicheproduktion. Her må der imidlertid forudses meget store udviklings- og godkendesomkostninger (sikkerhed for mennesker, dyr og miljø), og en succes afhænger af et tættere samspil imellem den medicinske forskning og den bioteknologiske planteforskning end vi ser i dag. Kun et fåtal af landmænd/dyrkere vil blive involveret i denne produktion, som vil komme til at forgå under meget kontrollerede forhold på små dyrkningsarealer med fysisk indeslutning (drivhus) eller effektiv biologisk indeslutning (hindring af blomstring eller pollendannelse). Desuden bør der som udgangspunkt anvendes planter, som ikke bruges til foder eller fødevarer.

Sammenfattende vurderes det, at genteknologien åbner meget store og attraktive muligheder for at bruge planter til nye formål og til at forbedre kvaliteten af planter til rekreative formål. Mange af de produkter, som allerede er ved at blive udviklet rundt omkring i verden, giver en direkte økonomisk, miljømæssig og/eller samfundsmæssig gevinst. Da den europæiske lovgivning sikrer en meget grundig analyse og sikkerhedsvurdering af hvert enkelt produkt, inden det kan markedsføres, bør en kommerciel dyrkning af disse produkter være op til de normale markeds mekanismer – omkostninger, udbud og efterspørgsel. Dyrkning af industriafrøder samt ikke mindst medicinproducerende planter sætter skærpede krav i forhold til sikkerhedsvurdering og dyrkning, og for nogle produkter vil der være behov for yderligere forskning i risici for mennesker, dyr og miljø.

I fremtidens videnssamfund vil Danmark i højere grad skulle konkurrere på kvalitet og højværdi niceprodukter. Der tilskyndes derfor til en målrettet privat og offentlig forskningsindsats rettet mod udvikling og dyrkning af en række non-food afgrøder.

Kommentarer til introduktionsmaterialet fra Greenpeace

Gensplejsning er baseret på en række helt grundlæggende fejlantagelser om genets og DNAets rolle. Dette indlæg fokuserer på disse grundlæggende fejl. Det er fejl, der bekræftes af de sølle resultater, som teknologien har præsteret i de 30 år, siden gensplejsningsteknikken blev færdigudviklet. Det er reelt kun blevet til to typer GMO-planter (Bt og Roundup resistens), som tilsammen står for 100% af det globale GMO-areal. På trods af den positive omtale er heller ikke Teknologirådets "nye GMO" i stand til at imponere. Udover de positive formuleringer er Teknologirådets stærkeste argumenter for at slække på sikkerhedskravene til GMO-planter følgende:

- Traditionel forædling er langsommelig, resultatløs og går – som det berettes i det meste af dette kapitel – hovedsageligt ud på at udsætte planter for radioaktiv bestråling.
- Hvis ikke vi slækker på sikkerhedskravene, resulterer det i virksomhedsflugt: *"Man har allerede set, hvordan Europæiske virksomheder, her iblandt danske Danisco A/S, har flyttet deres genteknologiske aktiviteter til lande, hvor stemningen og forretningsmiljøet er mere positivt stemt"* lød Teknologirådets advarsel i den udgave af materialet Greenpeace havde til gennemsyn.

Begge er vægtige men urigtige argumenter. Gensplejsning kan slet ikke måle sig med resultaterne fra traditionel forædling hverken målt på hurtighed eller udbytte. Radioaktiv bestråling blev benyttet fra ca. 1960 og ca. 20 år frem. Efter en rundringning blandt danske planteforædlere fremkommer det, at bestrålingsmetoden ligger godt 20 år tilbage i tiden (dog muligvis stadig anvendt på prydblanser). De fleste anvender "marker assisted breeding", som passende kunne være beskrevet i materialet.

Danisco er ikke flyttet. Fabrikken i Grindsted ligger stadig, hvor den ligger, og deres GMO holdes indesluttet i bio-hazard områder – som det er tilfældet med al vidensbaseret anvendelse af GMO.

De vægtigste argumenter til fordel for TRs "nye GMO-planter" er således særdeles misvisende – hvilket desværre ikke fremstår som værende tilfældigt. På trods af at grundforskningen i de seneste år har falsificeret de antagelser, der ligger til grund for gensplejsning, baserer Teknologirådet stadig sin vurdering, og sin begejstring, på det gamle paradigme.

Modsat andre videnskabelige landvindinger var det særlige ved genteknologien, at den ved undfangelsen i 1953 fremstod som værende uhyre simpel. Koden for liv, for hver organismes egenskaber, var skrevet i et alfabet, der kun indeholdt fire bogstaver - ATCG. Planter, dyr og mennesker deler det samme kodesprog, endda et ganske simpelt sprog. Det kunne kun være et spørgsmål om tid, før vi ville komme til at forstå – og dermed også til at kunne skrive i – dette sprog. Det er forventningen om denne fantastiske simplicitet, der er grunden til, at genteknologien fra starten er blevet tillagt et så enormt potentiale. Det er denne forventning, der ligger til grund for betragtningen, at *"...alle verdens organismer [kommer] med gensplejsning til at udgøre ét stort katalog af egenskaber..."*, som vi så efter behag selv kan sætte sammen som legoklodser. Og det er den samme simplicitet, der ligger til grund for, at TR fortsat kan knytte så store forventninger til gensplejsning.

Ifølge denne opfattelse kunne enhver organisme med al sin kompleksitet reduceres til den fælles ATGC-kode – til generne – som afgør forskellighederne både mellem og indenfor arterne. Man forudsatte, at der var et 1:1 forhold mellem gen og egenskab. Af denne grund ansås de DNA-stykker, der kodede for proteiner (=egenskaber), som det afgørende begyndelsepunkt for et ensrettet, lineært samspil, hvor genets ATGC-kode blev oversat til RNA, som bragte besked videre til cellen, om hvilke proteiner organismen skulle producere. Det var altså generne, der alene bestemte, hvad der skulle produceres. Antagelsen om et 1:1 forhold og om et unilineært samspil var de helt centrale præmisser for gensplejsning. Uden disse an-

tagelser giver det slet ikke nogen mening at rykke rundt på generne. For hvis generne modsat indgår i komplicerede samspil med hinanden, eller samme gen er med til at producere flere forskellige egenskaber, så ville det dels ikke være muligt at flytte rundt med egenskaber ved at flytte enkelte gener, og hvis der er flere egenskaber knyttet til hvert gen, så måtte der nødvendigvis være et bagvedliggende styresystem, der fortæller genet, hvad der skal produceres på et givent tidspunkt. Og så ville den overdrevne fokus på generne være uberettiget.

Denne slags dystre tanker gjorde man sig dog ikke i de første 50 år med genteknologien. Forestillingen om den perfekte simplicitet var generelt accepteret. Men i 2001 indhentedes forestillingen af virkeligheden. Da nåede grundforskerne fra Humane Genome Project efter ti års arbejde med kortlægningen af menneskets gener til konklusionen: Mennesket har kun 30.000 gener. 30.000 gener som altså producerer mere end 250.000 proteiner (=egenskaber). Dermed måtte antagelsen om et 1:1 forhold mellem gen og egenskab forkastes. Hvis genet har flere funktioner, er der ikke belæg for forestillingen om, at et ensrettet lineært samspil udspringer fra genet. Det kan altså ikke være generne selv, der er bestemmende for, hvilket ud af flere mulige egenskaber et gen eller et samspil af gener skal producere på et givent tidspunkt.

Året efter, i 2002, kortlagde de samme forskere musens gener. Ligesom mennesket havde musen også 30.000 gener, og de fandt, at der kun eksisterer 300 unikke gener de to arter imellem! Genetisk er mennesket og musen 99% ens. Det er en ganske absurd tanke. Konklusionen er naturligvis heller ikke, at der ikke er forskel på mennesker og mus, men at man ikke kan forklare forskellene hverken indenfor eller mellem arterne alene ud fra generne. Generne fortjener altså ikke den centrale hovedrolle, som de blev tillagt i 1953. I stedet for den uvildige kode-streng, der frit kan udveksles mellem organismene, er generne snarere at betragte som rammeparametre. Både mus, mennesker og formentligt ethvert andet pattedyr har 99% af deres gener tilfældes. Mennesket har koden for at få hale, blåhvalen har koden til at få bagben, osv. Hvilke af disse rammeparametre der kommer til udtryk, afgøres derfor formentligt af et bagvedliggende styresystem. Når vi erkender, at generne altså ikke har hovedrollen, må vi ligeledes forkaste gensplejsning, en teknik der forudsætter, at generne alene har hovedrollen.

Ingen har endnu en klar opfattelse af hvad der styrer generne. Men der er grund til at formode, at en del af denne styrefunktion sker fra Junk-DNAet. Hos mennesket udgør generne kun 1-2% af DNAet. De resterende 98-99% af ACGT-koden kunne ikke forklare i det gamle paradigme, hvorfor gensplejserne besluttede at betragte disse 98-99% af arvemassen som affalds-DNA ("Junk-DNA"). En antagelse der samtidig er blevet brugt til at retfærdiggøre gensplejsningens primitive teknikker, hvor gener havner helt vilkårlige steder i værtsplantens DNA. Rationalet er, at hvis det meste af DNAet alligevel er meningsløst affald, så er det vel ingen skade til, at vi ikke kan kontrollere, hvor i værtsplantens DNA de nye gener havner. I dag ved vi, at over halvdelen af dette Junk-DNA oversættes til RNA, og at det altså ikke er affald. Forskere ved Harvard Medical School kunne i 2004 oplyse, at de havde lokaliseret det første eksempel på et gen, der blev reguleret via instrukser fra affalds-DNAet. Da vores arvemasse således ikke består af affald, men er del af et komplekst styresystem, er der ikke meget belæg for gensplejsningsteknikken, der indsætter gener tilfældige steder oveni DNAet.

I de sidste fem år har grundforskerne således falsificeret samtlige af gensplejsningens grundlæggende antagelser. Hvilket umiddelbart burde resultere i en revurdering af gensplejsningens potentiale baseret på en analyse af teknologien og de underliggende antagelser. Der er stadig masser af ubesvarede spørgsmål, men berettigelsen for det gamle paradigme er definitivt væk. Simpliciteten er afløst af en enorm kompleksitet, og dermed er der heller ikke længere belæg for at tillægge gensplejsning noget større potentiale. Vi kommer aldrig til at kunne lege Lego med generne. Derfor skal der selvfølgelig heller ikke slækkes på sikkerhedsniveauet for at fremme GMO-planter. I kraft af den manglende videnskabelige berettigelse for genteknologien er det modsat på høje tid at stille krav om, at yderligere eksperimenter med GMO nødvendigvis må foregå i lukkede bio-hazard anlæg – ikke ude i naturen, hvor de fejl der begås er uigenkaldelige.

Appendix II: Navneliste over faglige referencer i Introduktionsmateriale

Sven Bode Andersen, Institut for Jordbrugsvidenskab ved Landbohøjskolen

Rikke Bagger-Jørgensen, biologisk forsker ved Forskningscenter, Risø

Ulrich Braüner Nielsen, professor, Skov & Landskab ved KVL (Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole)

Hans Christian Bruun Hansen, Institut for Grundvidenskab ved Landbohøjskolen

Jens Find, lektor ved Botanisk Have, Københavns Universitet, og medejer af virksomheden Woody Plant Biotech

Erling Jelsøe, samfundsforsker og lektor ved TekSam ved Roskilde Universitetscenter

Erik Østergård Jensen, lektor og institutleder, Århus Universitet, og medstifter af Cobento Biotech A/S

Henrik Mainz, Dansk Juletræsdyrkerforening

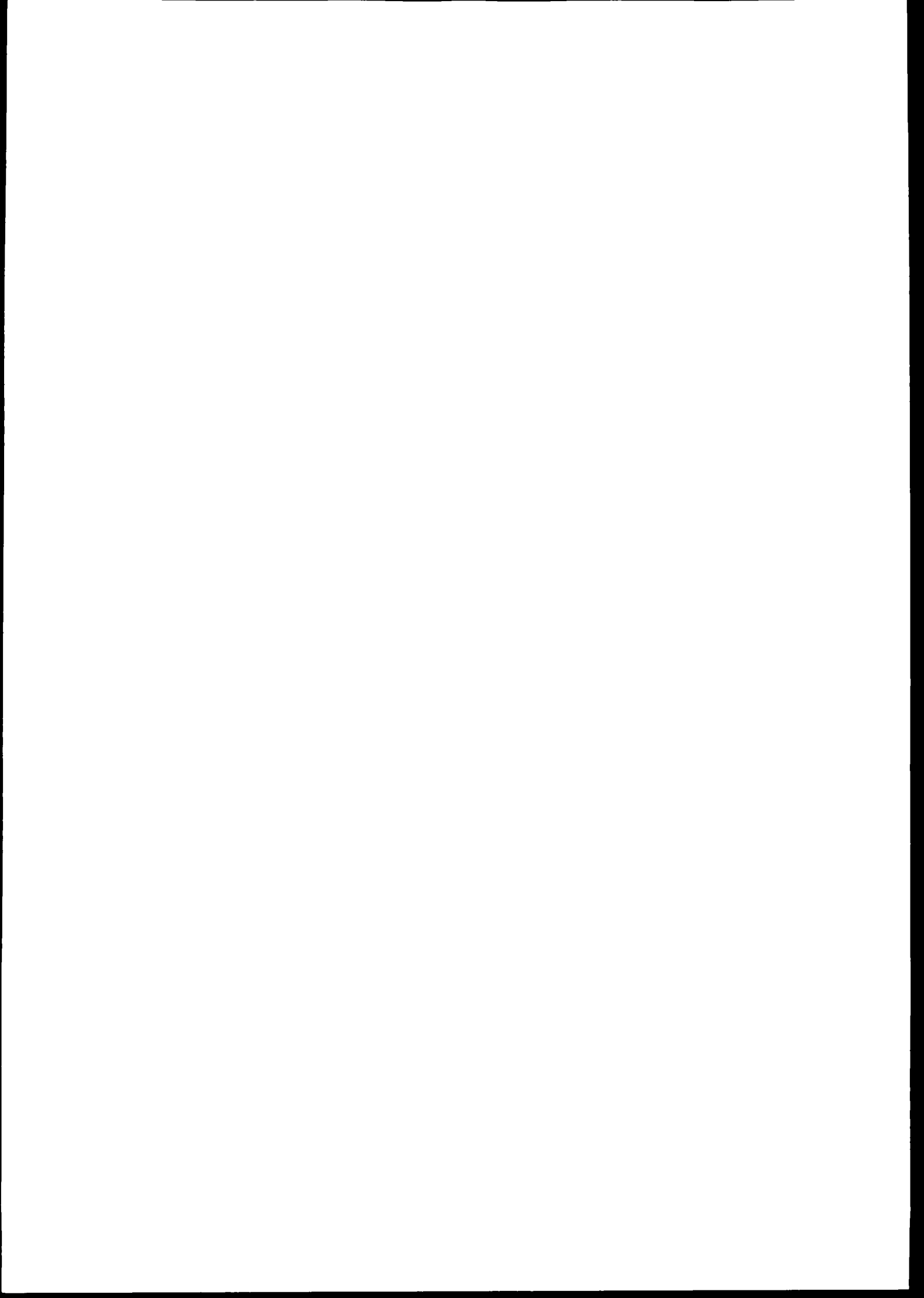
Søren A. Mikkelsen, vicedirektør, Danmarks JordbrugsForskning

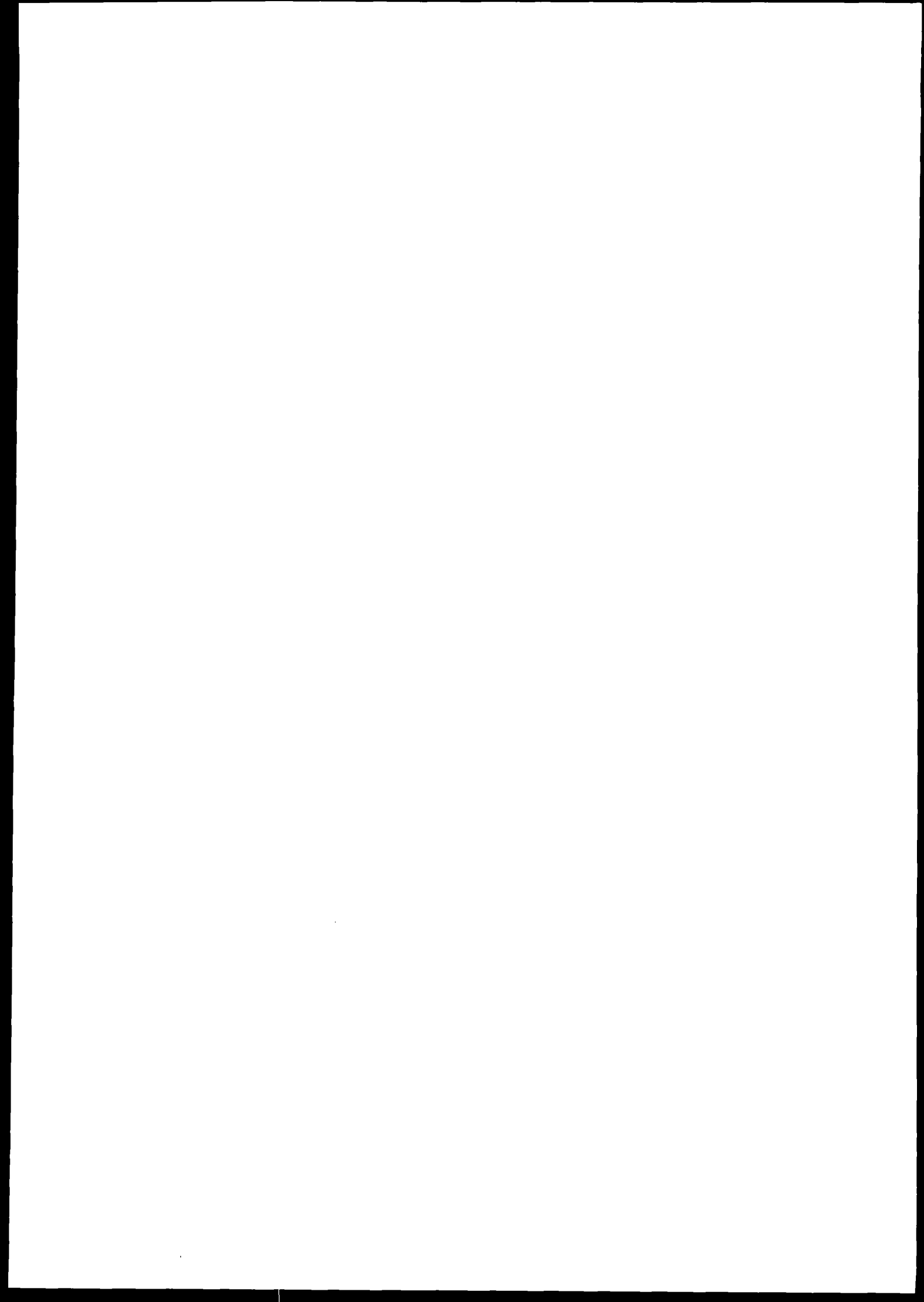
Birger Lindberg Møller, professor ved Institut for Plantebiologi ved Landbohøjskolen i København, og medstifter og bestyrelsesmedlem af Poalis A/S

Finn Okkels, forskningsdirektør, Poalis A/S

Jan Pedersen, Danmarks Fødevarerforskning

Hans Peter Ravn, Skov & Landskab ved KVL (Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole)





Teknologirådet

Antonigade 4
1106 København K

Telefon 33 32 05 03
Telefax 33 91 05 09

tekno@tekno.dk
www.tekno.dk

Giro 8 51 07 68

Teknologirådet har til opgave at:

fremme
teknologidebatten

vurdere teknologiens
muligheder og konsekvenser

rådgive folketinget
og regeringen