



GM



Resistens mod svampesygdomme, effektiv udnyttelse af ressourcer som gødning og vand samt større konkurrenceevne over for ukrudt er planteegenskaber, som står højt på ønskelisten hos danske planteavlere. Hos aftagerne ønskes kvaliteter, der svarer til behovene i husdyrproduktion og industri. Kan disse afgrøder udvikles vha. traditionel planteforædling, eller skal genteknologien tages i brug? Hvilke risici for mennesker og/eller miljø kunne der ligge i kølvandet på dyrkning af disse planter? Er risici knyttet til selve egenskaben eller til den metode, hvormed egenskaben er overført til i afgrøden? Og hvad er konsekvensen af fortsat at måtte undvære afgrøder med den ønskede egenskab? Disse og andre spørgsmål blev drøftet ved en tværfaglig workshop om »GM-planterets rolle i fremtidig planteproduktion i Danmark«.

Anvendelse af genetisk modificerede afgrøder har gennem de seneste ti år været et omstridt emne, og der har bl.a. været fokus på usikkerhed om de langsigtede miljörisici og forbrugernes ret til at vælge GM-frie fødevarer. Dette har foreløbigt resulteret i danske regler om sameksistens mellem GM, konventionelle og økologiske afgrøder samt en strammere EU-lovgivning på godkendelsesområdet. Godkendelse af GM-afgrøder har ligget stille i en årrække som følge af det såkaldte moratorium, men i 2003 blev det igen muligt at søge markedsføringstilladelse for GM-afgrøder i Europa.

Mens Europa holdt tænkepause, er arealet med GM-afgrøder vokset støt på verdensplan. Det er næsten udelukkende afgrøder med herbicidtolerance og/eller insektresistens, der er blevet markedsført.

For at øge opmærksomheden om GM-afgrøder med andre egenskaber end de to nævnte blev der afholdt en tværfaglig workshop på Forskningscenter Flakkebjerg den 28. september 2005. Den var ar-

rangeret af »Netværk for forskere inden for naturvidenskabelig risikovurdering af genetisk modificerede planter«, og målet var bl.a. at foretage en idéudveksling og analyse af, hvilke afgrøder, der kan blive brug for inden for overskuelig fremtid i Danmark. Deltagerne var repræsentanter for landbruget, forædlingsvirksomheder og industri samt forskere med forskellige faglige indfaldsvinkler.

Landbrugsafgrøder med nye dyrkningsmæssige egenskaber

Landskonsulent *Christian Haldrup*, Dansk Landbrugsrådgivning Landscentret, efterspurgt afgrøder med en bedre næringsstofoptagelse og robusthed mod sygdomme og stresspåvirkninger. Der er et væsentligt behov på sygdoms- og skadedyrsområdet, hvor dyrkning af en resistent sort kan bevirke, at der sprøjtes mindre, eller at behandling med fungicider eller insekticider helt kan undgås. Ca. halvdelen af det danske fungicidforbrug

anvendes til at sprøjte mod kartoffelskimmel, og set i lyset af de politisk fastsatte mål om nedsat pesticidforbrug kunne resistens mod kartoffelskimmel være en nyttig egenskab. Hvedesorter med resistens mod svampesygdommen *Septoria* står også højt på ønskelisten, ligesom resistens mod svampesygdommen *Fusarium* udpeges som et vigtigt område.

Når man drøfter tørkeresistens, tænker de færreste på danske forhold, men Christian Haldrup betonedde, at kunstvanding kun er mulig på ca. 15 pct. af de danske jorder, og det gav anledning til diskussioner om tørkeresistent GM-hvede. I både USA og Australien er tørkeresistente hvedesorter under udvikling, både vha. konventionel forædling og genteknologi.

Udvaskningen af kvælstof har i en årrække haft stor bevågenhed, og selv om man er nået langt med indførelsen af vintergønne marker, er kvælstofoptagelsen i efteråret ikke tilstrækkelig. En afgrøde, som kan optage det tilgængelige kvælstof allerede i efteråret, vil derfor være gavnlig for bl.a. vandmiljøet.

Christian Haldrup anså ikke herbicidtolerante afgrøder for »noget, der flytter noget«, fordi ét herbicid blot udskiftes med et andet. Han anbefalede, at man i stedet retter fokus mod en bedre ressourceudnyttelse samt nye resistensegenskaber på sygdoms- og skadedyrsområdet. Men en forudsætning for at den danske planteavler overhovedet vil dyrke GM-afgrøder er, at afsætningen er sikret, samt at landbrugeren beholder sin handlefrihed mht. sædskifte og sortsvalg.

-planternes rolle...



Bedre foder via genteknologi

Hanne Damgaard Poulsen, Afdeling for Husdyrsundhed, Velfærd og Ernæring ved DJF, gav sit bud på, hvad foderplanter bør indeholde for at opfylde husdyrenes ernærings- og velfærds-mæssige behov.

Husdyrenes foder optimeres mht. energiindhold og næringsstoffer for at dække deres behov, uden at de får for meget. Aminosyresammensætning i korn m.m. er ikke optimal i forhold til dyrenes behov, og derfor tilsættes proteinrige produkter som fx soja og/eller industrielt fremstillede essentielle aminosyrer. Behovet for modificerede afgrødeplanter med et højere indhold af fx lysin er derfor begrænset, med mindre prisen er konkurrencedygtig. I stedet er der brug for afgrøder, som indeholder færre af de stoffer, som husdyrene ikke har behov for, eller som har en negativ effekt på vækst eller foderudnyttelse.

Et højt indhold af ikke-essentielle aminosyrer i foderet udgør et væsentligt bidrag til landbrugets miljøbelastning med kvælstof, og for nogle foderafgrøder vil det derfor være relevant at udvikle sorter med et lavere proteinindhold.

En lang række indholdsstoffer i planter betegnes »anti-nutritionelle faktorer« (ANF), og de er uønskede, fordi de hæmmer optagelsen af mineraler (fytinsyre), nedsætter fordøjeligheden af protein (fx trypsin- og chymotrypsininhibitorer) eller smager dårligt.

Enmavede dyrs dårlige optagelse af fosfor fra foderet har resulteret i en op-hobning i landbrugsjorden og nødven-

diggjort tilsætning af uorganisk foderfosfat. Mængden kan reduceres, hvis der tilsættes fytase, men fosforfordøjeligheden er stadig ikke optimal. En genmodificeret hvede, som selv producerer fytase, er udviklet på Forskningscenter Flakkebjerg, og den kan være med til at løse landbrugets fosforproblem. Indholdet af nogle ANF kan reduceres ved konventionel forædling, men der er behov for yderligere forbedringer. Der er et stort potentiale i nye foderafgrøder med en balanceret aminosyresammensætning, øget biotilgængelighed af mineraler og et lavt indhold af ANF. Pris og ikke mindst forsyningssikkerhed er dog vigtige konkurrenceparametre.

I grupperne diskuterede vi bl.a. anvendelse af genmodificeret rajrgræs med bedre foderkvalitet som følge af forhøjet fruktan-indhold, udviklet af DLF Trifolium. Men dyrket rajrgræs kan nemt udveksle gener med vilde rajrgræsplanter, og der blev peget på behov for mere viden om de økologiske konsekvenser af dyrkning. For afgrødearter som byg og hvede vil risikoen for udveksling af gener med vilde arter være ringe under danske forhold.

Afgrøder til funktionelle fødevarer

Lars Ovesen fra Hjerteforeningen talte om humanernæring med særligt sigte på, hvilke indholdsstoffer i planter, der har betydning for forebyggelse af hjerte-kar-sygdomme.

Et højt indhold af fibre i kosten har en forebyggende effekt, og befolkningsun-

dersøgelser viser, at det er gavnligt at spise frugt, grønt og fuldkornsprodukter, idet risikoen for hjerte-karsygdomme nedsættes med 20-25 pct.

Der ses også en positiv effekt af et øget indtag af umættede fedtsyrer, og det er påvist, at risikoen for hjerte-karsygdomme næsten kan halveres ved at øge indtaget af alfa-linolensyre.

Nogle fedtsyrer som fx erucasyre er sundhedsskadelige, og med konventionelle forædlingsmetoder er der udviklet rapssorter med et lavt indhold af erucasyre. Der er udviklet en række olieafgrøder med ændret fedtsyresammensætning vha. genmodificering og konventionel forædling, men kun en enkelt er markedsført.

Planter indeholder mange forskellige typer indholdsstoffer, og det er meget vanskeligt at udpege præcist de stoffer, som har en gavnlige effekt. Dels er det vanskeligt at identificere og isolere de aktive stoffer, dels kan effekterne være betinget af samspil med flere stoffer. Det er en stor udfordring at udvikle funktionelle fødevarer. Det gælder uanset, om der anvendes konventionelle forædlingsmetoder eller genteknologi, men sidstnævnte vil have et stort potentiale som eksperimentelt værktøj, idet man kan regulere niveauet af specifikke planteindholdsstoffer.

Miljøvenlige GM-prydplanter af høj kvalitet

Kai Lønne Nielsen fra gartneriet Knud Jepsen A/S fortalte om virksomhedens forædlingsmål, nemlig at producere kalanchoë-potteplanter (»Brændende kærlighed«) med store blomster i klare farver og med en forbedret holdbarhed.

Svampe sygdomme er et stort problem, og vækstregulering af planterne er et andet omkostningstungt område. Det er vanskeligt at udvikle sorter, som både er lave og har de øvrige ønskede egenskaber vha. traditionel forædling. Knud Jepsen A/S ser et stort potentiale i at anvende genteknologi til at forbedre potteplanters egenskaber på tre områder: Svampesensitivitet, vækststørrelse og forlænget holdbarhed.

Dyrkning af potteplanter med sygdomsresistens, lang holdbarhed og uden





På workshoppen blev der taget hul på en vigtig diskussion, der forsøger at give en afbalanceret vurdering af fordele og risici ved at introducere nye afgrødeegenskaber i dansk planteproduktion. Fokus lå på fordele og risici ved konkrete afgrøder og ikke på en overordnet debat for eller imod genteknologi.

brug af retarderingsmidler vil være både ressourcebesparende og til fordel for arbejdsmiljøet. På KVL udvikles bl.a. transgen karpaterklokke (*Campanula*) med forlænget holdbarhed og kalanchoë med modificeret blomsterfarve.

Diskussionen gik nu på, om forbrugeren vil købe genmodificerede pottedplanter. Teknologirådets borgerjury var ikke afvisende over for genmodificerede pottedplanter, men konkluderede, at forbrugeraccept er tæt koblet til planternes nytteværdi og dyrkningens miljømæssige aspekter. Kai Lønne Nielsen understregede, at det er vigtigt for en producent at være åben og ærlig over for forbrugerne, og derfor skal planterne ikke kun mærkes med en angivelse af, at der er anvendt genteknologi, men også *hvorfor*. Hvis forbrugerne genkender GMO-mærkede pottedplanter som et miljøvenligt kvalitetsprodukt, kan GMO-mærket være en fordel i markedsføringen.

Under gruppearbejdet diskuterede man barrierer for godkendelse, produktion og eksport af genmodificerede pottedplanter. I risikovurderingen af en genmodificeret pottedplante skal man tage højde for, at planten eventuelt bliver placeret udendørs. Godkendelsesproceduren vil være meget omkostningstung, og den forventes derfor at være en væsentlig barriere for kommerciel dyrkning af GM-pottedplanter.

Fordele og risici ved dyrkning af juletræer med insektresistens blev også diskuteret. Insektangreb er et alvorligt problem i den danske produktion af nordmannsgran, og en art som alm. ædelgranlus kan forårsage alvorlige skader. I dag håndteres problemet ved brug af pesticider. Dagens nordmannsgraner stammer hovedsagelig fra frø, der er indsamlet i Kaukasus, og i det danske forædlingspro-

gram prøver man at identificere individer, som synes mindre følsomme over for insektangreb. Men med en generationstid på ca. 30 år er det en langvarig affære at forædle sig frem til specifikke egenskaber, og derfor er gensplejsning og kloning i øjeblikket den eneste mulighed for at introducere insektresistens.

Lectin fra vintergæk har vist sig at have effekt specifikt på arter af bladlus, og lectingenet er med held indsat i andre plantearter for at inducere insektresistens. Man har ikke forsøgt at introducere insektresistens i nordmannsgran, men de nødvendige metoder for vævskultur og transformation er udviklet på Københavns Universitet.

Ved dyrkning af genetisk modificeret nordmannsgran skal det sikres, at træerne fældes, før de blomstrer, da den kan bestøve alm. ædelgran.

Genmodificerede afgrøder til industriel anvendelse

Ole Bandsholm Sørensen fra KMC fortalte om industriens ønsker til stivelseskartofler. KMC producerer stivelse, der fortrinsvis anvendes som ingrediens i fødevarerindustrien. Kartoffler indeholder to former for stivelse, amylose og amylopektin, som bidrager forskelligt til stivelsens funktionelle egenskaber. Kemisk modifikation af stivelse kræver input af kemikalier og vand, og hvis man kunne udvikle kartofler, hvor stivelsen allerede har de ønskede egenskaber, ville miljøbelastningen mindskes væsentligt. Det er meget vanskeligt at ændre sammensætningen af stivelse ved traditionel kartoffelforædling, og der er således et stort potentiale for GM-kartofler, hvor stivelsen er designet, så den svarer til industriens ønsker.

Stivelseskartofler med bedre dyrkningsmæssige egenskaber, især sygdomsresi-

stens, vil ligeledes kunne nedsætte pesticidforbruget i den lange vækstsæson.

På KVL arbejdes der med at udvikle genmodificerede kartofler med stivelse til særlige formål, og internationale virksomheder er også langt fremme med forskning. Den vigtigste strategi er at inaktivere nogle få af kartoffelens egne gener frem for at indsætte gener fra andre organismer.

Internationalt arbejdes der på at udvikle skimmelresistens ved at indsætte resistensgener fra en vild slægtning til kartoffel. De samme resistensgener vil kunne overføres vha. krydsning, men forædlingsprocessen vil vare omkring 30 år. Både GM-kartofler med modificeret stivelse og skimmelresistente GM-kartofler er testet i markforsøg, og firmaet Svalöv/Weibull-BASF har indsendt ansøgning til EU om markedsføring og kommerciel dyrkning af en GM-sort med et højt indhold af amylopektin.

Ifølge Ole Bandsholm Sørensen vil det være meget vanskeligt at sælge modificeret stivelse fra GM-kartofler til fødevarerindustrien, og KMC har derfor ingen planer om at anvende genetisk modificerede stivelseskartofler i deres produktion.

Perspektiver

Mulighederne for at frembringe nye egenskaber vha. genteknologi rækker væsentligt længere end til herbicidtolerance og Bt-insektresistens. Mange nye GM-afgrøder er under udvikling, og en del af dem er tæt på markedsføring. Der er brug for en afbalanceret og helhedsorienteret vurdering af, hvilke nye afgrødeegenskaber, der er behov for under danske forhold. Dialog på tværs af faggrænser er nødvendig for at finde frem til, hvordan genteknologi kan anvendes til størst mulig gavn og med mindst mulig risiko.

Projektforsker Inga C. Bach, projektseniorforsker Kathrine Hauge Madsen og forskningsleder Preben Bach Holm er alle ansat ved Danmarks JordbrugsForskning, Forskningscenter Flakkebjerg, mens seniorforsker Christian Damgaard er ansat ved Danmarks Miljøundersøgelser, Silkeborg.