ØKOLOGISK RISIKOVURDERING AF GENMODIFICEREDE PLANTER I 2009

Rapport over behandlede forsøgsudsætninger og markedsføringssager

Faglig rapport fra DMU nr. 798 2010

DANMARKS MILJØUNDERSØGELSER
AARHUS UNIVERSITET

[Tom side]

ØKOLOGISK RISIKOVURDERING AF GENMODIFICEREDE PLANTER I 2009

Rapport over behandlede forsøgsudsætninger og markedsføringssager

Faglig rapport fra DMU nr. 798 2010

Gösta Kjellsson
Christian Damgaard
Morten Strandberg
Jesper Givskov Sørensen
Paul Henning Krogh

DANMARKS MILJØUNDERSØGELSER
AARHUS UNIVERSITET

Datablad

Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU nr. 798
Titel:	Økologisk risikovurdering af genmodificerede planter i 2009
Undertitel:	Rapport over behandlede forsøgsudsætninger og markedsføringssager
Forfattere:	Gösta Kjellsson, Christian Damgaard, Morten Strandberg, Jesper Givskov Sørensen, Paul Henning Krogh
Afdeling:	Afdeling for Terrestrisk Økologi
Udgiver:	Danmarks Miljøundersøgelser© Aarhus Universitet
URL:	http://www.dmu.dk
Udgivelsesår:	November 2010
Redaktion afsluttet:	Oktober 2010
Faglig kommentering:	Christian Kjær, Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet
Finansiel støtte:	Ingen ekstern finansiering
Bedes citeret:	Kjellsson, G., Damgaard, C., Strandberg, M., Sørensen, J.G. & Krogh, P.H., 2010: Økologisk risikovurdering af genmodificerede planter i 2009. Rapport over behandlede forsøgsudsætninger og markedsføringssager. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, 46 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 798, http://www.dmu.dk/Pub/FR798.pdf

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

Sammenfatning: Rapporten giver en oversigt over DMU's arbejde med økologisk risikovurdering af genmodificerede planter (GMP) i 2009. Arbejdet understøtter Miljøstyrelsens myndighedsopgave vedrørende økologiske effekter og konsekvenser af GMP. Der var 121 nye forsøgsudsætninger i EU med kun 9 forskellige plantearter i 2009. De fleste var herbicidtolerante (81 %) eller insektresistente (60 %). Antibiotikaresistensmarkører indgik kun i 13 % af forsøgsplanterne mod 16 % i 2008. I Danmark var der tre nye markforsøg med glyfosattolerant NK603-majs samt fire fortsatte forsøgsudsætninger. Desuden var der to fortsatte forsøg med glyfosattolerant GA21-majs. Der var kun syv nye markedsføringsansøgninger i EU i 2009: To herbicidtolerante majs, fire insekt- og herbicidtolerante majs samt en herbicidtolerant sukkerroe. Tre af majssagerne og én sukkerroe inkluderede dyrkning, hvor DMU foreslog konkrete overvågningstiltag. DMU konkluderede i alle sagerne, at der ikke forventes uønskede økologiske konsekvenser, dog under forudsætning af overvågning i sager med dyrkning. DMU besvarede også 24 forespørgsler fra Miljøstyrelsen om bl.a. lokale forbud og revurdering i flere af medlemslandene mod Bt11- og MON810-majs. Desuden kommentarer bl.a. vedr. antibiotika-resistensmarkører, nye afrapporteringsformater og ændret praksis vedr. registrering i databaser. På verdensplan blev der i 2009 dyrket ca. 134 mil. ha GM-afgrøder af Bt- og HT-majs, HT-sojabønne, Bt/HT-bomuld og HT-raps. I EU blev der kun dyrket Bt-majs MON810 på 94.760 ha i nu kun seks lande hvor de største arealer fandtes i Spanien mens der ikke var nogen GM-dyrkning i Frankrig og Tyskland.

Emneord:	Genmodificerede planter, GMP, økologisk risikovurdering, forsøgsudsætning, markedsføring.
Layout:	Charlotte Kler
Forsidefoto:	Sukkerroe, Falster, Gösta Kjellsson
Illustrationer:	Grafisk værksted, DMU Silkeborg
ISBN:	978-87-7073-195-9
ISSN (elektronisk):	1600-0048
Sideantal:	46
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) på DMU's hjemmeside http://www.dmu.dk/Pub/FR798.pdf

Indhold

Indledning 5

1 Sammenfatning 6

2 Forsøgsudsætninger med genmodificerede planter 7

2.1 Registrering og vurdering af udenlandske forsøgsudsætninger 8
2.2 Oversigt over forsøgsudsætninger af GMP i 2009 8
2.3 Risikovurdering og kommentering af danske forsøgsudsætninger 13

3 Markedsføring af genmodificerede planter i EU 15

3.1 Risikovurdering af udenlandske markedsføringsansøgninger og kommentering af markedsførte GMP'er 15
3.2 Risikovurdering af danske markedsføringsansøgninger 21

4 Dyrkning af genmodificerede planter 22

4.1 Dyrkning af GM-afgrøder i EU og resten af Europa 24
4.2 Begrundelser for de nationale forbehold mod dyrkning af MON810 i de enkelte lande: 24

5 Muligheder for anvendelse af molekylær "Omics" teknologi i risikovurderingen af GMO. 26

5.1 Introduktion 26
5.2 Hvad kan "Omics"-teknologierne? 26
5.3 Begrænsninger ved "Omics"-teknologien 27
5.4 Konklusioner 27
5.5 Referencer 28

6 Øvrig forskning og rådgivning i risici og overvågning af effekter af GM-planter 29

7 Årets positive, sjove eller anderledes nyheder om GMO'er i 2009 30

8 Publikationer og referencer 43

DMU publikationer om GM-planter, risikovurdering og sameksistens i 2009 43
Øvrige referencer i teksten 43

Danmarks Miljøundersøgelser

Faglige rapporter fra DMU

[Tom side]

Indledning

Den økologiske risikovurdering af genetisk modificerede planter (GMP) og dyr varetages af Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) ved Aarhus Universitet, Afd. for Terrestrisk Økologi, Silkeborg. Arbejdsopgaverne omfatter kommentering og vurdering af danske og andre EU-landes markedsføringsansøgninger samt faglig rådgivning og støtte til Miljøstyrelsen og Miljøministeriet. Desuden indgår dansk og international kommunikation omkring udsætninger samt deltagelse i relevante EU-sammenhænge. Den økologiske risikovurdering af GMP fra DMU indgår sammen med den landbrugsmæssige og den sundhedsmæssige risikovurdering, der udføres af hhv. Plantedirektoratet og DTU Fødevareinstituttet, i den samlede miljømæssige risikovurdering, der foretages af Miljøstyrelsen.

Myndighedsbetjeningen er baseret på forskning og udføres af en gruppe forskere med bred faglig viden inden for bl.a. bioteknologisk udvikling, planteøkologi og genetik.

Rapporten er inddelt i otte afsnit, der beskriver de aktuelle tendenser for risikovurderingen og anvendelsen af genmodificerede planter i 2009: 1. Sammenfatning, 2. Plantearter, egenskaber og tendenser i forsøgsudsætninger, 3. Nye ansøgninger til markedsføring for import eller dyrkning samt principperne for risikovurderingen, 4. Oversigt over dyrkning af GMP globalt og i EU, 5. Præsentation af "omics"-teknologierne og deres muligheder for at blive anvendt i forbindelse med risikovurderingen af GMP, 6. Øvrig forskning i GM-risici, 7. Årets nyheder og 8. Publikationer og referencer.

1 Sammenfatning

Denne rapport giver en oversigt over DMU's arbejde med økologisk risikovurdering af genmodificerede planter (GMP) i 2009. DMU's aktiviteter på dette område er, foruden at foretage forskning, også at understøtte Miljøstyrelsens myndighedsopgave med ekspertise vedrørende risikovurdering af de økologiske effekter og konsekvenser af GMP. Desuden indgår faglig bistand til besvarelse af spørgsmål fra folketinget, ministeren og EU samt at deltage i relevante EU-sammenhænge vedr. GMP.

Før en ny GMP kan godkendes til dyrkning, skal dens egenskaber først være testet i markforsøg, de såkaldte forsøgsudsætninger. I 2009 blev der i EU foretaget i alt 121 nye forsøgsudsætninger med ni forskellige plantearter. De fleste forsøg var som i tidligere år med majs (75 %), efterfulgt af kartoffel (12 %), bomuld (4 %) og sukkerroe (3 %). De fleste af planterne var genmodificerede til herbicidtolerance og/eller insektresistens. Antibiotikaresistensmarkører indgik i 13 % af forsøgsplanterne. I Danmark var der tre nye forsøgsudsætninger med den glyfosattolerante NK603-majs og fire fortsatte forsøg med NK603-majsen. Der var desuden to fortsatte forsøg med glyfosattolerant GA-21 GM-majs.

DMU´s risikovurdering foretages efter en analyse af de mulige konsekvenser af de ændrede egenskaber hos GM-planten. Risikoen for en uønsket miljømæssig effekt vurderes som de miljømæssige konsekvenser x sandsynligheden for at den uønskede hændelse vil ske. Der var kun syv nye ansøgninger om markedsføring i EU i 2009 sammenlignet med 27 anmeldelser i 2008. Fire af disse anmeldelser var til import og dyrkning: To insektresistente og herbicidtolerante Bt-majs, én herbicidtolerant majs og en herbicidtolerant sukkerroe. Resten af anmeldelserne, én herbicidtolerant majs og to insektresistente og herbicidtolerante majs var kun til import og videreforarbejdning. Tilbagegangen i antal nye markedsføringssager er en konsekvens af de nationale forbud mod GM-afgrøder i bl.a. Frankrig, Tyskland, Østrig og Ungarn.

DMU's kommentarer til risikovurderingerne drejede sig især om uønskede økologiske effekter og betingelserne for overvågning. De 24 forespørgsler fra MST inkluderede spørgsmål til nye eller tidligere markedsføringssager bl.a. om: Ungarns, Frankrig, Tyskland og Grækenlands indsigelser og forbud mod dyrkning af MON810-majs, indsigelser mod godkendelse af Bt-11 og 1507-majs til dyrkning, antibiotikaresistensmarkører og deres eventuelle uønskede konsekvenser, risikohåndtering af GA-21 og NK603-majs samt om protoplastfusion.

På verdensplan blev der i 2009 dyrket i alt ca. 134 mil. ha GM-afgrøder, hvoraf 99 % bestod af Bt- og Herbicid Tolerant (HT) majs, HT-sojabønne, Bt- og HT-bomuld samt HT-raps. I EU blev der dyrket Bt-majs af linjen MON810 i Spanien (76.057 ha), Tjekkiet (6.480 ha), Portugal (5.094 ha), Slovakiet (875 ha), Rumænien (3.344 ha), og i og Polen (ca. 3.000 ha), men ingen i Frankrig og Tyskland, hvor der tidligere var dyrkning.

2 Forsøgsudsætninger med genmodificerede planter

Hovedreglen i den trinvise godkendelsesproces er, at den genmodificerede plante kan blive forsøgsudsat til dyrkning i marken, hvis indeslutte de laboratorie- og væksthusforsøg har givet sikkerhedsmæssigt og dyrkningsmæssigt tilfredsstillende resultater. Det ansøgende biotekfirma eller universitet er selv ansvarlig for gennemførslen af forsøgsudsætningerne og indsamling af de relevante data, enten selvstændigt eller som oftest i samarbejde med de involverede landmænd og uafhængige forskere. Ved forsøgsudsætningerne kan forskellige dyrkningsmæssige og miljømæssige spørgsmål blive afklaret og danne grundlag for en eventuel senere ansøgning om markedsføring til dyrkning og/eller eksport af frø eller forarbejdet materiale fra GM-planten.

Der har pr. 30/12 2009 været i alt 2473 ansøgninger om forsøgsudsætning i EU med mere end 80 forskellige plantearter og krydsninger (http://gmoinfo.jrc.ec.europa.eu/gmp_browse.aspx og http://mbg.jrc.ec.europa.eu/deliberate/gmo.asp). Hver ansøgning om forsøgsudsætning kan indeholde et eller flere markforsøg. I Danmark har der i perioden 1990-2009 været i alt 52 ansøgninger om forsøg med foder- og sukkerroer (126 marker), kartoffel (18 marker), raps (12 marker), majs (13 marker), GM-rajgræs (1 mark) og GM-gåsemad til detektion af landminer (1 mark). Der var i alt 121 nye forsøgsudsætninger i 2009 (Tabel 2.1).

Tabel 2.1. Oversigt over genmodificerede plantearter i nye EU forsøgsudsætninger 01.01 – 31.12. 2009.

Art	Antal ansøgninger
Majs (*Zea mays*)	91
Kartoffel (*Solanum tuberosum*)	14
Bomuld (*Gossypium hirsutum*)	5
Sukkerroe (*Beta vulgaris var.saccharifera*)	4
Byg (*Hordeum vulgare*)	2
Raps (*Brassica napus*)	2
Petunia (*Petunia petunia x P. hybrida*)	1
Poppel (*Populus alba* x *tremula, P. deltoides*)	1
Gåsemad (*Arabidopsis thaliana*)	1
I alt	121

2.1 Registrering og vurdering af udenlandske forsøgsudsætninger

Ansøgningerne om nye forsøgsudsætninger fra biotek-firmaer eller forskningsinstitutioner bliver fremsendt i summarisk form som et Summary Notification and Information Format (SNIF). Foruden specifikke informationer om formålet med forsøget og anmelderen, indeholder anmeldelserne oplysninger om GM-plantens systematik, dyrkningssort, reproduktion, krydsningsevne med vilde arter, spredningsevne og frøoverlevelse samt geografisk udbredelse af planten. Desuden indgår interaktioner med andre organismer samt evt. kendte toksiske effekter på andre organismer og økosystemer. Endelig indgår en beskrivelse af, hvordan forsøget kontrolleres, så spredning undgås (vha. afstandskrav m.m.) og efterfølgende destruktion af plantematerialet fra forsøgsmarken.

Forsøgsudsætningerne er som regel af begrænset arealomfang, og oftest er forsøgsbetingelserne allerede fastlagte. Da de danske kommentarer ikke har nogen formel indflydelse på forsøgene, vil Miljøstyrelsen kun undtagelsesvis sende kommentarer om SNIF'erne. Alle SNIF'er og medlemslandenes eventuelle bemærkninger er offentligt tilgængelige på JRC's hjemmeside (http://gmoinfo.jrc.ec.europa.eu/).

DMU har gennemgået og analyseret alle nye SNIF'er for 2009 (se afsnit 2.2., nedenfor). Desuden er der foretaget en vurdering baseret på Udsætningsdirektivet 2001/18/EF, som primært omhandler faktorer, der giver øget risiko for spredning samt uønskede økologiske effekter på miljøet. DMU udarbejder dog normalt kun notater om de nye danske forsøgsudsætninger, ikke forsøgsudsætninger i de øvrige EU-lande.

2.2 Oversigt over forsøgsudsætninger af GMP i 2009

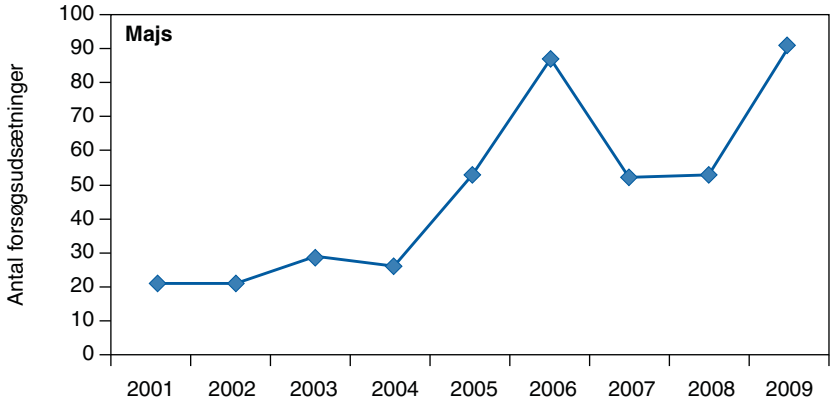
Der blev i perioden 01.01 til 31.12 2009 indhentet oplysninger fra i alt 121 nye Summary Notifications (SNIF) over planlagte eller igangværende udsætningsforsøg i EU. I 2007 og 2008 blev der til sammenligning modtaget henholdsvis 89 og 87 nye SNIF'er. De nye SNIF'er var i 2009 fordelt på følgende ansøgerlande: Spanien (59), Rumænien (21), Tjekkiet (9), Tyskland (9), Slovakiet (5), Danmark (4), Frankrig (4), Sverige (4), Polen (2), Finland (1), Island (1), Portugal (1) og Ungarn (1). Specielt bemærkelsesværdig er det store antal forsøgsudsætninger i Rumænien, hvor der kun blev foretaget 9 forsøgsudsætninger i 2008 mod 21 i 2009. I 2007 var der dog 14 forsøgsudsætninger i Rumænien. Der var ikke forsøgsudsætninger i flere af de nyeste EU-lande i 2008. Der har desuden stadig ikke været forsøgsudsætninger i Bulgarien, Cypern, Slovenien og Estland (Tabel 2.2). Detaljerede oplysninger om forsøgsudsætningerne kan findes på: http://gmoinfo.jrc.ec.europa.eu/.

Tabel 2.2. Antal forsøgsudsætninger i de nye EU-lande i perioden 2004-2009. Bulgarien og Rumænien blev først medlemmer af EU i 2007.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Polen	1	2	3	1	3	2
Ungarn	0	13	9	7	2	1
Tjekkiet	0	1	6	3	3	9
Rumænien	-	-	-	14	9	21
Letland	0	0	1	0	0	0
Slovakiet	0	0	1	0	4	5
Litauen	0	0	0	1	0	0
Estland, Cypern og Slovenien	0	0	0	0	0	0
Bulgarien	-	-	-	0	0	0

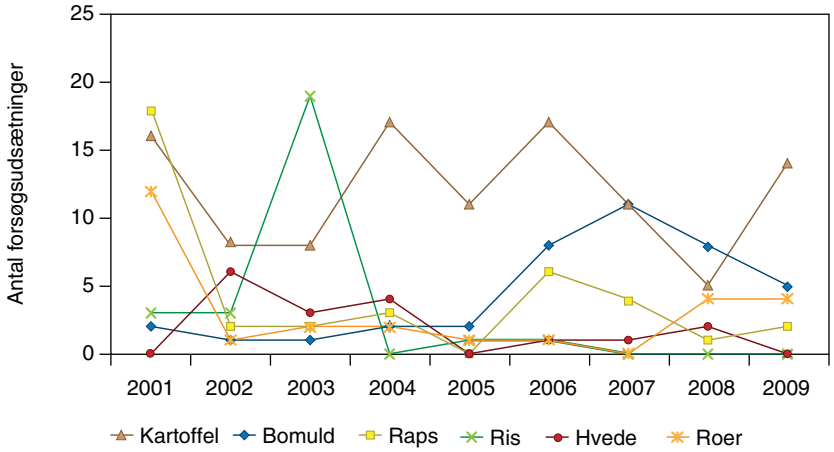
Det ses, at Polen, Ungarn og Tjekkiet har været de lande, som hurtigst og i størst omfang har påbegyndt forsøg med GM-planter efter medlemsskabet af EU i 2004 (Tabel 2.2). Rumænien, der først blev medlem i 2007, har i de efterfølgende år haft et stort antal forsøgsudsætninger. Tre østeuropæiske lande med Bulgarien samt Cypern har endnu ikke haft forsøgsudsætninger.

En oversigt over de ni genmodificerede plantearter, der indgik i forsøgsudsætninger, som blev startet i 2009, er vist i Tabel 1. Ligesom i tidligere år var majs også i 2009 den hyppigste forsøgsplante, der indgik i 75,2 % af forsøgene efterfulgt af kartoffel (11,6 %), bomuld (4,1 %) og sukkerroe (3,3 %). De øvrige fem plantearter udgjorde tilsammen kun 5,8 % af forsøgene. Der var sammenlignet med tidligere år betydelig færre plantearter involveret. Der var dog én ny planteart i 2009, haveplanten Petunia, som ikke tidligere har været på den samlede planteliste med forsøgsudsætninger.



Figur 2.1. Ændringer i antallet af forsøgsudsætninger med genmodificeret majs i ansøgninger fra perioden 2001 til 2009.

Antallet af forsøgsudsætninger i EU med GM-majs steg kraftigt igen i 2009 fra lavere værdier i de to foregående år til et foreløbigt rekordår (Figur 2.1). Der var også stigning i antallet af forsøgsudsætninger med kartoffel i 2009, hvor forsøgsantallet har varieret meget i hele perioden 2001-2009 (Figur 2.2). Raps viste en lille øgning til to forsøgsudsætninger i 2009. Der var ligesom sidste år fire forsøgsudsætninger med roer, som ellers er aftaget markant efter 2001. Der var ingen nye forsøgsudsætninger med hvede i 2009, og der har været få i de seneste fire år, men dog med to nye forsøg i 2008. Der var også en nedgang i antal forsøgsudsætninger med bomuld i forhold til de foregående tre år (Figur 2.2). Forsøgene med ris er ophørt efter 2006, men har bortset fra et enkelt år altid været fåtallige.



Figur 2.2. Ændringer i antallet af forsøgsudsætninger af de 6 almindeligste genmodificerede planter (- majs) i ansøgninger fra perioden 2001 til 2009.

Hovedparten (ca. 80 %) af anmeldelserne til forsøgsudsætning er fra biotek-firmaer eller fra fødevareindustrien. Hovedformålet er her oftest at undersøge de agronomiske egenskaber hos GM-planten såsom vækst og udbytte som basis for en sortsgodkendelse. En mindre del af anmeldelserne (ca. 8 %), hvoraf de fleste er fra universiteter eller andre forskningsinstitutioner, har ofte et grundvidenskabeligt og/eller miljømæssigt sigte. Det kan eksempelvis være effekter på bestøvningen af planten, effekter på ikke-målorganismer, forbedring af oliesammensætningen og interaktioner mellem GM-planten og jordorganismerne.

De anvendte genmodificerede egenskaber i de nye forsøgsudsætninger i 2009 er vist i Tabel 3. Hovedparten af planterne (81 %) er genmodificeret til herbicidtolerance, der primært har en landbrugsmæssig anvendelse ved ukrudtsbekæmpelse med herbicider. Herbicidtolerance-genet er dog ofte også anvendt som markør ved udviklingen af GM-planten. I forsøgsudsætningerne med herbicidtolerante planter var der 70 forsøgsanmeldelser med glyfosat mod kun 45 med glufosinat. En ikke ubetydelig andel af disse forsøgsanmeldelser (24 anmeldelser) var dog med planter, der både var tolerante over for glyfosat og glufosinat. Antallet af anmeldelser med herbicidet sulfonylurea var i 2009 reduceret til under det halve i forhold til niveauet i 2007 og 2008, mens antallet af forsøgsudsætninger med imidazolinon var steget lidt fra sidste år til fire anmeldelser. Andelen af insektresistente Bt-planter viste en klar stigning i forhold til sidste år og udgør nu 60 % af forsøgsudsætningerne sammenlignet med

kun 46 % i 2008 og 51 % i 2007. Forsøg med GM-planter med nye indholdsstoffer (overvejende kulhydrater) viste et lille fald i forhold til 2008 og udgør nu kun 9 % af forsøgsudsætningerne. Der var stigning i antallet af forsøg med GM-planter med andre ændrede planteegenskaber (7 %) som fx forbedret oliesammensætning, frost- og tørketolerance samt ændret fotosyntese og øget varmetolerance.

På grund af den usikkerhed, der eksisterer om eventuel overførsel af resistente bakterier til dyr og mennesker, er det besluttet i EU at anvendelsen af antibiotikaresistensmarkører, der kan have uønskede virkninger på menneskers sundhed og miljøet, skal være udfaset i nye forsøgsudsætninger inden udgangen af 2008. Fra 2005 måtte de ikke anvendes i nye markedsføringssager. Anvendelsen af antibiotikaresistensmarkører indgik i 12 % af forsøgsplanterne i 2009, hvilket er 4 % mindre end i 2008. Anvendelsen af herbicidtolerance (inklusiv anvendelse som markør) viser en procentmæssig lille ændring fra 83 % i 2007, 77 % i 2008 til 80 % i 2009.

Godt 22 % af ansøgningerne til forsøgsudsætning omfattede planter med kun én genmodificeret egenskab, her helt overvejende glyfosattolerance (23 ud af 26 anmeldelser). Der var anmeldt en del krydsninger specielt mellem forskellige GM-majssorter. Således var 30 planter (svarende til ca. 25 % af anmeldelserne) tosorts-krydsninger, 7 planter var krydsninger mellem tre sorter (6 %) og 6 planter (svarende til 4 %) var krydsninger mellem fire forskellige GM-majssorter.

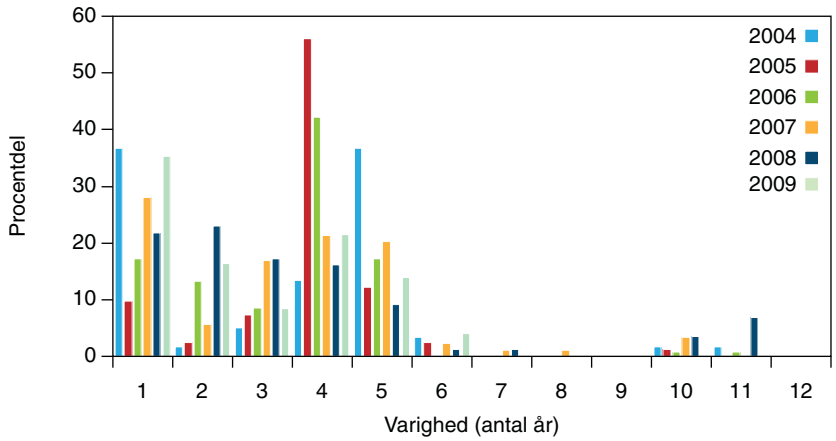
Mange af forsøgsplanterne indeholdt dog i sig selv en kombination af flere forskellige egenskaber (”stacked traits”). Når disse egenskaber indgår i krydsninger mellem to, tre eller flere GM-majssorter, kan antallet af genmodificerede egenskaber i den enkelte GM-plante blive endnu større.

Der har været en tendens til, at antallet af egenskaber i GM-planterne er øget i de seneste fem år. Den almindeligste kombination var dog som i tidligere år herbicidtolerance og insektresistens (25 forsøg svarende til ca. 21 % af planterne).

Tabel 2.3. Genmodificerede egenskaber hos planter i nye EU-forsøgsudsætninger 1.01. – 31.12. 2009. Da de fleste af forsøgsplanterne havde mere end én genmodificeret egenskab, er summen af procentandelene større end 100.

Indsatte eller ændrede egenskaber	Antal ansøgninger	Procentdel af forsøgsud-sætninger
Herbicidtolerance		81
Glyfosat	70	
Glufosinat	45	
Imidazolinon	4	
Phosphinothricin	1	
Sulfonylurea	5	
Antibiotika-resistensmarkører		13
Kanamycin	12	
Hygromycin	1	
Neomycin	1	
Streptomycin	1	
Metabolske markører, m.m.		12
Mannose-tolerance	14	
Fluorescens	1	
Indholdsstoffer		9
Kulhydrater, stivelse	9	
Proteiner, aminosyrer	1	
Andet (plastik polymer)	1	
Insekt-resistens, etc.:		60
Bt-toksiner	73	
Patogen-resistens:		2
Svampe	2	
Virus	1	
Ændrede planteegenskaber		7
Forbedret oliesammensætning	2	
Frosttolerance	1	
Tørketolerance	1	
Ændret fotosyntese	1	
Øget vækst	3	
Øget varmetolerance	1	

Hovedparten af forsøgsudsætningerne i de seneste seks år havde en varighed på mellem et og fem år. Der har dog været særlig mange forsøgsudsætninger af et, fire eller fem års varighed (Figur 2.3). Enkelte godkendelser er givet med op til 10 eller flere års varighed. Den længere varighed af forsøgene stiller øgede krav til tilsyn og revurdering for de lokale myndigheder. Selv om det ikke er formålet i alle forsøg, vil en længere forsøgsperiode give bedre mulighed for at kunne påvise eventuelle uønskede miljøeffekter inden markedsføringen.



Figur 2.3. Varigheden af forsøgsudsætninger af GMP i nye ansøgninger fra perioden 2004 til 2009.

2.3 Risikovurdering og kommentering af danske forsøgsudsætninger

Når Danmark er ansøgerland, er kravene til behandling af sagerne udvidet i forhold til kommenteringen af udenlandske forsøgsudsætninger bl.a. med indhentning af yderligere oplysninger, muligheder for krav om miljørelevante undersøgelser og krav til indeslutning og efterbehandling af forsøgsarealer. I 2009 var der som tidligere flere nye anmeldelser om forsøgsudsætninger af GMP'er i Danmark.
http://www.mst.dk/Virksomhed_og_myndighed/Genteknologi/Fors%C3%B8gsuds%C3%A6tning/Register+over+fors%C3%B8gsuds%C3%A6tninger/Godkendte+fors%C3%B8gsuds%C3%A6tninger+i+Danmark/

1. Tre nye forsøgsudsætninger af den glyfosattolerante NK603-majs ved Skælskør, Års og Varde.

2. Fortsatte forsøgsudsætninger af den glyfosattolerante NK603-majs ved Horsens, Brønderslev, Skejby og Forskningscenter Flakkebjerg. Forsøgenes hovedformål er at sammenligne de landbrugsmæssige aspekter af dyrkningen med herbicidtolerante afgrøder med konventionel dyrkning med herbicidanvendelse. Forsøgsudsætningerne forventes afsluttet i 2011.

3. To fortsatte forsøgsudsætninger ved Holsted og Middelfart af GA-21-majsen, der er glyfosattolerant. Forsøgsudsætningerne forventes afsluttet i 2012.

Tidligere forsøg med den genmodificerede minesøgende gåsemad (*Arabidopsis thaliana*) fra ARESA på Militærets områder på Amager blev afsluttet i 2007. Forsøgsarealerne skal dog fortsat varmebehandles og overvåges for evt. spirede frø.

De danske indstillinger til årets nye og tidligere forsøgsudsætninger kan ses på Miljøstyrelsens hjemmeside:
http://www.mst.dk/Virksomhed_og_myndighed/Genteknologi/Fors%C3%B8gsuds%C3%A6tning/Register+over+fors%C3%B8gsuds%C3%

A6tninger/Godkendte+fors%C3%B8gsuds%C3%A6tninger+i+Danmark/.

I Sverige var der fire nye forsøgsudsætninger i 2009 med GM-planter, som eventuelt også vil kunne anvendes til dyrkning i Danmark: To nye forsøgsudsætninger med raps med forbedret oliesammensætning i frøene, én forsøgsudsætning med en hybridpoppel, der har en hurtigere vækst end almindelige popler samt en gåsemad med ændrede fotosynteseegenskaber. I Finland var der en ny forsøgsudsætning med en kartoffel, som er genmodificeret til øget indhold af stivelse.

3 Markedsføring af genmodificerede planter i EU

Når forsøgsudsætninger og sundhedsmæssige undersøgelser er gennemført, kan producenten indsende en ansøgning (anmeldelse) til det pågældende lands kompetente myndigheder om tilladelse til markedsføring i EU. Når en ansøgning om markedsføring til dyrkning af en GM-plante indsendes under udsætningsdirektivet (2001/18/EF), videresendes den efter vurdering, kommentering og justering til EU-kommissionen og de øvrige medlemslande for en endelig afgørelse. Når ansøgningen indsendes under Forordningen om GM-fødevarer og –foder, dvs. til import, bliver ansøgningen derimod videresendt til den Europæiske FødevareSikkerhedsAutoritet (EFSA), som gennemfører vurderingen. Herefter inddrages medlemslandene og EU-Kommissionen.

Alle sager bliver desuden sendt i offentlig høring, og Folketinget bliver orienteret. I princippet er materialet i sagen offentligt tilgængeligt, men ansøgeren har mulighed for at holde dele af ansøgningen fortrolig oftest af konkurrencemæssige hensyn. Myndighederne har dog altid fuld adgang til disse oplysninger, der også indgår i risikovurderingen.

3.1 Risikovurdering af udenlandske markedsføringsansøgninger og kommentering af markedsførte GMP'er

Når en ansøgning indsendes under udsætningsdirektivet, foretages risikovurderingen på grundlag af det fuldstændige dossier med oplysninger om GM-planten. Det består af en standardiseret markedsføringsansøgning fra firmaet med et omfattende bilagsmateriale, samt en kopi af den vurderingsrapport de kompetente myndigheder i ansøgerlandet har udarbejdet. Hvis ansøgningen er mangelfuld, kan der om nødvendigt indhentes yderligere oplysninger fra ansøgeren via EU-kommissionen. Risikovurderingen følger kravene i udsætningsdirektivet (2001/18/EF). Herunder foretages en vurdering af, om de foreslåede procedurer for mærkning, sporing og overvågning opfylder kravene i udsætningsdirektivet.

Langt de fleste ansøgninger om markedsføring indsendes under forordningen om genetisk modificerede fødevarer og foderstoffer, der varetages af den Europæiske Fødevaresikkerhedsautoritet (EFSA). Som led i denne risikovurdering konsulterer EFSA miljømyndighederne i de enkelte medlemslande. Den miljømæssige del af vurderingen i Danmark foretages af Miljøstyrelsen på baggrund af DMU's økologiske risikovurdering. Parallelt med dette foretager Plantedirektoratet den landbrugsmæssige risikovurdering og Fødevareinstituttet under DTU foretager en sundhedsmæssig vurdering af GM-planten.

Efter høring i alle EU-landene udarbejder EFSA en samlet indstilling til Kommissionen. Indstillingen vedr. sager der skal behandles under udsætningsdirektivet kan findes hos EFSA:
http://www.efsa.europa.eu/EFSA/ScientificPanels/gmo/efsa_locale-1178620753812_1211902602260.htm

En oversigt over tidligere godkendte eller ansøgte GMO'er til foder og fødevarer kan findes i GMO-databasen
(http://www.gmo-compass.org/eng/gmo/db/)

DMU's risikovurdering af markedsføringsansøgninger bliver udført efter et standardiseret koncept, der følger udsætningsdirektivet 2001/18/EF. Der indledes med et kort referat af oplysningerne i anmeldelsen vedr. anmelder, GM-planten og dens egenskaber samt anvendelsen, specielt om den skal dyrkes eller kun anvendes til forarbejdning til foder eller fødevarer. Derefter bliver den umodificerede plantes biologi grundigt beskrevet specielt vedr. anvendelse, sprednings- og overlevelsesevne. Derefter følger afsnit, der omhandler de genmodificerede egenskaber i GM-planten, som fx Bt-insektresistens virkemåde på målorganismerne og eventuelle effekter på ikke-målorganismer eller virkningen af herbicidet for en herbicidresistent plantes vedkommende. De specifikke oplysninger i anmeldelsen vedr. de indsatte transgener og deres ekspression gennemgås, og oplysninger om tidligere forsøgsudsætninger, markedsføring og dyrkning i EU eller globalt bliver anført. Anvendelsen af GM-planten (til dyrkning og/eller import og videreforarbejdning) og de håndteringsmæssige forholdsregler i anmeldelsen nævnes.

Når en anmeldelse bliver vurderet, indledes med en registrering af materialet og indhentning af informationer og konklusioner fra relevante tidligere sager. Dernæst gennemgås anmeldelsen for at se, om der er de nødvendige informationer vedrørende de genmodificerede egenskaber, plantens biologi og anvendelsen af GM-planten. Der skal også inkluderes oplysninger om de specifikke krav til mærkning og overvågning (inklusive detektionsmetode). På baggrund af gennemgangen af oplysningerne i markedsføringsanmeldelsen med bilag samt øvrige relevante referencer foretages derefter selve den økologiske risikovurdering.

Risikovurderingsprocessen foregår i tre trin:

1. Først identificeres de egenskaber ved GM-planten, som kan medføre uønskede effekter på miljøet som fx effekter på ikke-målorganismer eller muligheden for krydsninger med vilde slægtninge.

2. Dernæst vurderes de potentielle konsekvenser for miljøet. Et generelt eksempel er fx en insektresistent Bt-plante, hvor egenskaberne kan overføres til vilde slægtninge. Dette vil kunne medføre at de vilde planter ville blive mindre egnede som føde for planteædende insekter, og GM-planten ville måske være giftig for andre planteædende insekter end målorganismerne.

3. Til sidst estimeres sandsynligheden for, at de uønskede effekter vil forekomme. Dette giver størrelsen af den miljømæssige risiko for hver identificeret økologisk effekt:

Risiko = sandsynlighed x miljømæssige konsekvenser

Risikoen, der normalt ikke umiddelbart kan kvantificeres i tal, bliver karakteriseret efter forventet omfang efter skalaen: ingen, ubetydelig, lille, moderat eller stor risiko.

Hvis det er vurderet, at der er ingen eller kun en ubetydeligt lille risiko for, at dyrkning af GM-planten har uønskede konsekvenser på naturen, vil den normalt kunne godkendes til markedsføring under forudsætning af, at både den landbrugsmæssige og den sundhedsmæssige risikovurdering er positive.

Hvis GM-planten anvendes til dyrkning, skal marken og evt. de nærmeste omgivelser overvåges, fx for at undersøge om der sker uønskede virkninger på ikke-målorganismer (fx øget dødelighed hos planter og dyr) i marken eller de nærmeste omgivelser. Overvågningen gør det muligt at efterprøve, om risikovurderingens konklusioner var rigtige (specifik overvågning) samt at sikre en tidlig indgriben, hvis der skulle opstå uforudsete problemer (generel overvågning).

Resultaterne af DMU's økologiske risikovurdering sammenfattes i et konklusionsafsnit, hvor de vigtigste risici og begrundelser anføres sammen med eventuelle forslag til forebyggende indsatser som fx overvågning og særlige dyrkningsbetingelser. Samtidig kan DMU i givet fald anføre om yderligere oplysninger og flere videnskabelige undersøgelser er nødvendige.

I løbet af 2009 blev der anmeldt syv sager vedr. seks majs og én sukkerroe til markedsføringsgodkendelse i EU under EFSA-direktivet, der også inkluderer, at bestemmelserne i udsætningsdirektivet 2001/18/EF overholdes (Tabel 4). I modsætning til 2008 var der i 2009 ingen anmeldelser til fornyet godkendelse. Fire af anmeldelserne var til import og dyrkning samt evt. videreforarbejdning. Det drejede sig om tre majs og en sukkerroe: Den glyfosat-tolerante GA21-majs, den insektresistente og glyfosattolerante MON89034 x MON88017, den insektresistente og glyfosattolerante MON89034xNK603 og den glufosattolerante H7-1 sukkerroe. Resten af anmeldelserne, to HT- og Bt-majs-krydsninger og en HT-majs, drejede sig kun om import og videreforarbejdning til foder eller fødevarer.

Hovedkonklusionerne i DMU's økologiske risikovurderinger er vist i Tabel 4. Der var fire af sagerne, som omhandlede dyrkning. I disse sager foreslog DMU:

1) Herbicidtolerant majs GA21: Ved evt. dyrkning foreslås overvågning af effekter på ukrudtsfloraen og insektlivet i marken, her specielt sommerfuglene, som kan være forårsaget af ændringer i sprøjteregimet.

2) Insektresistent og herbicidtolerant majs-krydsning MON89034 x MON88017: Ved evt. dyrkning bør det specifikt overvåges, om der er uønskede effekter på ukrudtsfloraen og insektlivet, her specielt sommerfugle-faunaen i markranden samt effekter af ændringer i sprøjteregimet i marken.

3) Insektresistent og herbicidtolerant majs-krydsning MON-89034 x NK603: Der forventes ikke nogen væsentlige uønskede økologiske konsekvenser for dyre- og planteliv ved markedsføring af den genmodificerede MON89034 x NK603-majs til import og anvendelse til dyrkning. DMU foreslår dog, at der ved dyrkning foretages en specifik overvågning af eventuelle effekter på ukrudtsfloraen og insektlivet, her specielt sommerfugle-faunaen i markranden, samt effekter af ændringer i sprøjteregimet i marken.

4) Herbicidtolerant sukkerroe H7-1: Der er lille risiko for afledte virkninger som følge af den ændrede anvendelse af glyfosat sammenlignet med konventionel ukrudtsbekæmpelse. DMU foreslår derfor, at der udarbejdes et specifikt overvågningsprogram for at undersøge, om der sker langtids-ændringer af biodiversiteten i marken og specielt i markens randzoner som følge af den ændrede herbicidanvendelse ved dyrkning af H7-1 sukkerroen.

De danske indstillinger til nuværende eller tidligere anmeldelser til markedsføring under udsætningsdirektivet 2001/18/EF eller 1829/2003/EF kan findes på Folketingets hjemmeside:
http://www.ft.dk/Search.aspx?q=GMO&tab=0&seeAll=1&pageSize=196&pageNr=1.

Tabel 3.1. Risikovurdering af genmodificerede planter anmeldt til markedsføring i EU 2009 under direktiv 1829/2003/EF til EFSA[1], som inkluderer, at bestemmelserne i Udsætningsdirektivet 2001/18/EF overholdes. Forekomst af antibiotikaresistensmarkørgener er ikke medtaget i tabellen.

Planteart, genetisk event	Genmodificerede egenskaber	Notifikations-nr . ansøgerland [2]	Anvendelse	Økologisk risikovurdering, hovedkonklusioner[1]
Majs (*Zea mays*) GA21	Herbicidtolerant (glyfosat)	EFSA-GMO-UK-2008-60, Storbritannien	Import til videreforarbejdning til foder og fødevarer samt dyrkning	Ingen forventede uønskede økologiske konsekvenser ved import til foder og fødevarer. Ved dyrkning overvågning af eventuelle effekter på ukrudtsfloraen og insektlivet af ændringer i sprøjteregimet i marken
Majs (*Zea mays*) MON 89034 x MON88017	Insektresistent mod sommerfuglelarver og billelarver fra majsboreren og majsrodormen samt herbicid-tolerant (glyfosat)	EFSA-GMO-BE-2009-71, Belgien	Import af frø til produktion og dyrkning i EU	Ingen uønskede økologiske konsekvenser ved import til foder og fødevarer. Ved dyrkning overvågning af eventuelle effekter på ukrudtsfloraen og insektlivet (specielt sommerfugle-faunaen) af ændringer i sprøjteregimet i marken.
Majs (*Zea mays*) MON89034 x 1507 x NK603	Insektresistent mod sommerfuglelarver og billelarver fra majsboreren og majsrodormen samt herbicid-tolerant (glyfosat og glufosinat)	EFSA-GMO-NL-2009-65, Holland	Import af frø til videreforarbejdning til foder, men ikke dyrkning	Ingen uønskede økologiske konsekvenser da planten ikke skal anvendes til dyrkning og den ikke kan krydse med vilde arter eller etableres i naturen
Majs (*Zea mays*) 98140	Herbicidtolerant (glyfosat, sulfonylurea)	EFSA-GMO-UK-2008-53, Storbritannien	Import til videreforarbejdning til foder og fødevarer men ikke til dyrkning	Ingen uønskede økologiske konsekvenser da planten ikke skal anvendes til dyrkning og den ikke kan krydse med vilde arter eller etableres i naturen
Majs (*Zea mays*) (MON 89034 x 1507 x MON88017) x 59122 98140	Herbicidtolerant (glyfosat, glufosinat); insektresistent mod sommerfuglelarver og billelarver fra majsboreren og majsrodormen	EFSA-GMO-CZ-2008-62, Tjekkiet	Import til videreforarbejdning til foder og fødevarer men ikke dyrkning	Ingen uønskede økologiske konsekvenser da planten ikke skal anvendes til dyrkning og den ikke kan krydse med vilde arter eller etableres i naturen
Majs (*Zea mays*) (MON 89034 x NK603	Insektresistent mod sommerfuglelarver fra majsboreren samt herbicid-tolerant (glyfosat)	EFSA-GMO-NL-2009-72, Holland	Import af frø til produktion og dyrkning i EU	Ingen uønskede økologiske konsekvenser ved import til foder og fødevarer. Ved dyrkning overvågning af eventuelle effekter på ukrudtsfloraen og insektlivet, specielt sommerfugle-faunaen af ændringer i sprøjteregimet i marken.
Sukkerroe (*Beta vulgaris ssp. vulgaris*) H7-1	Herbicidtolerant (glyfosat)	EFSA-GMO-DE-2008-63, Tyskland	Import af frø til dyrkning samt til forarbejdning til foder og fødevarer	En lille risiko for uønskede virkninger på biodiversiteten ved anvendelse af glyfosatherbicider. Et specifikt overvågningsprogram bør anvendes for at undersøge om der sker langtids-ændringer specielt i markens randzoner som følge af herbicidanvendelsen

[1]: Anmeldelserne med nye markedsføringssager til det Europæiske FødevareSikkerhedsAutoritet (EFSA) er ikke generelt tilgængelige men adgang kræver nu en speciel kompetence-godkendelse.

Der er i perioden fremkommet nye oplysninger til flere af de afventende markedsføringssager, forsøgsudsætninger og andre dokumenter. DMU har derfor fremsendt kommentarer til Miljøstyrelsen på i alt 24 henvendelser bl.a. vedrørende:

- Kommentarer til Ungarns ønske om et midlertidigt forbud mod brug og salg i Ungarn af genmodificeret MON810-majs.

- Vurdering at de danske forbehold vedrørende reduceret eksponering og overvågning af uønskede miljøeffekter specielt på sommerfuglefaunaen vil blive tilfredsstillende belyst med Rådets beslutningsforslag. DMU har derfor ingen væsentlige indsigelser mod godkendelse af de genmodificerede Bt11- og 1507-majs til dyrkning i EU.

- Tre kommentarer til den herbicidtolerante og insektresistente Bt-11-majs vedr. langsigtet specifik overvågning af jordbundsorganismerne i markerne og mangel på præcise krav til indsamling og analyse af datamaterialet. Herunder kritik af anvendelse af "farmer questionaires" til den miljømæssige risikovurdering.

- Kommentarer til de supplerende oplysninger vedr. Ungarns benyttelse af sikkerhedsklausulen på MON810 samt opfølgning på tidligere udtalelser i sagen.

- Kommentarer til Frankrig og Grækenlands indsigelser mod anvendelsen af MON810.

- To kommentarer ang. Spørgsmål 421 vedr. Tysklands begrundelse for forbud mod dyrkning af MON810-majs

- Opfølgende kommentarer til medlemslandenes indsigelser vedr. evt. interaktioner mellem GMO- og pesticidlovgivningen.

- Kommentarer til nyt format og retningslinjer for afrapportering af monitering.

- Kommentarer vedr. og antibiotikaresistens-markører med den generelle vurdering at der foreløbig ikke foreligger nogen oplysninger der tyder på uønskede konsekvenser for miljøet af antibiotikaresistens-markørgener (ARM).

- Forespørgsel vedr. protoplast fusion af en cikoriecelle (*Cichorium intybus*) og en solsikkecelle (*Helianthus annuus*), og om de skal betragtes som værende genetisk modificeret.

- To kommentarer til spørgeskema fra Kommissionen vedr. evaluering af EU GMO-lovgivning (dyrkning).

- Kommentarer vedr. en henvendelse fra den franske repræsentation i Bruxelles med et udkast til en henvendelse til Kommissionen vedrørende revurderingen af MON 810 dyrkning samt levering af relevant baggrundsmateriale.

- To kommentarer vedr. IAASTD-rapporten, som har haft som formål at vurdere betydningen af tidligere, nuværende og fremtidig land-

brugsmæssig erfaring, videnskab og teknologi for nedbringelse af fattigdom, sult, forbedring af levevilkårene for landbrugere, forbedring af folkesundhed, samt bæredygtig udvikling med hensyn til miljø, økonomi og lige muligheder.

- Kommentarer vedr. ændret høsttidspunkt og efterbehandling af markerne med GA-21 og NK603-majsen.

- Kommentarer vedr. ændret praksis for EFSA's GMO-extranet med hensyn til annonceringen af valide ansøgninger.

De kommenterede sager er alle registreret i en DMU-database over markedsføring og andre forespørgsler.

3.2 Risikovurdering af danske markedsføringsansøgninger

Vurderingen foretages på grundlag af det fuldstændige dossier med alle oplysninger om GM-planten efter samme principper, som beskrevet under de udenlandske markedsføringsansøgninger (se side 15). Der kan om nødvendigt indhentes yderligere oplysninger fra ansøgeren. Der har i 2009 ligesom i de tre foregående år ikke været nogen nye danske markedsføringssager til vurdering.

4 Dyrkning af genmodificerede planter

De dyrkede arealer med GM-planter viste igen i 2009 en fortsat jævn stigning på verdensplan til i alt ca. 134 mil. ha. fra 125 mil. ha. i 2008 og 114 mil ha. i 2007.

Der blev dyrket GM-afgrøder i 25 lande i 2009, hvilket er det samme antal som sidste år. Der er således ingen nye dyrkningslande med GM-planter i år. 80 % af dyrkningsarealerne med GM-afgrøder findes i USA, Argentina og Brasilien (James 2009). Andre vigtige dyrkningslande er Indien, Canada, Kina, Paraguay og Sydafrika med samlet mere end 18 % af dyrkningsarealerne (Tabel 4.1).

Det samlede areal af GM-afgrøder udgjorde i 2009 ca. 134 mil. ha, hvilket er en 7 % stigning fra sidste år. Det forventes, at der vil være mellem 100 til 200 mil. ha med GM-afgrøder i 2015 (James 2009). Der er ingen ændringer i rækkefølgen af de vigtigste GM-dyrkningslande set i forhold til dyrkningsarealerne. Der har dog i de senere år været en kraftig stigning af dyrkningsarealet specielt i Brasilien og Indien.

Tabel 4.1. Arealer med GM-afgrøder i de tolv vigtigste dyrkningslande i 2009. Afgrøder med de største arealer er nævnt først. (Kilde: James 2009).

Land	Areal (mil. ha)	GM-afgrøder
USA	64,0	Sojabønne, majs, bomuld, raps, squash, papaja, lucerne, sukkerroe
Argentina	21,3	Sojabønne, majs, bomuld
Brasilien	21,4	Sojabønne, majs, bomuld
Canada	8,2	Raps, majs, sojabønne, sukkerroe
Indien	8,4	Bomuld
Kina	3,7	Bomuld, tomat, popler, papaja, peberfrugt
Paraguay	2,2	Sojabønne
Sydafrika	2,1	Majs, sojabønne, bomuld
Uruguay	0,8	Sojabønne, majs
Bolivia	0,8	Sojabønne
Filippinerne	0,5	Majs
Australien	0,2	Bomuld, raps
Øvrige (13 lande)	0,3	Majs, bomuld, sojabønne

Mere end 99 % af GM-afgrøderne bestod i 2009 af: Sojabønne, bomuld, majs og raps (Tabel 4.2). Det samlede areal af GM-afgrøder udgjorde i 2009 ca. 134 mil. ha. Det må formentlig stadig forventes, at der vil være mindst 200 mil. ha med GM-afgrøder i 2015 (James 2008).

Tabel 4.2. GM-andelen af de fire globalt vigtigste afgrøder i 2009 (Kilde: James 2009).

Afgrøde	Globalt areal (mil. ha.)	GM areal (mil. ha.)	GM-areal i % af det samlede globale dyrkningsareal
Sojabønne	90	69,2	77
Bomuld	33	16,1	49
Majs	158	41,7	26
Raps	31	6,4	21
Øvrige	- - -		- - -
Alle afgrøder	312	134,0	43

I de seneste år har der været en tydelig tendens til at den genmodificerede andel af to af de fire vigtigste dyrkede afgrøder, sojabønne og bomuld, er øget (Tabel 4.2). Til sammenligning var således kun 13 % af bomulden og 19 % af majsen genmodificeret i 2001 (James 2002). GM-raps har også haft en kraftig fremgang fra kun 5 % i 2001 til 21 % i 2009. For sojabønne har udviklingen været særlig hurtig, fra 63 % i 2001, 64 % i 2007, 70 % i 2008 og nu med endnu en stigning i 2009 til 77 % af sojabønne-dyrkningsarealet.

Hovedparten af de dyrkede GM-afgrøder i perioden fra 1997 til 2009 har været herbicidtolerante, som er langt den mest anvendte genmodificerede egenskab på verdensplan (Tabel 4.3). Der er dog tilsyneladende tendens til en faldende andel fra 2005-2009, som skyldes, at en øget andel af GM-planterne er blevet både herbicidtolerante og insektresistente. Således er 21 % af GM-afgrøderne i 2009 både herbicidtolerante og insektresistente. Andelen af GM-afgrøder, som kun er insektresistente, var desuden betydelig mindre i 2009 end i 1997.

Tabel 4.3. Egenskaber (i %) hos de globalt dyrkede GM-afgrøder i perioden 1997- 2009 (Kilde: James 1997, 2005, 2009).

Egenskab	1997	2005	2009
Herbicidtolerance (HT)	54	71	62
Insektresistens (IR)	31	18	16
HT + IR	< 1	11	21
Virusresistens / andet	14	< 1	< 1
Total	100	100	100

4.1 Dyrkning af GM-afgrøder i EU og resten af Europa

Der blev dyrket i alt 94.750 ha Bt-majs i seks lande i 2009, hvilket er en yderligere tilbagegang fra sidste år. Dette skyldes hovedsagelig, at der nu også i Tyskland, ligesom tidligere i Frankrig, blev udstedt et nationalt forbud mod GMP-dyrkning. Der blev dog stadig dyrket Bt-majs i seks EU-lande i 2009: Spanien, Tjekkiet, Portugal, Slovakiet, Rumænien og Polen (GMO Compass 2010). Det eneste land, der viser et øget areal, er Portugal (Tabel 4.4). De dyrkede GM-majs er alle af linjen MON810 krydset med forskellige andre dyrkningssorter, som dermed alle bliver resistente mod larveangreb fra sommerfuglen kornboreren. Der er fortsat en tendens til, at de samlede dyrkningsarealer med Bt-majs aftager i lighed med tendensen i de seneste år (Tabel 4.4). Dette skyldes bl.a. det tyske dyrkningsforbud samt at både Tjekkiet og Slovakiet har reduceret dyrkningsarealerne med MON810.

Tabel 4.4. Dyrkningsarealer (ha) i EU med Bt-majs i 2006, 2007, 2008 og 2009.
Kilde: GMO-Compass

Land	2006	2007	2008	2009
Spanien	53.667	75.148	79.269	76.057
Frankrig	5.000	21.147	-	-
Tjekkiet	1.290	5.000	8.380	6.480
Portugal	1.250	4.500	4.851	5.094
Tyskland	947	2.685	3.173	- **
Slovakiet	30	900	1.900	875
Rumænien	- *	350	7.146	3.344
Polen	100	320	3.000	3.000
I alt	62.284	110.050	107.725	94.750

* : I 2006 blev der dyrket ca. 90.000 ha GM-sojabønner i Rumænien, som på dette tidspunkt endnu ikke var medlem af EU.

** : Der blev udstedt et generelt forbud mod GM-dyrkning i Tyskland i 2009.

Der har i det forløbne år været intensive diskussioner i EU-landene, som har ført til en række lokale forbud mod GMO-dyrkning i de enkelte medlemslande. Således blev der iværksat et generelt forbud mod dyrkning af GMO i Frankrig og Tyskland og en række andre lande på baggrund af bl.a. indsigelser om sikkerheden for ikke-målorganismerne (se nedenfor). Dyrkningsarealerne må derfor igen forventes at blive mindre eller uændrede næste år i flere lande.

4.2 Begrundelser for de nationale forbehold mod dyrkning af MON810 i de enkelte lande:

Frankrig: Risiko for pollenspredning over lange afstande, toksiske effekter på regnorme, bænkebidere, nematoder og sommerfugle samt usikkerhed vedr. nedbrydning af Bt-toksinet.

Tyskland: Uønskede effekter på truede og fredede sommerfugle. Risiko for akkumulering af Bt-toksin i fødekæden, i jordbunden og i akvatiske økosystemer. Negative påvirkninger på

leddyr, biller og andre jordbundsorganismer samt vandlevende dyr såsom vårfluelarver og dafnier. Risiko for irreversible langtidsvirkninger på den økologiske ligevægt.

Østrig: Uønskede effekter på vandlevende organismer såsom vårfluelarver samt på regnorme, biller og sommerfugle. Desuden negative påvirkninger på forplantning hos mus.

Ungarn: Uønskede effekter på sommerfugle med forøget dødelighed af sommerfuglelarver af dagpåfugleøje nær Bt-markerne, langsom nedbrydning af Bt-toksinet i jorden, formindsket biologisk aktivitet i jord med stubrester med Bt-toksin.

Luxemburg: Uønskede effekter på ikke-målorganismerne mariehøns og sommerfugle.

Grækenland: Uønskede ændringer af landets fauna og biodiversitet, heri negative effekter af Bt-toksinet på overlevelsen af bikolonier.

EU-landenes stillingtagen og konklusioner er indhentet fra tidligere behandlede sager og andet materiale såsom meddelelser fra Kommissionen og fra GMO Compass.

Oplysninger og begrundelser for Komissionens beslutninger findes bl.a. på EFSA-sitene:
Frankrig: http://www.gmo-compass.org/eng/news/319.maize_mon_810_france_triggers_safeguard_clause.html
Grækenland: http://www.efsa.europa.eu/en/scdocs/doc/411.pdf
Østrig: http://www.efsa.europa.eu/en/scdocs/doc/78.pdf
Ungarn: http://www.efsa.europa.eu/en/scdocs/doc/228.pdf

Bortset fra de nationale forbud er kun den insektresistente MON810-majs fra Monsanto og den herbicidtolerante T25-majs fra Bayer tilladt til dyrkning i EU. Langt det meste af den genmodificerede majs anvendes til dyrefoder.

5 Muligheder for anvendelse af molekylær ”Omics” teknologi i risikovurderingen af GMO.

5.1 Introduktion

Den seneste udvikling indenfor molekylærbiologien muliggør indsamling af oplysninger via såkaldte ”Omics” teknologier, hvor der kan analyseres for tusindvis af funktionelle molekyler i løbet af kort tid. Det drejer sig her om metabolitter, proteiner, gener og genprodukter inkl. diverse former for RNA og mulighederne for anvendelse af disse teknologier i risikovurderingen af genmodificerede organismer (GMO).

I forbindelse med risikovurderingen af GM planter indgår der to essentielle indledende trin:

1. Det første trin består i en beskrivelse af eventuelle forskelle mellem konventionelle ikke-GM-planter og GM planter. Disse forskelle består dels af forskelle som følge af de ønskede/indsatte egenskaber og dels af utilsigtede effekter/ændringer af plantens egenskaber, som kunne ændre fx sprednings- og etableringsevne, stresstolerance, effekter på jordbundsfaunaen og ikke-målorganismer.
2. Det andet trin er at klarlægge, hvor forskellene kunne forårsage effekter. I dette trin skal sandsynligheden for uønskede effekter inddrages for senere at kunne estimere en samlet risiko ved anvendelsen af GMOén.

Trin 1 foregår fx via substantiel ækvivalens princippet, der bl.a. anvendes ved risikovurdering af fødevarer. Her sættes nogle grænser for, hvor meget en GMO i en komparativ analyse adskiller sig fra en række konventionelle velkendte sorter med en lang historie som sikre fødevarer, men også sikre for miljøet, dvs. uden væsentlige økologiske risici. Når en given analyse viser, at måle-parametrene holder sig inden for de grænser, som de kendte sorter varierer indenfor, dvs. ækvivalens grænserne, er dette er godt indicium på, at der ikke vil kunne opstå uønskede miljøeffekter. Således vil utilsigtede effekter ikke forventes, når der er væsentligt ækvivalens.

5.2 Hvad kan ”Omics”-teknologierne?

Omics teknologier (transcriptomics, proteomics, metabolomics) er kraftfulde molekylære teknologier, der tillader at hele organismers molekylære indhold på et bestemt niveau af biologisk organisation (fx, genekspression) kan blive beskrevet i en enkelt analyse. I takt med den teknologiske udvikling er disse teknikker blevet tilgængelige og et realistisk værktøj i studiet af flere og flere organismer. En komplet karakterisering af gen-ekspression, protein eller metabolit-variation og sammensætning vil også kunne bidrage til en analyse af forskelle mellem konventionelle og genmodificerede sorter og de potentielle effekter. (fx via substantiel

ækvivalens analyse). Dermed kan disse molekylære teknikker måske blive et værktøj til trin 1 delen af risikovurderingen af GMO.

5.3 Begrænsninger ved "Omics"-teknologien

Omics-teknikkerne vil dog ikke på nuværende tidspunkt alene kunne bidrage væsentligt og omkostningseffektivt i forhold til alternative eksisterende teknikker, bl.a. fordi de alle er deskriptive. Da teknikkerne oftest vil være meget sensitive vil komparative analyser af konventionelt og GM plantemateriale fra feltforsøg være behæftet med stor usikkerhed, da der let vil kunne detekteres forskelle som ikke er forårsaget af den genetiske modificering, men af mindre forskelle i håndtering, temperatur, næringsforhold osv. Opfølgende analyser og forsøg vil være påkrævet for at validere, hvilke forskelle der kan tilskrives effekten af GM og validering af ekstrapolation af resultater fra laboratorium til felt forhold.

Enhver effekt vil ikke kun manifestere sig i plantens gener og dens protein-ekspressionsniveau, men også i energireserver og metabolitter (nedbrydningsprodukter). Dog er den nuværende viden om sammenhængen mellem DNA variation, variation i gen-ekspression, protein-expression og metabolitter ikke tilstrækkelig stor til, at man sikkert vil kunne fortolke disse data fra en GM-plante. Således er det ikke utænkeligt, at undersøgelser på forskellige niveauer af biologisk variation vil komme frem til forskellige konklusioner vedrørende tilstedeværelse af ækvivalens mellem GM- og ikke GM-planter.

Forskelle i fx gen-ekspression eller protein-koncentration mellem planter kan opstå som følge af forskellige kompenserende reguleringsmekanismer eller som følge af forskelle i dynamikken fra DNA til dannelsen af de endelige genprodukter og deres effekter på fx metabolitter (Feder & Walser, 2005). Data skal derfor fortolkes med forsigtighed, da nogle gener, proteiner, metabolitter og processer kan blive overset pga. manglende tests på forskellige plantevæv eller pga. nedbrydning (Heckmann et al., 2010).

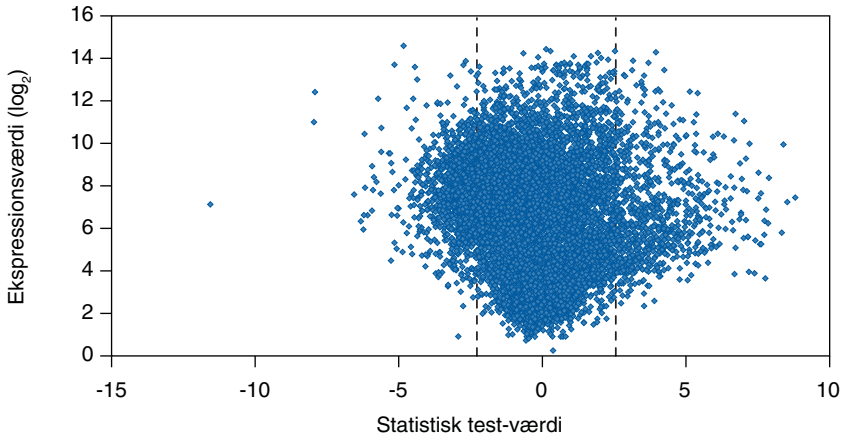
En primær forhindring for anvendelsen er fortolkningen af 'omics informationen og identificering af de relevante ekspressionsforskelle og oversætte disse informationer til brugbare effekter og forskelle, der er relevante i forbindelse med risikovurderingen (trin 2). Selv når relevante forskelle bliver detekteret og valideret (trin 1), vil det i mange tilfælde være for bekosteligt eller urealistisk at vurdere, hvilke økologiske effekter disse forskelle har. For langt de fleste organismer vil kun en lille andel af gener og proteiner være funktionelt identificeret eller beskrevet, og der er stor sandsynlighed for at ende med en liste af potentielt påvirkede gener, hvis funktion er ukendte og dermed ikke kan anvendes til at forbedre risikovurderingen.

5.4 Konklusioner

Den teknologiske udvikling har og vil fortsat stille flere og flere omics-værktøjer til rådighed for videnskaben. I nærmeste fremtid er det dog ikke realistisk at relativt uspecifikke 'omics teknologier vil erstatte mere specifikke (hypotese drevne) undersøgelser af gener og metabolitter med kendte eller delvis kendte egenskaber og de forskelle, der er direkte rela-

teret til de indsatte egenskaber i GMO'en (*intended effects*). Denne tilgang har dog den mangel, at man kun opnår information om de undersøgte og velkendte effekter. Her vil brugen af 'omics teknologierne være et brugbart supplement. Således kan 'omics teknikkerne måske indgå som en screeningsmetode, der kan påvise ukendte eller ikke forventede effekter. Sammen med eksisterende metoder til undersøgelse af effekter af GMP-anvendelsen, kan 'omics data efter grundig validering og opfølgning måske anvendes til at identificere relevant og nyttig ny viden til gavn for risikovurderingen.

For at kunne udnytte disse teknikker til risikovurdering af GMP kræves der dog en målrettet indsats i forskning indenfor området. Det bør derfor undersøges, om Omics-teknikkerne, foruden til grundforskning, også kan anvendes i praksis i den miljømæssige risikovurdering af GMP.



Figur 5.1.

Data fra et studie, der sammenligner gen-ekspression i en organisme med to forskellige genetiske baggrunde (kontrol bananfluer og varmestress selekterede bananfluer (*D. melanogaster)*). Den statistiske test-værdi udtrykker forskellen i genekspression mellem de to genotyper og y-aksen angiver middel-ekspression af hvert gen. De stiplede linjer viser signifikante forskelle mellem de to genotyper (P<0.01). Figuren illustrerer både styrken og svagheden ved denne teknologi: Styrken er, at en lang række gener er signifikant forskelligt udtrykt mellem de to genotyper. Svagheden er, at vi ikke kender funktionen af mange af disse gener og dermed deres effekter. (Data og figur fra Nielsen et al., 2006).

5.5 Referencer

Feder ME, Walser J-C, 2005. The biological limitations of transcriptomics in elucidating stress and stress responses. J. Evolution. Biol. 18: 901-910.

Heckmann LH, Baas J, Jager T, 2010. Time is of the essence. Environ. Toxicol. Chem. 29: *in press*, doi: 10.1002/etc.1163.

Nielsen MM, Sørensen JG, Kruhøffer M, Justesen J, Loeschcke V, 2006. Phototransduction genes are upregulated in a global gene expression study of *Drosophila melanogaster* selected for heat resistance. Cell Stress Chaperon. 11: 325-333.

6 Øvrig forskning og rådgivning i risici og overvågning af effekter af GM-planter

DMU's forskning og rådgivning vedrørende genmodificerede planter bliver leveret til Miljøstyrelsen, som overtog området i 2007 fra Skov- og Naturstyrelsen. I opgaven indgår bl.a. deltagelse i nationale og internationale forskningsprojekter vedr. GMP.

Der er indgået kontrakt med Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri om et treårigt forskningsprojekt: "Tetraploidi som metode til indeslutning af genetisk modificerede karakterer". Rajgræs (*Lolium perenne*) er en vigtig afgrøde i landbruget. De dyrkede sorter er både diploide og tetraploide, hvorimod de naturaliserede former sandsynligvis kun er diploide. Undersøgelsens formål er at se, om tetraploid rajgræs krydser med diploid rajgræs. Hvis det ikke er tilfældet, kan tetraploidi benyttes i forbindelse med fremstillingen af genetisk modificerede rajgræsser, hvorved spredning af uønskede gener i naturlige bestande undgås. Det må forventes, at såvel klimaændringer som effektivisering af foderudnyttelse vil stille øgede krav til græssers foderværdi, og en del af disse krav kan muligvis imødekommes ved hjælp af genmodificeret rajgræs.

En rapport over langtidseffekter af herbicidtolerante GM-afgrøder under forskellige sprøjtestrategier på flora og fauna med herbicidtolerante GM-afgrøder er udkommet i 2008.

Risikovurderingsgruppen har i perioden deltaget i forskellige konferencer og workshops vedrørende miljømæssige risici og sikkerhed af GM-planter, der var relevante for arbejdet.

Paul Henning Krogh har som medlem af en arbejdsgruppe under EFSA's GMO-panel (selftasking working group on non-target organisms) deltaget i fortsatte møder med bidrag til en opdateret guidance.

Gösta Kjellsson er pr. 12.05.2009 blevet udpeget som sagkyndigt medlem af Miljøklagenævnet i sager vedr. GMO. Gösta Kjellsson har bl.a. deltaget i rådsmøder og guidancemøder i EU vedrørende mulige uønskede miljøeffekter af genmodificerede planter. Gösta Kjellsson er desuden udpeget som dansk medlem af "EFSA Scientific Network for Risk assessment of GMOs" med start i 2010.

DMU deltager med nationale eksperter i "Biosafety Clearing House" under Cartagena-protokollen om biosikkerhed
http://www.sns.dk/biosafety/english/experts.htm

Flere oplysninger om DMU's forskningsaktiviteter vedrørende genmodificerede planter kan findes på siden:
http://www.dmu.dk/KemiGMO/BioteknologiGMO/Genmodificerede_planter/.

7 Årets positive, sjove eller anderledes nyheder om GMO'er i 2009

Januar:

Natskygge-planter der modvirker selén-mangel

Talrige undersøgelser har vist, at grundstoffet Selen er effektivt til at forhindre udvikling af forskellige cancer-sygdomme. Samtidig kan det øge effekten af kemoterapi-behandling og reducere bivirkningerne. Nogle planter akkumulerer selen i form af methylselencystein (MeSeCys), som har vist sig at være et effektivt middel mod udvikling af cancerceller og specielt effektivt mod brystcancer. Det er derfor gunstigt at have et øget antal planter, som kan producere disse stoffer også ved hjælp af bioteknologi.

Forskere fra New Zealand har udviklet en transgen tobak, som kan akkumulere ekstra meget MeSeCys. Anvendelsen af gener som kan kode for et specielt enzym, der er nødvendig for syntesen af MeSeCys, resulterede i en to-til-fire gange forøget akkumulering af selen i form af MeSeCys. Samtidig gav produktionen af MeSeCys op mod et 20% øget total selen-indhold uden toksiske effekter. Den brugte metode forventes at kunne anvendes til at øge selen-indholdet hos andre natskyggeplanter som fx kartoffel, tomat, peberfrugt og aubergine.

Artiklen kan findes i "Transgenic Research" som kan hentes fra: http://dx.doi.org/10.1007/s11248-008-9233-0

Bioteknologien er nødvendig for at sikre den globale fødevare-situation siger en engelsk rapport

"Den moderne bioteknologi skal anvendes til at udvikle afgrøder, som kan modstå miljømæssig stress, giver større udbytter og har ernæringsmæssigt bedre egenskaber. Kun den teknologiske udvikling kan sikre den globale fødevaresituation". Dette blev fremlagt i rapporten "The Vital Ingredient - Chemical Science and Engineering for sustainable Food", som er udarbejdet af "Royal Society of Chemistry" og "Institution of Chemical Engineers". Rapporten, der var bestilt af det engelske Underhus, sagde også, at "reguleringen må være baseret på evaluering af risici med brug af "sound evidence" og ikke på social eller politisk frygt overfor ny teknologi."

Rapporten kan hentes fra:
http://www.rsc.org/images/FoodReport_tcm18-142397.pdf

Februar:

Får vi nu en vinterhvede der virkelig kan tåle frosten ?

Et hold forskere under ledelse af Jorge Dubcovsky, University of California-Davis, har identificeret en række gener, der har indflydelse på frosttolerance i hvede. Forskerholdet vil som det næste skridt undersøge, hvilken rolle disse gener spiller i vinterhårdføre sorter, fx fra Rusland, Ukraine eller Canada og udvikle genetiske markører, der kan bruges i avlen af frosttolerante sorter. Disse gener vil på sigt også være oplagte mål i avl for mere frosttolerante sorter af genmodificeret hvede. Forskningen er støttet af det amerikanske US Department of Agriculture's Cooperative State Research, Education and Extension Service (CSREES).

Læs mere på:
http://www.csrees.usda.gov/newsroom/impact/2009/nri/02091_wheat_frost.html

De tyske delstater udvider afstandskravene for GM-planter til miljøfølsomme områder

Flere af de tyske delstater har iværksat krav om en 800-meters afstandszone mellem marker med GM-majs og områder, der er miljømæssigt følsomme. Vilkårene for godkendelsen er baseret på kravene i den tyske naturbeskyttelseslov og ikke på genteknologilovgivningen. Landmænd, der ønsker at plante biotek-majs indenfor de beskyttede områder, skal kunne fremvise en miljø-rapport, som bekræfter, at der ikke er nogen risiko for truede arter. Landmændene har dog fremlagt de ny afstandskrav til retslig prøvelse, da der ikke findes tilsvarende begrænsninger for anvendelsen af andre teknologier til plante-beskyttelse.

Se hele rapporten på:
http://www.fas.usda.gov/gainfiles/200902/146327219.pdf

Risens "lille" genom indeholder omkring 41.000 gener

Risens genom er ca. 420 millioner baser langt, og er dermed lillebror i forhold til majs og hvede, hvis genomer er henholdsvis 6 og 40 gange så store. Ris har derfor været brugt som genetisk modelplante for flere andre kornsorter, og den komplette genom-sekvens har været tilgængelig siden 2004. Alligevel er det gået langsomt med at undersøge funktionen af de ca. 41.000 gener i risens arvemasse. Nu er forskere fra USA og Syd-Korea gået sammen om at skabe overblik over viden og metoder til at øge kendskabet til funktionen af risens gener. Dette arbejde vil få stor betydning for de både grundvidenskabelige og avlsmæssige aspekter af ris, men også for andre kornsorter som fx hvede og majs. Forskningen er støttet af det amerikanske US Department of Agriculture's Cooperative State Research, Education and Extension Service (CSREES).

Læs mere på: http://www.csrees.usda.gov/ og se artiklen fra *Nature Review Genetics* på: http://dx.doi.org/10.1038/nrg2286.

Begrænset udsætning af popler til produktion af bioethanol

Den lille belgiske biotekvirksomhed "The Flanders Institute of Biotechnology (VIB)" har opnået tilladelse til en forsøgsudsætning af genmodificerede popler med en ændret vedsammensætning, som i væksthus har vist sig at kunne øge bioethanolproduktionen med 50 %. Feltforsøgene skal bruges til at undersøge, om produktion under naturlige forhold viser samme potentiale som i væksthus. Tilladelsen til forsøgsudsætning er den første i Belgien siden 2002.

Læs mere her: http://www.vib.be/cgi-bin/MsmGo.exe?grab_id=30229390&extra_arg=&page_id=868&host_id=1&query=poplar+bioethanol&hiword=POPLAR+BIOETHANOL+POPLARS

Marts:

En majs med ekstra sukker til foderbrug eller brændsel

Stephen Moose og kollegaer ved Universitetet i Illinois har fundet ud af, at majs-planter, der er genetisk modificeret til en bedre evne til at udtrykke *Glossy 15* genet, producerer mere plantebiomasse. Genet blev i første omgang undersøgt pga. dets gavnlige effekt på kimplanternes tolerance mod kraftig sol. Ekstra kopier af genet forårsager et lavere udbytte af kerner, men giver større planter med et øget indhold af sukkerstoffer. Dette gør majsplanten særlig velegnet til foderbrug eller biobrændsel. Denne GM majs er speciel ved at indeholde en ekstra kopi af et gen, der allerede findes naturligt i konventionelle sorter. Dette betyder, at man ikke forventer nogen utilsigtede effekter, og at den skulle være lige så uproblematisk som konventionelle sorter.

Læs mere om majsen i artiklen på:
http://www.aces.uiuc.edu/news/stories/news4683.html

Der er ingen væsentlige miljøeffekter af genspredning fra GM-majs i Spanien

Nye undersøgelser i Spanien viser, at spredte rapsplanter af den genmodificerede Bt-majs MON810 ikke påvirkede GMO-indholdet i konventionelt dyrket majs væsentligt. Således var GM-indholdet fra ukrudtsmajs i marken lavere end den i EU fastsatte tærskelværdi på 0,9 % i majs høstet fra konventionelt dyrkede majsmarker, fastslog forskere fra det spanske fødevareinstitut IRTA. Forsøgene foregik i Foixa-regionen Girona, hvor marker med den insektresistente Bt-majs i tre år blev dyrket kommercielt i de samme områder, hvor der også blev dyrket almindelig majs. Bt-majsen udgjorde ca. 35 % af det samlede majsdyrkningsareal. Forskerne fandt at spildplanter af Bt-majsen var mindre af størrelse, mindre konkurrencedygtige end de almindelige majsplanter. Desuden var sandsynligheden for krydsning med andre majsplanter reduceret til mellem 0,1-0,37 %.

Flere oplysninger kan findes på:
http://dx.doi.org/10.1007/s11248-009-9250-7.

Transgen mos producerer cancer-medicin

Paclitaxel er et anti-cancer stof, der bruges til behandlingen af patienter med en række forskellige cancer sygdomme. Stoffet stammer fra barken af amerikanske takstræer og hæmmer celledelingen i cancer-cellerne. Den meget lave koncentration af virksomt stof har ført til flere forsøg på at skabe effektive systemer til at fremstille stoffet, men indtil videre med begrænset succes. Nu har forskere ved Southern Illinois og Washington Universitet udviklet en genmodificeret mos, der kan producere paclitaxel langt mere effektivt end de tidligere systemer. Det nye system er i øjeblikket ved at blive undersøgt nærmere for praktisk anvendelse.

Læs artiklen i tidskriftet ***Transgenic Research*** som også kan findes på: http://dx.doi.org/10.1007/s11248-009-9252-5

April:

Nyudviklet anti-HIV medicin fra GM-tobak

Engelske og amerikanske forskere har udviklet en genmodificeret tobakplante, som kan akkumulere store mængder af griffithsin (GRFT), et protein, som har vist sig at være effektivt mod HIV-virus selv i meget små koncentrationer. Griffithsin, der er udvundet fra rødalgen ***Griffithsia***, virker ved at hæmme overførslen af HIV-virus mellem cellerne. Forskerne har kunnet udvinde 60 g griffithsin fra tobaksplanterne i et væksthus på 460 m^2. De skønner, at denne mængde GRFT vil svare til en million doser HIV-medicin. Dermed vil prisen for HIV-medicin kunne sættes drastisk ned, idet andre typer af HIV-medicin er meget dyre at fremstille. Den ny HIV-medicin har ved forsøg vist sig at være effektiv mod mange forskellige typer af HIV-virus både i Afrika og i Indien.

Artiklen der er publiceret i *PNAS* kan findes på: http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0901506106 En *Nature* artikel der belyser undersøgelsen yderligere er tilgængelig på: http://dx.doi.org/10.1038/news.2009.208

Bill Gates støtter udviklingen af en super-ris der kan tåle det hele

Det kinesiske akademi for landbrugsvidenskab har underskrevet en aftale med "Bill and Melinda Gates Foundation" om et internationalt projekt med det formål at udvikle nye rissorter, som er tolerante mod adskillige former for stress såsom: kraftig oversvømmelse, tørke, kulde samt forekomst af tungmetaller i jorden. Projektet, som bliver kaldt "Green Super Rice for the Resource Poor of Asia and Africa", vil løbe i tre år og modtage 18 millioner fra "the Gates Foundation".

For mere information, læs: http://www.aatf-africa.org/userfiles/China_green_rice.pdf

På vej mod den stenløse blomme

Vi kender alle vindruer uden sten. Men nu er også blommer uden sten på vej. Forskere ved USDA's (United States Department of Agriculture) forskningsafdeling har opdaget, at de gener, der er ansvarlige for produktionen af lignin, bliver aktive umiddelbart før hærdning i de væv, der danner blommestenen. De samme gener bliver inaktive efter at stenen er dannet. Denne viden har forskerne nu brugt til at udvikle blommer, der er uden sten, men med frø. De blommer, der er udviklet indtil nu er ikke af spisekvalitet, så der resterer stadig mere udviklingsarbejde og afprøvning, før end den stenløse blomme er en realitet i supermarkedet. Forskerne forventer, at blommen efterfølges af andre stenløse frugter som fx kirsebær, abrikoser, nektariner og ferskner.

Læs selv mere om sagen på:
http://www.ars.usda.gov/is/pr/2009/090421.htm.

Gør-det-selv risikovurdering af GMO'er med ekspertsystemet BAT

Det måtte jo komme! Hvorfor lytte til såkaldte eksperter, når du selv kan tage stilling til GMO-problematikken ud fra nogle få valg i ekspertsystemet BAT (Biosafety Assessment Tool). BAT, der er tilgængeligt online, søger at hjælpe interesserede og bekymrede borgere med at gennemgå og vurdere de videnskabelige data fra producenterne, som beslutningsprocesserne i risikovurderingen er baseret på. Desværre er systemet gammeldags og ikke videre operationelt.

For yderligere information se https://bat.genok.org/bat/home.html

Maj:

En tørkeresistent tomat til rumrejser?

Hvorfor skal vi ikke kunne dyrke tomater på Mars? Spørgsmålet kan synes at være langt ude, men der bliver faktisk arbejdet på sagen af forskere fra Universitetet i Arkansas, Little Rock. Her er de ved at udvikle en rumtomat, som kan gro selv under ekstreme forhold og modstå tørke og plantesygdomme, når den anvendes her på jorden. Metoden består i at øge produktionen af antioxidanter i planterne. Derved kan de meget bedre tåle tørke og angreb af sygdomme. Forskerne regner med, at en tørketolerant tomat, der samtidig kan reducere risikoen for cancer og andre kroniske sygdomme, bliver den første rumplante, der kommer i anvendelse.

Læs hele historien på: http://ualr.edu/www/2009/05/06/space-tomato-project-offers-potential-for-drought-disease-resistance/

Overvågning af sommerfugle i marker med Bt-majs

Forskere fra Agroscope ART i Schweiz har vurderet forskellige metoder til overvågning af Bt-majs for eventuelle effekter på sommerfugle ved dyrkning af Bt-majsen. I deres undersøgelse viste de, at selv overvågningsprogrammer med en betragtelig indsamlingsaktivitet i bedste fald kun vil kunne påvise effekter på vidtudbredte arter. Deres konklusion

var, at målrettede risikovurderingsstudier vil have langt større chance for at påvise relevante økologiske effekter end overvågningsundersøgelser.

I en anden undersøgelse af leddyr, der fungerer som naturlige fjender til herbivore insekter, viste forskerne, at overvågning af specifikke leddyrsgrupper ikke vil kunne fungere som en metode til at påvise påvirkninger af skadevoldernes naturlige fjender. I stedet foreslår forskerne en metode, der analyserer de biologiske kontrolfunktioner i forbindelse med akutte udbrud af skadevoldere på majs.

Artiklerne om effecter på sommerfugle kan findes i tidskriftet *Agriculture, Ecosystems and Environment* på adressen:
http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2009.01.007 og i *Journal of Applied Entomology* på adressen:
http://www3.interscience.wiley.com/journal/121545081/abstract

Nu kan frøspild fra raps måske undgås

Raps er en af de vigtigste olieafgrøder i verden. Den har dog den ulempe, at frøkapslerne meget let åbner sig ved modenhed, så frøene tabes ned på jorden. Landmanden kan derfor nemt få et frøspild på 10-25 % og undertiden højere. Spredningen ved frøspild sikrer, at planten i naturen har mulighed for at overleve og spire næste år. Når landmanden dyrker raps i marken, er frøspild og forurening af efterfølgende afgrøder derimod et af de største problemer ved raps-dyrkningen.

Forskere ved John Innes Center i England har muligvis fundet løsningen. Ved at påvirke dannelsen af et specielt hormon i planten har forskerne kunnet undgå, at frugten åbner sig selv ved modenhed. Forsøgene er foregået med planten Gåsemad (*Arabidopsis*), der tilhører den samme familie som rapsplanten. Forskerne Lars Østergård og kollegaer fandt, at mangel på væksthormonet auxin gjorde, at frugten ikke åbnede sig. Det er nu tanken at overføre egenskaben til raps for at se, om mangel på auxin også modvirker frøspredning hos rapsplanter.

Læs mere her: http://www.jic.ac.uk/corporate/media-and-public/current-releases/090527podshatter.htm Flere oplysninger fra *Nature* findes på: http://dx.doi.org/10.1038/nature07875

Juni:

Junk er ikke altid junk når det gælder DNA

Forskere har længe undret sig over de store mængder af DNA, der ikke er gener, og som er fundet i større eller mindre omfang i alle genomer. Genomet indeholder alle de genetiske egenskaber hos en plante eller en anden organisme. Med tiden er der fundet flere funktionelle enheder i det ellers værdiløse såkaldte junk-DNA. Nu har forskere fra USDA Agricultural Research Service og Johns Hopkins University lagt endnu en brik af puslespillet.

I gåsemad (***Arabidopsis***) fandt forskerne små DNA fragmenter (kaldet pyknoner) gentaget mange steder i genomet. Disse små fragmenter gik

igen i mange af plantens funktionelle gener. Pyknonerne laver øjensynligt små RNA-stykker, der ved at binde sig til de tilsvarende RNA-molekyler fra de funktionelle gener er med til at hæmme udtrykket af disse gener. Pyknonerne er således involveret i reguleringen af en lang række gener og egenskaber. Indtil videre er pyknonerne kun fundet hos mennesket, så deres eventuelle virkning hos andre organismer er ukendt.

Informationen om pyknonerne forventes at forbedre vores forståelse af reguleringen af gener og kan måske spille en rolle for nye metoder indenfor GM teknologien.

Læs mere på: http://www.ars.usda.gov/is/pr/2009/090602.htm og i artiklen fra *Molecular BioSystems* (http://dx.doi.org/10.1039/b903031j).

Rabies vaccine fra mus som fodres med transgene gulerødder

Rabies, eller hundegalskab, regnes stadigvæk i mange udviklingslande som et alvorligt sundhedsproblem, selv om der for længe siden er udviklet effektive vacciner. Problemet har dog været, at vaccinerne er relativt dyre. I håbet om at producere en billigere vaccine har mexikanske forskere udviklet transgene gulerødder, som indeholder betydelige mængder af et glucoprotein fra rabies virusset. Hvis man fodrer mus med disse gulerødder, har det vist sig, at musene danner antistoffer mod virusset, og det er denne egenskab, der udnyttes i vaccinen.

Artiklen kan ses på: http://dx.doi.org/10.1007/s11248-009-9278-8

Grøn bioteknologi og klimaændringerne

En ny rapport med titlen *Green Biotechnology and Climate Change* udgivet af Eurapabio gør opmærksom på det store potentiale, der er for at reducere udslippet af drivhusgasser og samtidig øge fødevareproduktionen ved hjælp af bioteknologi.

Læs mere her:
http://www.europabio.org/PressReleases/green/PR_090619_Green_Week.pdf . Hele rapporten kan downloades fra følgende site:
http://www.europabio.org/positions/GBE/PP_090619_Climate_Change.pdf

Juli:

Udvikling af genmodificerede afgrøder i Afrika

De afrikanske landes modstand mod GM-afgrøder har ofte baggrund i de tidligere kolonimagters negative holdning til GMO, selvom genetisk modificering af landbrugsafgrøder potentielt kan være af stor betydning for befolkningen i fattige områder. GM-teknologi er her en af de løsninger på problemerne med lokalt at brødføde befolkningerne, specielt ved klima-ændringer med tørke eller oversvømmelse og de heraf følgende landbrugsmæssige problemer. Det er konklusionen på en artikel af Dr. Daniel Mataruka fra organisationen "African Agricultural Technology

Foundation". Denne organisation har taget initiativ til udviklingen af flere GM afgrøder, som forventes at kunne bidrage væsentlige for afrikansk landbrugsproduktion under de ændrede dyrkningsbetingelser.

GM-majs samler nematoder som dræber de grådige rodorme

Forskere fra Universitet i Neuchâtel i Schweiz har udviklet majsplanter, der er i stand til at modstå angreb fra majsrodormen, der er larverne af en bladbille (*Diabrotica virgifera*). Majsplanterne har fået indsat gener fra Oregano-planten, der gør at de udskiller et kemikalie der får parasitiske nematoder i jorden til at samle sig om majsens rødder, hvor de angriber majsrodormen. Således var der 60 % færre majsrodorme i de forsøg, hvor majsen samlede nematoder ved at lugte som oregano.

Evnen til at udskille sådanne nyttige kemikalier er ofte til stede hos planter under naturlige forhold, men kan være gået tabt i forbindelse med udviklingen af sorter med forbedrede dyrkningsmæssige egenskaber. "I stedet for at anvende insekticider til bekæmpelsen, vil en udnyttelse af de naturlige fjender af rodormen være en meget mere miljøvenlig metode" siger Jörg Degenhardt, der som forsker er involveret i projektet. Den udviklede majs er foreløbig ikke anvendelig til dyrkning, men forsøget viser, at metoden øger potentialet for at nedsætte insekticidforbruget.

Flere oplysninger findes på:
http://www.ice.mpg.de/news/prelease/Pressem_Degenhardt2009_en.pdf

Snorkelrisen giver de asiatiske landmænd håb om at overleve oversvømmelserne

Nogle varieteter af ris kan overleve selv voldsomme oversvømmelser ved at strække stænglerne op til fire meter i takt med at vandet stiger under oversvømmelser. Dette er en tilpasning til de perioder med monsun regn, der jævnligt indfinder sig i Sydøstasien. Hermed sikrer planten sig udveksling af luftarter med atmosfæren. En gruppe forskere ledet af Dr. Yoko Hattori har nu fundet de gener, kaldet *SNOKEL1* og *SNORKEL2*, som styrer denne egenskab. *SNORKEL*-generne bliver aktiveret af gasarten ethylen, der ophobes i planterne på dybt vand. Ved at indsætte disse gener i andre rissorter mener Dr. Hattori, at det vil blive muligt at dyrke ris i områder, hvor det tidligere ofte ikke kunne lade sig gøre på grund af de kraftige oversvømmelser i regntiden.

Læs mere her: http://dx.doi.org/10.1038/nature08258 og for mere information, se: http://dx.doi.org/10.1038/460959a.

August:

Europæisk vejledning for dyrkning af farmaceutiske produkter fra GM-planter

Den Europæiske Fødevaresikkerhedsautoritet (EFSA) har nu publiceret den første vejledning for, hvordan dyrkning af genmodificerede planter til produktion af lægemidler og enzymer skal foregå. I vejledningen ind-

går bl.a. påvisning af forskelle mellem GM-planten og den tilsvarende ikke-GM-plante, og hvordan disse forskelle påvirker GM-plantens funktion og vækst. EFSA fremhæver også, at sammenlignende analyser er vigtige specielt vedr. uheld ved håndtering, eksponering eller utilsigtet indtag af GM-materiale hos dyr og mennesker.

Vejledningen oplyser også, at ansøgeren i detalje skal redegøre for, hvilke forholdsregler, der anvendes for at undgå spredning af GM-plantemateriale til det omgivende miljø. Ansøgeren skal også give oplysninger, der kan anvendes til at begrænse evt. skadevirkninger under forskellige scenarier inklusive worst-case situationer.

Guidelinen findes på: http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1211902783659.htm

Forskere har identificeret resistensgener mod det besværlige ukrudt Striga

Forskere fra Virginia Universitet i USA har identificeret et gen i bønnearten ***Vigna unguiculata***, som gør planten resistent overfor den parasitiske plante ***Striga***, der er en stor skadevolder på en række af afgrødeplanter i Afrika, Asien og USA, fx hirse, ærteblomstrede og majs. I Afrika er det vurderet, at den hvert år forårsager et udbyttetab, der modsvarer 7 milliarder US $. ***Striga*** er i øvrigt en slægtning til gyvelkvæler, der findes i Danmark og ligesom ***Striga*** forbinder sig med værtens rødder og på denne måde optager næring fra værten. ***Striga*** er svær at bekæmpe, da den producerer et højt antal frø og kan overleve i frøbanken i mange år.

Striga resistens-genet, ***RSG3-301***, koder for et protein, der findes i den perifere plasmamembran, og der fungerer som et forsvar mod indtrængning af ***Striga***-planten. Planter uden genet har ikke dette forsvar. Udfordringen er, at der er en række forskellige ***Striga-*** racer, der hver er tilpasset sin specielle sort af ***Vigna unguiculata***, så forskerne forsøger nu at udvikle bønner, der er resistente for alle ***Striga***-varianterne.

Læs mere her: http://dx.doi.org/10.1126/science.1174754 og http://www.virginia.edu/uvatoday/newsRelease.php?id=9543.

September:

Monsanto får adgang til ny teknologi for genom-ændringer

Monsanto Company har indgået en aftale med det franske firma Cellectis S.A. om brug af deres "meganuclease"-teknologi i planter. Denne nye teknologi tillader at "klippe" DNA molekyler over på meget specifikke og veldefinerede steder i arvematerialet. Dette vil gøre genetisk modificering endnu mere præcist og specifikt og vil desuden øge hastigheden og præcisionen, hvormed nye modificeringer kan gennemføres.

Se pressemedelelsen på:
http://monsanto.mediaroom.com/index.php?s=43&item=745

Effektiv anvendelse af de eksisterende data til case-by-case risikovurdering af GM-afgrøder

Selv om fremgangsmåden for risikovurderingen skal være fastlagt på forhånd, er det vigtigt at regulative barrierer ikke unødvendigt begrænser eller forhindrer udbredelsen af genmodificerede planter i tredje verdens lande. "Risikovurderingen bør gøre effektivt brug af alle informationer om biologi og økologi af den aktuelle GM-plante, der er publiceret i det pågældende land og andetsteds. Nye data bør kun indsamles, hvis de eksisterende oplysninger ikke bekræfter de identificerede risikohypoteser i tilstrækkelig grad", udtaler Dr. J. Romeis fra Schweiz.

Artiklen er publiceret i *Journal of Applied Entomology* og kan findes på: http://www3.interscience.wiley.com/journal/122406516/abstract.

Oktober:

Trifiderne kommer måske også i din have?

Den 1. oktober 2009 beordrede EU-komissionen medlemslandene til at straks fjerne alle fødevareprodukter fra hylderne, der indeholdt hørfrø, som var importeret fra Canada. Grunden til dette drastiske skridt var, at de importerede hørfrø indeholdt en lille del af den genmodificerede såkaldte "Trifid-hør". Der er ingen risiko for mennesker eller dyr ved at spise GM-hørren, men da den ikke er godkendt til import og anvendelse i EU, er forekomst i fødevarer uønsket.

Specielt I Tyskland fandt man frø af GM-hørren i mange frøpartier, og også i Danmark blev der fundet GM-frø i fuglefoder. Hørfrø anvendes især i bagværk og i müesli, men indgår også i mange foderblandinger til fugle. Baggrunden for hele historien er, at der tidligere har været dyrket godkendt Triffid-hør i Canada, men at tilladelsen til denne dyrkning ophørte i 2001, bl.a. fordi eksportmarkedet ikke ville godtage GM-hørren. På ukendt vis er der sket iblanding af GM-hørren i konventionel hør og deraf følgende spredning til eksportmarkedet i Europa som fuglefrø. Derfor skal du måske se efter en ekstra gang, hvad der spirer frem efter vinterens fuglefodring – det kunne være en Triffid-hør. Sandsynligheden er dog meget lille, og chancen for overlevelse og spredning er nær nul.

Flere oplysninger kan findes på: http://www.gmo-com-pass.org/eng/news/467.gm_linseed_products_being_taken_off_market.html og på Flax Council of Canada: GMO Flax Update No. 1 (28 September 2009)

Ny portal for plantegenomer vil kunne medvirke til udviklingen af nye forbedrede afgrøder.

"The European Molecular Biology Laboratory's European Bioinformatics Institute" (EMBLEBI) har i samarbejde med "Cold Spring Harbor Laboratory i USA oprettet en ny portal, hvor man har adgang til forskningsresultater af plantegenomer fra bl.a. gåsemad (***Arabidopsis***), ris, durra,

poppel og vin. Portalen gør det lettere at udveksle ny viden mellem forskellige forskningsmiljøer.

Læs pressemedellesen på
http://www.ebi.ac.uk/Information/News/pdf/7OctEnsemblPlants.pdf
eller på EMBLEBI hjemmeside: http://plants.ensembl.org/index.html

Først var der de blå nelliker – nu er der også blå GM-roser

Det japanske firma Suntory annoncerede, at det vil begynde at sælge den første blå rose i verden. Rosen, som er baseret på mere end 20 års forskning, vil komme til at koste mellem 22 og 33 dollar for én stængel i USA. Da almindelige roser mangler de blå pigmenter, har ønsket om at fremstille en blå rose længe været omgærdet med mystik og en aura af de umulige. Digteren Kipling skrev således et digt om den umulige søgen efter blå roser. Den blå rose blev frembragt ved at indsætte flavonoid 3'5'-hydroxylase- og anthocyanin 5-acyltransferase-gener fra stedmoderblomster og petunia i rosen.

Suntory regner med at kunne sælge den blå nellike som en luksusgave til specielle begivenheder såsom bryllupper, jubilæer og fødselsdage. Læs mere på: http://www.suntory.com/news/2009/10592.html

November:

Hvad sker der med DNA og Bt proteiner fra GM-majs efter at efter vildsvin og hjorte har ædt det?

Forskere fra det Tekniske Universitet i München har undersøgt, hvordan dådyr og vildsvin kan æde og omsætte genmodificeret majs. Forskerne ville specielt undersøge, om rester af genmodificeret materiale blev akkumuleret i dyrene og spredt med deres afføring. Forsøgene foregik i store indhegninger, hvor forskerne fodrede dyrene med GM-majs, der indeholdt Cry1Ab-protein. Efter nogle uger blev dyrene slagtet og analyseret v.hj.a PCR- og ELISA-metoden for indhold af genmodificeret materiale. Efter slagtning blev alle dele af dyrene undersøgt for rester af GMO. Der blev ikke fundet nogen rester af Cry1Ab-proteinet i fordøjelsessystemet hos dådyrene og kun få små fragmenter af GM-majs i vildsvinenes fordøjelseskanal. Der blev kun fundet 0,009 % overlevende GM-majsfrø i de undersøgte rester af afføringen fra vildsvinene og ingen overlevende frø fra dådyrene.

Undersøgelsen som er publiceret hos *European Journal of Wildlife Research* og *Mammalian Biology* kan downloades fra
http://dx.doi.org/10.1007/s10344-007-0104-4

Australske forskere arbejder med at frembringe en tørketolerant hvede

Et australsk ledt forskningsprojekt har identificeret en mutation i et gen i planten gåsemad (***Arabidopsis thaliana***), der tillader planten at overleve i længere tid end normalt uden vand. Forskerne forsøger nu at overføre den samme egenskab til højt ydende hvede sorter. Hvis dette bliver suc-

cesfuldt, forventes det at frembringe tørketolerante hvede sorter, som vil blive af stor værdi i fremtidens landbrug. Således er der bl.a. store områder i det sydlige Australien, som forventes at blive gradvist mere og mere tørre i de kommende 50 år. Egenskaben er opstået som følge af, at der er fjernet et naturligt forekommende gen fra planten. Der er ikke overført nye gener til planten fra andre organismer. Disse hvede-sorter vil derfor kunne frembringes uden brug af konventionel trans-gen teknologi.

For yderligere oplysninger se: http://news.anu.edu.au/?p=1738

Laboratorietest kan forudsige effekter af Bt-afgrøder i felten

Forskere fra USDA (US Department of Agriculture) har sammenlignet forudsigelser af økologiske effekter af Bt-afgrøder fra laboratorietest med resultater fra feltundersøgelser. I de foretagne sammenligninger viste laboratorietestene enten de samme effekter som feltundersøgelser eller større effekt. Specielt blev effekterne af Cry-proteinerne i Bt-afgrøder undersøgt og viste god overensstemmelse eller større effekter end resultaterne fra feltundersøgelserne. Forskerne argumenterer for, at man ved at anvende laboratorietest kan opnå en højere eller ligeså høj grad af sikkerhed, som man kan ved at anvende omkostningstunge felttest til forudsigelse af de økologiske effekter. Forskerne gør dog opmærksom på, at laboratorieforsøgene skal inkludere alle økologiske effekter.

Flere oplysninger kan findes på:
http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2009.0612 og på:
http://www.ars.usda.gov/is/pr/2009/091112.htm

Kontrol af resistensudvikling hos ukrudt i glyfosatresistente afgrøder

Den udbredte anvendelse af glyfosatresistente afgrøder har efterhånden ført til en udvikling af flere ukrudtsarter, som er blevet resistente mod sprøjtemidlet. Dette har gjort, at der i de senere år blandt forskere har været et øget fokus på, hvordan man kan forhindre, at den allerede udviklede resistens spredes.

For at finde en effektiv strategi er der i USA blevet igangsat et fireårigt forsøg i seks stater. Her sammenlignes det økonomiske udbytte af et universitetsanbefalet dyrkningsprogram til kontrol af resistensspredning med dyrkning, hvor glyfosat alene anvendes til ukrudtskontrol. Resultaterne efter det tredje år viser, at nettoudbyttet i det anbefalede dyrkningsprogram er større end eller lig med nettoudbyttet fra de marker, hvor der alene anvendes glyfosat.

Læs mere her:
http://www.wssa.net/WSSA/PressRoom/WSSA_GlyphosateResistance.htm.

December:

Hvordan går det nu med biernes overlevelse i Europa?

Det franske fødevaredirektorat, AFSSA, har udarbejdet en rapport om bi døden hos honningbier, og hvordan tabet opgøres i forskellige lande. Den Europæiske Fødevare Autoritet (EFSA) har publiceret rapporten,

der bygger på resultaterne fra data- og litteratundersøgelser i syv europæiske lande: Frankrig, Tyskland, Italien, Slovenien, Sverige, Schweiz og Storbritannien.

Forskerne fandt, at tabet af bikolonier i både Europe og USA skyldes mange forskellige faktorer, som bl.a. inkluderer stadeanvendelsen, miljømæssige forhold, samspil med andre organismer og pesticidanvendelsen. Kombinationen af disse forskellige faktorer medfører stress, der svækker biernes forsvarssystem og muliggør forskellige sygdomme og kan dræbe kolonien.

Se EFSAs publicering af undersøgelsen og andet pressemateriale på: http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/amu091215.htm.

8 Publikationer og referencer

DMU publikationer om GM-planter, risikovurdering og sameksistens i 2009

Damgaard, C. & Kjær, C. (2009): Competitive interactions and the effect of herbivory on Bt-*Brassica napus*, *Brassica rapa* and *Lolium perenne*. J. Appl. Ecol. 46: 1073-1079.

Kjellsson, G., Damgaard, C., Strandberg, M., Simonsen, V. og Krogh, P.H. (2009): Økologisk risikovurdering af genmodificerede planter i 2008: Rapport over behandlede forsøgsudsætninger og markedsføringssager. Faglig rapport fra DMU, nr. 738.

Kramarz, P.E., De Vaufleury, A., Gimpert, F., Cortet, J., Tabone, E., Andersen, M.N., Krogh, P.H., 2009. Effects of *Bt*-maize material on the life cycle of the land snail *Cantareus aspersus*. Applied Soil Ecology 42 (3), 236–242. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2009.04.007.

Bidrag til: Fødevareministeriet (2009): GMO – hvad kan vi bruge det til? Fødevareministeriets vidensyntese om brug af genmodificerede afgrøser i landbrugs- og fødevareproduktionen: bl.a.:
Wollenweber, B., Olesen, J.E., Andersen, M.N., Spliid, N.H., Petersen, J., Rubæk, G.H., Holm, P.B., Kristiansen, K., Simonsen, V., Krogh, P.H., Strandberg, M.T., Kjellsson, G., Damgaard, C., Strandberg, B., Løkke, H., Ravn, H.W., Pedersen, J., (2009): Potentialet for mennesker og miljø. GMO - hvad kan vi bruge det til? Fødevareministeriet, pp. 109-131.

Øvrige referencer i teksten

Damgaard, C., Kjellsson, G., Kjær, C. & Strandberg, B. 2005: Genmodificerede planter. 2. udg. Hovedland. - MiljøBiblioteket 7: 88 s. Findes på: http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_miljobib/rapporter/MB07.pdf

GMO Compass (2010): Field area for Bt maize decreases. http://www.gmocmpass.org/eng/agri_biotechnology/gmo_planting/392.gm_maize_cultivation_europe_2009.html

James, C. (2005): Global review of commercialized transgenic crops: 2005. *ISAAA Briefs* 34-2005. http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/34/download/isaaa-brief-34-2005.pdf

James, C. (2008): Global status of commercialized biotech/GM crops: 2008. *ISAAA Briefs* 39-2008.

James, C. (2009): Global status of commercialized biotech/GM crops: 2007. *ISAAA Briefs* 41-2009.

DMU Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser er en del af Aarhus Universitet.

DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for natur og miljø.

På DMU's hjemmeside www.dmu.dk finder du beskrivelser af DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter.

Her kan du også finde en database over alle publikationer som DMU's medarbejdere har publiceret, dvs. videnskabelige artikler, rapporter, konferencebidrag og populærfaglige artikler.

Yderligere information: www.dmu.dk

Danmarks Miljøundersøgelser
Frederiksborgvej 399
Postboks 358
4000 Roskilde
Tlf.: 4630 1200
Fax: 4630 1114

Administration
Afdeling for Arktisk Miljø
Afdeling for Atmosfærisk Miljø
Afdeling for Marin Økologi
Afdeling for Miljøkemi og Mikrobiologi
Afdeling for Systemanalyse

Danmarks Miljøundersøgelser
Vejlsøvej 25
Postboks 314
8600 Silkeborg
Tlf.: 8920 1400
Fax: 8920 1414

Afdeling for Ferskvandsøkologi
Afdeling for Terrestrisk Økologi

Danmarks Miljøundersøgelser
Grenåvej 14, Kalø
8410 Rønde
Tlf.: 8920 1700
Fax: 8920 1514

Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet

Faglige rapporter fra DMU

På DMU's hjemmeside, www.dmu.dk/Udgivelser/, finder du alle faglige rapporter fra DMU sammen med andre DMU-publikationer. Alle nyere rapporter kan gratis downloades i elektronisk format (pdf).

Nr./No. 2010

789 Forekomst og regulering af fritlevende mink i Danmark i jagtsæsonen 2007/08.
Af Asferg, T. 28 s.

788 Forekomst af antikoagulante rodenticider i danske rovfugle, ugler og små rovpattedyr.
En basisundersøgelse.
Af Christensen, T.K., Elmeros, M. & Lassen, P. 84 s.

787 Effekter af øgede kvælstoftilførsler på miljøet i danske fjorde.
Af Markager, S., Carstensen, J., Krause-Jensen, D., Windolf, J. & Timmermann, K. 54 s.

786 Emissions from decentralised CHP plants 2007 – Energinet.dk Environmental project no. 07/1882.
Project report 5 – Emission factors and emission inventory for decentralised CHP production.
By Nielsen, M., Nielsen, O.-K. & Thomsen, M. 113 pp.

785 Guidelines to environmental impact assessment of seismic activities in Greenland waters.
2nd edition.
By Boertmann, D., Tougaard, J., Johansen, K. & Mosbech, A. 42 pp.

784 Denmark's National Inventory Report 2010. Emission Inventories 1990-2008 – Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol.
By Nielsen, O.-K., Lyck, E., Mikkelsen, M.H., Hoffmann, L., Gyldenkærne, S., Winther, M., Nielsen, M., Fauser, P., Thomsen, M., Plejdrup, M.S., Albrektsen, R., Hjelgaard, K., Johannsen, V.K., Vesterdal, L., Rasmussen, E., Arfaoui, K. & Baunbæk, L. 1178 pp.

783 Miljøøkonomiske beregningspriser for emissioner.
Af Andersen, M.S. 33 s.

782 Screening for kloralkaner i sediment. Relevans for NOVANA.
Af Larsen, M.M., Hjorth, M. & Sortkjær, O. 22 s.

781 Emissionskortlægning for decentral kraftvarme 2007 – Energinet.dk miljøprojekt nr. 07/1882.
Delrapport 5 Emissionsfaktorer og emissionsopgørelse for decentral kraftvarme, 2006.
Af Nielsen, M., Nielsen, O.-K. & Thomsen, M. 105 s.

780 Heavy Metal Emissions for Danish Road Transport.
By Winther, M. & Slentø, E. 99 pp.

779 Brændefyrings bidrag til luftforurening. Nogle resultater fra projektet WOODUSE.
Af Olesen, H.R., Wåhlin, P. & Illerup, J.B. 71 s.

778 Ynglefugle i Tøndermarsken og Margrethe Kog 1975-2009. En analyse af udviklingen i fuglenes antal og fordeling med anbefalinger til forvaltningstiltag.
Af Clausen, P. & Kahlert, J. (red.) 206 s.

777 Air pollution from residential wood combustion in a Danish village.
Measuring campaign and analysis of results.
By Wåhlin, P., Olesen, H.R., Bossi, R. & Stubkjær, J. 49 pp.

776 Annual Danish Informative Inventory Report to UNECE.
Emission inventories from the base year of the protocols to year 2008.
By Nielsen, O-K., Winther, M., Mikkelsen, M.H., Hoffmann, L., Nielsen, M., Gyldenkærne, S., Fauser, P., Plejdrup, M.S., Albrektsen, R. & Hjelgaard, K. 565 pp.

775 Environmental monitoring at the former lead-zinc mine in Maarmorilik, Northwest Greenland, in 2009.
By Johansen, P., Asmund, G., Rigét, F., Johansen, K. & Schledermann, H. 32 pp.

774 Kvælstofbelastningen ved udvalgte terrestriske habitatområder i Sønderborg kommune.
Af Frohn, L. M., Skjøth, C. A., Becker, T., Geels, C. & Hertel, O. 30 s.

773 Geese, seabirds and mammals in North and Northeast Greenland.
Aerial surveys in summer 2009.
By Boertmann, D. & Nielsen, R.D. 66 pp.

772 Environmental monitoring at the Nalunaq Gold Mine, South Greenland, 2009.
By Glahder, C.M., Asmund, G. & Riget, F. 32 pp.

771 OMLHighway within the framework of SELMAGIS. Final Report.
By Jensen, S.S., Becker, T., Ketzel, M., Løfstrøm, P., Olesen, H.R. & Lorentz, H. 26 pp.

770 Road pricing, luftforurening og eksternalitetsomkostninger.
Af Jensen, S.S., Ketzel, M. & Andersen, M.S. 48 s.

ØKOLOGISK RISIKOVURDERING AF GENMODIFICEREDE PLANTER I 2009

Rapport over behandlede forsøgsudsætninger og markedsføringssager

Rapporten giver en oversigt over DMU's arbejde med økologisk risikovurdering af genmodificerede planter (GMP) i 2009. Arbejdet understøtter Miljøstyrelsens myndighedsopgave vedrørende økologiske effekter og konsekvenser af GMP. Der var 121 nye forsøgsudsætninger i EU med kun 9 forskellige plantearter i 2009. De fleste var herbicidtolerante (81 %) eller insektresistente (60 %). Antibiotikaresistensmarkører indgik kun i 13 % af forsøgsplanterne mod 16 % i 2008. I Danmark var der tre nye markforsøg med glyfosattolerant NK603-majs samt fire fortsatte forsøgsudsætninger. Desuden var der to fortsatte forsøg med glyfosattolerant GA21-majs. Der var kun syv nye markedsføringsansøgninger i EU i 2009: To herbicidtolerante majs, fire insekt- og herbicidtolerante majs samt en herbicidtolerant sukkerroe. Tre af majssagerne og én sukkerroe inkluderede dyrkning, hvor DMU foreslog konkrete overvågningstiltag. DMU konkluderede i alle sagerne, at der ikke forventes uønskede økologiske konsekvenser, dog under forudsætning af overvågning i sager med dyrkning. DMU besvarede også 24 forespørgsler fra Miljøstyrelsen om bl.a. lokale forbud og revurdering i flere af medlemslandene mod Bt11- og MON810-majs. Desuden kommentarer bl.a. vedr. antibiotika-resistensmarkører, nye afrapporteringsformater og ændret praksis vedr. registrering i databaser. På verdensplan blev der i 2009 dyrket ca. 134 mil. ha GM-afgrøder af Bt- og HT-majs, HT-sojabønne, Bt/HT-bomuld og HT-raps. I EU blev der kun dyrket Bt-majs MON810 på 94.760 ha i nu kun seks lande hvor de største arealer fandtes i Spanien mens der ikke var nogen GM-dyrkning i Frankrig og Tyskland.

ISBN: 978-87-7073-195-9
ISSN: 1600-0048