



ØKOLOGISK RISIKOVURDERING AF GENMODIFICEREDE PLANTER I 2008

Rapport over behandlede forsøgsudsætninger og markedsføringsager

Faglig rapport fra DMU nr. 738 2009

[Tom side]

ØKOLOGISK RISIKOVURDERING AF GENMODIFICEREDE PLANTER I 2008

Rapport over behandlede forsøgsudsætninger og markedsføringssager

Faglig rapport fra DMU nr. 738 2009

Gösta Kjellsson
Christian Damgaard
Morten Strandberg
Vibeke Simonsen
Paul Henning Krogh



Datablad

- Serietitel og nummer: Faglig rapport fra DMU nr. 738
- Titel: Økologisk risikovurdering af genmodificerede planter i 2008
Undertitel: Rapport over behandlede forsøgsudsætninger og markedsføringsager
- Forfattere: Gösta Kjellsson, Christian Damgaard, Morten Strandberg, Vibeke Simonsen, Paul Henning Krogh
Afdeling: Afdeling for Terrestrisk Økologi
- Udgiver: Danmarks Miljøundersøgelser©
Aarhus Universitet
URL: <http://www.dmu.dk>
- Udgivelsesår: September 2009
Redaktion afsluttet: September 2009
Faglig kommentering: Hans Løkke, Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet
- Finansiel støtte: Ingen ekstern finansiering
- Bedes citeret: Kjellsson, G., Damgaard, C., Strandberg, M., Simonsen, V. & Krogh, P.H. 2009: Økologisk risikovurdering af genmodificerede planter i 2008. Rapport over behandlede forsøgsudsætninger og markedsføringsager. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, 48 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 738, <http://www.dmu.dk/Pub/FR738.pdf>
- Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
- Sammenfatning: Rapporten giver en oversigt over DMU's arbejde med økologisk risikovurdering af genmodificerede planter (GMP) i 2008, der understøtter Miljøstyrelsens myndighedsopgave vedrørende økologiske effekter og konsekvenser af GMP. Der var 87 nye forsøgsudsætninger med 15 forskellige plantearter i EU i 2008. De fleste var herbicidtolerante (77 %) eller insektresistente (46 %). Antibiotikaresistensmarkører indgik i 16 % af forsøgsplanterne mod 19 % i 2007. I Danmark var der to nye markforsøg med glyfosattolerant majs samt fire fortsatte forsøg. Desuden fortsatte et forsøg med GM-byg/hvede og forsøget med fruktan-rajgræs, mens et forsøg med GM-Gåsemad blev afsluttet. Der var 27 nye markedsføringsansøgninger i EU i 2008: Tre insekt- og herbicidtolerante bomuld, fem herbicidtolerante bomuld, en insektresistent bomuld, otte insekt- og herbicidtolerante majs, tre insektresistente majs, en herbicidtolerant majs, to herbicidtolerante raps og fire herbicidtolerante sojabønner. Kun tre af majssagerne omhandlede dyrkning, hvor DMU foreslog konkrete overvågningstiltag. DMU konkluderede i alle sagerne, at der ikke forventes uønskede økologiske konsekvenser, dog med forslag til overvågning i tre af sagerne. DMU kommenterede også 26 forespørgsler fra Miljøstyrelsen om bl.a. NK603- og GA21-majsen samt forslag til revideret overvågning og antibiotikaresistensmarkører. På verdensplan blev der i 2008 dyrket ca. 125 mil. ha GM-afgrøder af Bt/HT-majs, HT-sojabønne, Bt/HT-bomuld og HT-raps. I EU blev der atter dyrket Bt-majs MON810 på 107.725 ha i syv lande med de største arealer i Spanien men ingen i Frankrig.
- Emneord: Genmodificerede planter, GMP, økologisk risikovurdering, forsøgsudsætning, markedsføring.
- Layout: Charlotte Kler
Forsidefoto: Mathias Andersen
Illustrationer: Grafisk værksted, DMU Silkeborg
- ISBN: 978-87-7073-120-1
ISSN (elektronisk): 1600-0048
- Sideantal: 48
- Internetversion: Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) på DMU's hjemmeside <http://www.dmu.dk/Pub/FR738.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 2008 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 23
- 3.3 Øvrige kommentarer 23

4 Dyrkning af genmodificerede planter 24

- 4.1 Dyrkning af GM-afgrøder i EU og resten af Europa 26

5 ECOGEN-projektet 27

- 5.1 Introduktion 27
- 5.2 Sammendrag af resultater 28
- 5.3 Udvalgte publikationer fra ECOGEN-projektet 32

6 Øvrig forskning og rådgivning i risici og overvågning af effekter af GM-planter 35

7 Årets positive, sjove eller anderledes nyheder om GMO'er 36

8 Publikationer og referencer 47

- DMU publikationer om GM-planter, risikovurdering og sameksistens i 2008 47
- Øvrige referencer i teksten 47

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 syv afsnit, der beskriver de aktuelle tendenser for risikovurderingen og anvendelsen af genmodificerede planter i 2008: 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. Resultaterne fra ECOGEN-forskningsprojektet vedr. dyrkningsmetoder og effekter af GMP, 6. Øvrig forskning i GM-ricisi og 7. Årets nyheder.

1 Sammenfatning

Rapporten giver en oversigt over DMU's arbejde med økologisk risikovurdering af genmodificerede planter (GMP) i 2008. DMU's aktiviteter på dette område er, foruden at foretage forskning, også at understøtte Miljøstyrelsens myndighedsopgave med ekspertise vedrørende de økologiske effekter og konsekvenser af GMP.

Før en ny GMP kan godkendes til dyrkning, skal dens egenskaber først være testet i markforsøg, de såkaldte forsøgsudsætninger. I 2008 blev der i EU foretaget i alt 87 nye forsøgsudsætninger med 15 forskellige plantearter og krydsninger. De fleste forsøg var som i tidligere år med majs (53 %), efterfulgt af bomuld (8 %) kartoffel (5 %) og sukkerroe (4 %). De fleste af planterne var genmodificerede til herbicidtolerance og/eller insektresistens. Antibiotikaresistensmarkører indgik i 16 % af forsøgsplanterne. I Danmark var der to nye forsøgsudsætninger og fire fortsatte forsøg med glyfosattolerant GM-majs samt fortsatte forsøg med genmodificeret byg, hvede og GM-rajgræs.

DMU's risikovurdering foretages efter en analyse af konsekvenserne af de ændrede egenskaber hos GM-planten. Risikoen for en uønsket miljømæssig effekt vurderes som de miljømæssige konsekvenser x sandsynlighed for at den vil ske. Der var 27 nye ansøgninger om markedsføring i EU i 2008 (kun 18 i 2007). Kun tre af anmeldelserne var til import og dyrkning: To insekresistente Bt-majs og en herbicidtolerant majs. Resten af anmeldelserne, ni bomuld, ni majs, to raps og fire sojabønner var kun import. DMU's kommentarer vedr. eventuelle økologiske konsekvenser drejede sig især om uønskede effekter og betingelserne for overvågning. De 26 forespørgsler inkluderede spørgsmål til nye eller tidligere markedsføringssager bl.a. om: Udvidelse af forsøgsarealer, indeslutningsforanstaltninger, forsøgsudsætninger og evt. miljøeffekter af NK603- og GA21-majsen, antibiotikaresistensmarkører og eventuelle langtidseffekter på mus af GM-majs. Rapporten indeholder desuden en oversigt over resultaterne af et dansk ledet EU-projekt, ECOGEN, om effekterne af GMP på miljøet og redskaber til analyse af konsekvenser ved anvendelsen.

På verdensplan blev der i 2008 dyrket ca. 125 mil. ha GM-afgrøder, hvoraf 99 % bestod af Bt- og HT-majs (HT: Herbicid Tolerant), HT-sojabønne, Bt- og HT-bomuld samt HT-raps. I EU blev der igen i 2008 dyrket Bt-majs af linien MON810 i Spanien (79.300 ha), Tjekkiet (8.400 ha), Rumænien (7.100 ha), Portugal (4.800 ha), Tyskland (3.200 ha) og lidt i Slovakiet og Polen (i alt ca. 4.900 ha), men ingen i Frankrig.

2 Forsøgsudsætninger med genmodificerede planter

Hovedreglen i den trinvis godkendelsesproces er, at den genmodificerede plante kan blive forsøgsudsat til dyrkning i marken, hvis laboratorie- og væksthushorsøg har givet sikkerheds- og dyrkningsmæssigt tilfredsstillende resultater. Det ansøgende biotek-firma 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 import.

Der har pr. 08/9, 2008, i alt været 2352 ansøgninger om forsøgsudsætning i EU med mere end 80 forskellige plantearter og krydsninger (<http://bgmo.jrc.ec.europa.eu/deliberate/doc/snifs.pdf>). Hver ansøgning om forsøgsudsætning kan indeholde flere markforsøg. I Danmark har der i perioden 1990-2008 været i alt 48 ansøgninger om forsøg med foder- og sukkerroer (126 marker), kartoffel (18 marker), raps (12 marker), majs (10 marker), GM-rajgræs (1 mark) og GM-gåsemad til detektion af landminer (1 mark).

Tabel 1. Oversigt over genmodificerede plantearter i nye EU forsøgsudsætninger 01.01 – 31.12. 2008.

Art	Antal ansøgninger
Majs (<i>Zea mays</i>)	53
Bomuld (<i>Gossypium hirsutum</i>)	8
Kartoffel (<i>Solanum tuberosum</i>)	5
Sukkerroe (<i>Beta vulgaris</i>)	4
Appelsin (<i>Citrus sinensis</i>)	3
Citrang (<i>Citrus sinensis</i> x <i>Poncirus trifoliata</i>)	2
Hvede (<i>Triticum aestivum</i>)	2
Poppel (<i>Populus alba</i> x <i>tremula</i> , <i>P. deltoides</i>)	2
Vårbyg (<i>Hordeum vulgare</i>)	2
Agurk (<i>Cucumis sativus</i>)	1
Gåsemad (<i>Arabidopsis thaliana</i>)	1
Raps (<i>Brassica napus</i>)	1
Sort Natskygge (<i>Solanum nigrum</i>)	1
Tobak (<i>Nicotiana tabacum</i>)	1
Vorte-Birk (<i>Betula pendula</i>)	1
I alt	87

2.1 Registrering og vurdering af udenlandske forsøgsudsætninger

De udenlandske ansøgninger om forsøgsudsætning fra biotek-firmaer eller forskningsinstitutioner bliver fremsendt i summarisk form som et Summary Notification and Information Format, SNIF. 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 2008 (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 2008

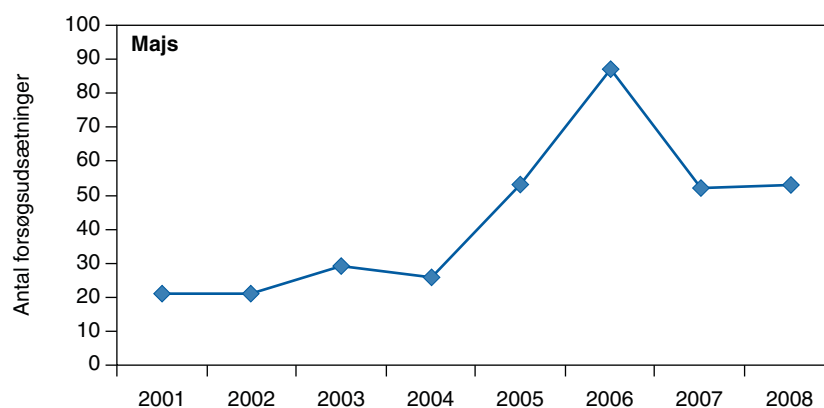
Der blev i perioden 01.01 til 31.12 2008 indhentet oplysninger fra i alt 87 nye Summary Notifications (SNIF) over planlagte eller igangværende udsætningsforsøg i EU. I 2006 og 2007 blev der til sammenligning modtaget henholdsvis 129 og 89 nye SNIF'er. De nye SNIF'er er fordelt på følgende ansøgerlande: Spanien (45), Rumænien (9), Tyskland (7), Ungarn (2), Sverige (4), Holland (2), Slovakiet (4), Tjekkiet (3), Danmark (2), Portugal (2), Polen (3), Belgien (1), Finland (1), og Storbritannien (1). Specielt bemærkelsesværdig er Frankrig, hvor der ikke blev foretaget nogen forsøgsudsætninger i 2008 og kun 2 i 2007 sammenlignet med 2006, hvor der var 31 forsøgsudsætninger. Der var ikke forsøgsudsætninger i nye EU-lande i 2008. Der har således stadig (officielt) ikke været forsøgsudsætninger i Bulgarien, Cypern, Slovenien og Estland. Detaljerede oplysninger om forsøgsudsætningerne kan findes på: <http://gmoinfo.jrc.ec.europa.eu/>.

Tabel 2. Antal forsøgsudsætninger i de nye EU-lande i perioden 2004-2008. Bulgarien og Rumænien blev først medlemmer af EU i 2007.

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

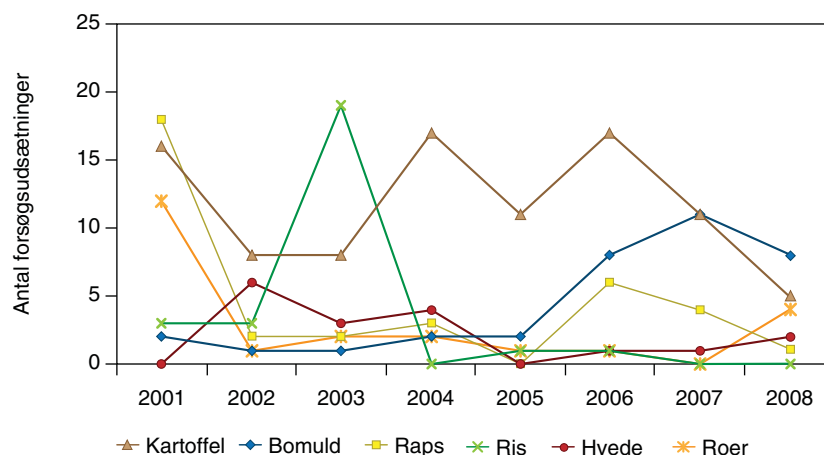
Det ses, at Polen, Ungarn og Tjekkiet har været de lande, som hurtigst og i størst omfang har påbegyndt forsøg med GM-planter efter medlemskabet af EU i 2004 (Tabel 2). Rumænien, der først blev medlem i 2007, har også iværksat et stort antal forsøgsudsætninger, mens tre østeuropæiske lande samt Cypern endnu ikke har haft forsøgsudsætninger.

En oversigt over de 15 genmodificerede plantearter, der indgik i forsøgsudsætninger, som blev startet i 2008, er vist i Tabel 1. Den hyppigste forsøgsplante i 2008 var som i tidligere år majs, der indgik i 61 % af forsøgene efterfulgt af bomuld (9,2 %), kartoffel (5,7 %) og sukkerroe (4,6 %). De øvrige 11 plantearter udgjorde tilsammen knap 20 % af forsøgene. Specielt var der hele fire forsøgsudsætninger med sydfrugterne appelsin og citrange, der er en krydsning mellem to citrusfrugter. Desuden var der fire forsøgsudsætninger med hvede og vårbyg. Der var i sammenligning med de foregående år ingen nye arter på den samlede liste over forsøgsudsætninger.



Figur 1. Ændringer i antallet af forsøgsudsætninger med genmodificeret majs i ansøgninger fra perioden 2001 til 2008.

Antallet af forsøgsudsætninger med GM-majs var næsten uændret i forhold til 2007, men lavere end i 2006, der var et foreløbigt rekordår (Figur 1). Tilbagegangen for antallet af forsøgsudsætninger med kartoffel i 2007 fortsatte i 2008 med det laveste antal forsøg i hele perioden 2001-2008 (Figur 2). Tilbagegangen for raps fortsatte i 2008, hvor der kun var en enkelt ny forsøgsudsætning. Forsøgene med roer er aftaget markant efter 2001, men viste overraskende en lille fremgang i 2008. Forsøgsudsætninger med hvede har været få i de seneste fire år, men der var dog to nye forsøg i 2008. Der var markant flere nye forsøg med bomuld i perioden 2006-08 i forhold til perioden 2003-05 (Figur 2). Forsøgene med ris er opført efter 2006, men har bortset fra et enkelt år altid været få.



Figur 2. Ændringer i antallet af forsøgsudsætninger af de 6 almindeligste (- majs) genmodificerede planter i ansøgninger fra perioden 2001 til 2008.

Hovedparten (ca. 70 %) af anmeldelserne til forsøgsudsætning er fra biotek-firmaer eller fra fødevarerindustrien. Hovedformålet har været at undersøge de agronomiske egenskaber hos GM-planten såsom vækst og udbytte som basis for en sortsgodkendelse. En mindre del af anmeldelserne (ca. 15 %), hvoraf de fleste er fra universiteter eller andre forskningsinstitutioner, har et grundvidenskabeligt sigte: fx fotosyntese, resistensudvikling eller blomstring. Miljømæssige problemstillinger indgik i 21 anmeldelser med bl.a. undersøgelser over effekter på ikke-målorganismer som fx leddy, tørke og kuldetolerance samt effekter af klimaændringer (5 anmeldelser).

Fordelingen af de anvendte genmodificerede egenskaber i de nye forsøgsudsætninger i 2008 er vist i Tabel 3. Hovedparten af planterne (77 %) er genmodificeret til herbicidtolerance, der primært har en landbrugsmæssig anvendelse ved ukrudtsbekæmpelse med herbicider. Tolerancegenet er dog ofte også benyttet som markør ved udviklingen af GM-planten. I forsøgsudsætningerne med herbicidtolerante planter var der forholdsmæssigt flere anmeldelser med glyfosat i forhold til glufosinat end i 2007. Antallet af anmeldelser med herbicidet sulfonyleurea var næsten uforandret fra 2007-08, mens antallet af forsøgsudsætninger med imidazolinon var faldet kraftigt fra syv til kun én i 2008. Knap halvdelen af planterne (46 %) var gjort insektresistente ved hjælp af Bt-toksiner. Andelen af insektresistente planter viste dog et lille fald i forhold til de to seneste år og er nu nede på 46 % af forsøgene. Forsøg med GM-planter med nye indholdsstoffer (især kulhydrater og proteiner) viste igen i år et

lille fald i forhold til 2007 og er nu nede 10 % af forsøgsudsætningerne. Der var en tydeligt fremgang i forsøg med ændrede planteegenskaber (9 %) med fx forhindret blomstring, ændret morfologi, øget fotosyntese og stresstolerance.

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 16 % af forsøgsplanterne i 2008, hvilket er 3 % point mindre end i 2007. Anvendelsen af herbicidtolerance (inklusive markører) viser en procentmæssig lille tilbagegang fra 83 % i 2007 til 77 % i 2008.

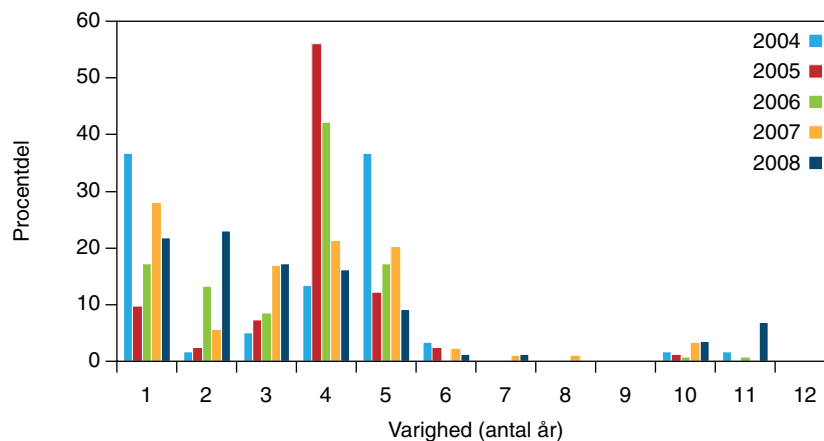
Godt 24 % af ansøgningerne omfattede planter med kun én genmodificeret egenskab, her helt overvejende glyfosattolerance (19 ud af 21 anmeldelser). Flertallet af forsøgsplanterne indeholdt dog en kombination af flere forskellige egenskaber. Således havde 44 planter (svarende til knap 51 % af anmeldelserne) to indsatte egenskaber, og 10 planter (svarende til 9 % af planterne) havde 3 indsatte egenskaber. Da der var anmeldt en del krydsninger mellem to, tre eller flere GM-majssorter, var der 7 forsøgsudsætninger i 2008, som havde fire eller fem indsatte egenskaber (svarende til 8 %) og 5 planter med seks indsatte egenskaber (svarende til 5,7 % af planterne).

Der har været en tendens til, at antallet af egenskaber i GM-planterne er øget i de seneste fem år. Den almindeligste kombination var som i tidligere år herbicidtolerance og insektresistens (35 forsøg svarende til ca. 40 % af planterne).

Tabel 3. Genmodificerede egenskaber hos planter i nye EU-forsøgsudsætninger 1.01. – 31.12. 2008. 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 forsøgsudsætninger
Herbicidtolerance		77
Glyfosat	50	
Glufosinat	25	
Imidazolinon	1	
Phosphinothricin	5	
Sulfonylurea	12	
Antibiotika-resistensmarkører		16
Ampicillin	1	
Kanamycin	7	
Hygromycin	3	
Neomycin	3	
Metabolske markører		5
Mannose-tolerance	4	
Indholdsstoffer		10
Kulhydrater, stivelse	3	
Lipider	1	
Proteiner, aminosyrer	4	
Andet (reduceret lignin)	1	
Insekt-resistens, etc.:		46
Bt-toksiner	41	
Patogen-resistens:		6
Svampe	3	
Virus	1	
Nematoder	1	
Ændrede planteegenskaber		9
Tidlig eller forhindret blomstring	3	
Ændret frugtaroma	1	
Ændret morfologi	1	
Øget mutagenese	1	
Øget indhold af fotosyntese proteiner	1	
Øget biotisk stresstolerance	1	

Hovedparten af forsøgsudsætningerne i den seneste femårs periode havde en varighed på mellem et og fem år. Der har dog været særlig mange forsøgsudsætninger af et, fire eller fem års varighed (Figur 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 effekter inden markedsføringen.



Figur 3. Varigheden af forsøgsudsætninger af GMP i nye ansøgninger fra perioden 2004 til 2008.

2.3 Risikovurdering og kommentering af danske forsøgsudsætninger

Når Danmark er ansøgerland, er kravene til behandling af sagerne udvidet i forhold til udenlandske forsøgsudsætninger bl.a. med indhentning af yderligere oplysninger, muligheder for krav om miljørelevante undersøgelser og krav til indeslutning og efterbehandling af forsøgsarealer. I 2008 var der som tidligere flere nye anmeldelser om forsøgsudsætninger af GMP'er i Danmark.

http://www.mst.dk/Genteknologi/Forsøgsudsætning/Forsøgsuds_Danmark.htm:

1. To nye forsøgsudsætninger ved Holsted og Middelfart af GA-21-majs, der er glyfosattolerant. Forsøgene forventes afsluttet i 2012.
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. Et fortsat semi-field forsøg på Forskningscenter Flakkebjerg med genmodificeret byg og hvede med ændret fosfat- og nitrogenmetabolisme i fugletætte volierer og pollentætte poser.
4. Forsøgsudsætningen fra DLF-Trifolium med genmodificeret rajgræs (*Lolium perenne* L.) fortsatte med afslutning i 2008. Rajgræsset har et øget fruktan-indhold for at give en forbedret foderværdi for kvæget.
5. En mindre forsøgsudsætning af GM-gåsemad ved Jægerspris blev afsluttet med overvågning i 2008.

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 i de nærmest kommende år.

De danske indstillinger til årets nye forsøgsudsætninger kan ses på Miljøstyrelsens hjemmeside:

http://www.mst.dk/Genteknologi/Forsøgsudsætning/Forsøgsuds_Danmark.htm

I Sverige var der fire nye forsøgsudsætninger i 2008 med GM-planter, som eventuelt også vil kunne anvendes til dyrkning i Danmark: En ny forsøgsudsætning med raps med forbedret oliesammensætning i frøene, en forsøgsudsætning med insektresistente popler, en forsøgsudsætning med en virusresistent og glyfosattolerant sukkerroe samt en gåsemad med ændrede fotosynteseproteiner. Desuden er der fortsatte forsøg med kartofler med ændret stivelsessammensætning eller resistens mod svampeangreb. I Finland var der en ny forsøgsudsætning med birk som er genmodificeret til at forhindre blomstring og dermed pollenspredning.

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 straks 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 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.

Risikovurderingen af ansøgninger, der indsendes under forordningen om genetisk modificerede fødevarer og foderstoffer, foregår hos 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. Efter et kort referat af anmeldelsen bliver den umodificerede plantes biologi og dyrkningsforhold beskrevet. Derefter følger afsnit, der omhandler de genmodificerede egenskaber i GM-planten, som fx Bt-insektresistens virkemåde på målorganismen 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 ekspresion 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 forhold reguleres nævnes.

Når en anmeldelse bliver vurderet, indledes med en registrering af materialet set i relation til tidligere sager. Dernæst gennemgås anmeldelsen for at se, om der er de nødvendige informationer vedrørende de genmodificerede egenskaber og anvendelsen af planten. Dette inkluderer også 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 en insektresistent Bt-plante, hvor egenskaberne kan overføres til vilde slægtninge. Dette 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 målorganismen.
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 ubetydelig 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 2008 blev der anmeldt 27 sager til markedsføringsgodkendelse i EU under EFSA-direktivet, der også inkluderer at bestemmelserne i udsætningsdirektivet 2001/18/EF overholdes (Tabel 4). Ud af disse sager var 16 anmeldelser til fornyet godkendelse. Samlet set var kun tre af anmeldelserne til import, dyrkning og videreforarbejdning. De var alle majs: Den insektresistente MON810, den glufosinattolerante T25-majs samt en glyfosattolerant og insektresistent MON88017-majs. Resten af anmeldelserne, ni bomuld, ni majs, to raps og fire sojabønner, drejede sig kun om import og videreforarbejdning til foder eller fødevarer.

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

- 1) Herbicidtolerant majs T25: Ved evt. dyrkning foreslås konkrete tiltag med overvågning af effekter på ukrudtsfloraen og insektlivet i marken forårsaget af ændringer i sprøjteregimet.
- 2) Insektresistent majs MON810: Ved dyrkning bør eventuelle uønskede effekter på sommerfugle overvåges.
- 3) Insektresistent og herbicidtolerant majs MON-88017: Ved dyrkning bør det overvåges, om der er uønskede effekter på ikke-målorganismer (specielt bladbiller).

DMU konkluderede i alle sagerne, at der ikke forventes uønskede økologiske konsekvenser, dog med forslag til overvågning i de tre ovenfor nævnte sager.

De danske indstillinger til nuværende eller tidligere anmeldelser til markedsføring under udsætningsdirektivet 2001/18/EF eller 1829/2003/EF kan søges på Folketingets hjemmeside:

(<http://www.folketinget.dk/doc.aspx?samling/20061/MENU/00000002.htm>).

Der er desværre for nærværende ikke adgang til de danske indstillinger på Miljøstyrelsens hjemmeside om GMO.

Tabel 4. Risikovurdering af genmodificerede planter anmeldt til markedsføring i EU 2008 under direktiv 1829/2003/EF til EF-SA¹, som inkluderer, at bestemmelserne i Udsætningsdirektivet 2001/18/EF overholdes. Forekomst af antibiotikaresistensmarkerer er ikke medtaget i tabellen.

Planteart, genetisk event	Genmodificerede egenskaber	Notifikations-nr . ansøgerland ²	Anvendelse	Økologisk risikovurdering, hovedkonklusioner ¹
Bomuld (<i>Gossypium vulgare</i>), GHB614	Herbicidtolerance (glyfosat)	EFSA-GMO-NL-2008-51, Nederlandene	Import til videreforarbejdning til foder og fødevarer (ikke dyrkning)	Ingen uønskede økologiske konsekvenser da planten ikke skal anvendes til dyrkning.
Bomuld (<i>Gossypium vulgare</i>), MON1445	Herbicidtolerance (glyfosat)	EFSA-GMO-RX-MON1445, -	Import til videreforarbejdning til foder og fødevarer (ikke dyrkning)	Ingen uønskede økologiske konsekvenser da planten ikke skal anvendes til dyrkning.
Bomuld (<i>Gossypium vulgare</i>), MON15985 x MON1445	Insektresistent mod bomulds møllet og andre natsværmere (Bt-toksin); herbicidtolerance (glyfosat)	EFSA-GMO-UK-2008-58, Storbritannien	Import til videreforarbejdning til foder og fødevarer (ikke dyrkning)	Ingen uønskede økologiske konsekvenser da planten ikke skal anvendes til dyrkning.
Bomuld (<i>Gossypium vulgare</i>), MON15985	Insektresistent mod bomulds møllet og andre natsværmere (Bt-toksin)	EFSA-GMO-RX-MON15985, -	Import til videreforarbejdning til foder og fødevarer (ikke dyrkning)	Ingen uønskede økologiske konsekvenser da planten ikke skal anvendes til dyrkning og den ikke importeres som levende GMO.
Bomuld (<i>Gossypium vulgare</i>), MON15985 x MON1445	Insektresistent mod bomulds møllet og andre natsværmere (Bt-toksin); herbicidtolerance (glyfosat)	EFSA-GMO-RX-MON15985x MON1445, -	Import til videreforarbejdning til foder og fødevarer (ikke dyrkning)	Ingen uønskede økologiske konsekvenser da planten ikke skal anvendes til dyrkning og den ikke importeres som levende GMO.
Bomuld (<i>Gossypium vulgare</i>), MON531	Insektresistent mod bomulds møllet (Bt-toksin)	EFSA-GMO-RX-MON531, -	Import til videreforarbejdning til foder og fødevarer (ikke dyrkning)	Ingen uønskede økologiske konsekvenser da planten ikke skal anvendes til dyrkning og den ikke importeres som levende GMO.
Bomuld (<i>Gossypium vulgare</i>), MON531x MON1445	Insektresistent mod bomulds møllet (Bt-toksin); herbicidtolerance (glyfosat)	EFSA-GMO-RX-MON531x MON1445, -	Import til videreforarbejdning til foder og fødevarer (ikke dyrkning)	Ingen uønskede økologiske konsekvenser da planten ikke skal anvendes til dyrkning og den ikke importeres som levende GMO.
Bomuld (<i>Gossypium vulgare</i>), MON88913	Herbicidtolerance (glyfosat)	EFSA-GMO-UK-2007-41, Storbritannien	Import til videreforarbejdning til foder og fødevarer (ikke dyrkning)	Ingen uønskede økologiske konsekvenser da planten ikke skal anvendes til dyrkning
Bomuld (<i>Gossypium vulgare</i>), MON88913 x MON15985	Herbicidtolerance (glyfosat); Insektresistent mod larver af bomulds møllet og andre uglearter (Bt-toksiner)	EFSA-GMO-UK-2007-42, Storbritannien	Import til videreforarbejdning til foder og fødevarer (ikke dyrkning)	Ingen uønskede økologiske konsekvenser da planten ikke skal anvendes til dyrkning

Table 4, forts. Risikovurdering af genmodificerede planter anmeldt til markedsføring i EU 2008 under direktiv 1829/2003/EF til EFSA¹, som inkluderer, at bestemmelserne i Udsætningsdirektivet 2001/18/EF overholdes. Forekomst af antibiotika-resistensmarkørgener er ikke medtaget i tabellen.

Planteart, genetisk event	Genmodificerede egenskaber	Notifikations-nr, Ansøgerland ²	Anvendelse	Økologisk risikovurdering, hovedkonklusioner ¹
Majs (<i>Zea Mays</i>) 1507	Insektresistent mod majsboeren og nogle ugle-arter (Bt-toksin); herbicidtolerance (glyfosat)	EFSA-GMO-RX-1507 -	Import til videreforarbejdning til foder og fødevarer (ikke dyrkning)	Ingen uønskede økologiske konsekvenser da planten ikke skal anvendes til dyrkning og den ikke importeres som levende GMO
Majs (<i>Zea Mays</i>) Bt11	Insektresistent mod majsboeren og beslægtede arter (Bt-toksin), herbicidtolerance (glufosinat)	EFSA-GMO-RX-Bt11 -	Import til videreforarbejdning til foder og fødevarer (ikke dyrkning)	Ingen uønskede økologiske konsekvenser da planten ikke skal anvendes til dyrkning
Majs (<i>Zea Mays</i>) Bt11 x GA21	Insektresistent mod majsboeren og beslægtede arter (Bt-toksin), herbicidtolerance (glufosinat); herbicidtolerance (glyfosat)	EFSA-GMO-RX-1507 -	Import til videreforarbejdning til foder og fødevarer (ikke dyrkning)	Ingen uønskede økologiske konsekvenser da planten ikke skal anvendes til dyrkning
Majs (<i>Zea Mays</i>) Bt11 x MIR604	Insektresistent mod majsboeren og beslægtede arter (Bt-toksin), herbicidtolerance (glufosinat); insektresistens mod majsrodormen, mannose-markør	EFSA-GMO-RX-Bt11 x MIR604 -	Import til videreforarbejdning til foder og fødevarer (ikke dyrkning)	Ingen uønskede økologiske konsekvenser da planten ikke skal anvendes til dyrkning
Majs (<i>Zea Mays</i>) MIR604 x GA21	Insektresistent mod majsrodormen (Bt-toksin), mannose-markør; herbicidtolerance (glyfosat)	EFSA-GMO-UK-2007-48, Storbritannien	Import til videreforarbejdning til foder og fødevarer (ikke dyrkning)	Ingen uønskede økologiske konsekvenser da planten ikke skal anvendes til dyrkning
Majs (<i>Zea Mays</i>) MIR604 x GA21	Insektresistens mod majsrodormen, mannose-markør; herbicidtolerance (glyfosat)	EFSA-GMO-UK-2007-50, Storbritannien	Import til videreforarbejdning til foder og fødevarer (ikke dyrkning)	Ingen uønskede økologiske konsekvenser da planten ikke skal anvendes til dyrkning
Majs (<i>Zea Mays</i>) MON810	Insektresistent mod majsboeren og beslægtede arter (Bt-toksin)	EFSA-GMO-RX-MON810 -	Import til videreforarbejdning til foder og fødevarer samt dyrkning	Hvis majsken skal dyrkes bør eventuelle uønskede effekter på truede sommerfugle overvåges.
Majs (<i>Zea Mays</i>) MON863 x MON810	Insektresistent mod majsrodormen og beslægtede arter (Bt-toksin); insektresistent mod majsboreren (Bt-toksin)	EFSA-GMO-RX-MON863 x MON810 -	Import til videreforarbejdning til foder og fødevarer (ikke dyrkning)	Ingen uønskede økologiske konsekvenser da planten ikke skal anvendes til dyrkning og den ikke importeres som levende GMO.
Majs (<i>Zea Mays</i>) MON863	Insektresistent mod majsrodormen og beslægtede arter (Bt-toksin)	EFSA-GMO-RX-MON863 -	Import til videreforarbejdning til foder og fødevarer (ikke dyrkning)	Ingen uønskede økologiske konsekvenser da planten ikke skal anvendes til dyrkning og den ikke importeres som levende GMO.
Majs (<i>Zea Mays</i>) MON863 x NK603	Insektresistent mod majsrodormen og beslægtede arter (Bt-toksin); herbicidtolerance (glyfosat)	EFSA-GMO-RX-MON863xNK603 -	Import til videreforarbejdning til foder og fødevarer (ikke dyrkning)	Ingen uønskede økologiske konsekvenser da planten ikke skal anvendes til dyrkning og den ikke importeres som levende GMO.
Majs (<i>Zea Mays</i>) MON88017	Insektresistent mod majsrodormen og beslægtede arter (Bt-toksin); herbicidtolerance (glyfosat)	EFSA-GMO-CZ-2008-54, Tjekkiet	Import af frø til dyrkning	Ved dyrkning bør det overvåges om der er effekter på ikke-målorganismer (specielt bladbiller)

Table 4, continued. Risk assessment of genetically modified plants notified for marketing in EU 2008 under Directive 1829/2003/EC to EFSA¹, which includes that the provisions in the Authorization Directive 2001/18/EC are complied with. Occurrence of antibiotic-resistance markers is not included in the table.

Plant type, genetic event	Genetically modified characteristics	Notification number, applicant country ²	Use	Ecological risk assessment, main conclusions ¹
Maize (<i>Zea Mays</i>) T25	Herbicide tolerance (glufosinate)	EFSA-GMO-NL-2007-46, Netherlands	Import for further processing for feed and foodstuffs and cultivation	No unexpected adverse ecological consequences. Upon cultivation, monitoring of possible effects on weed flora and insect life of changes in the spray regime in the field
Rapeseed (<i>Brassica napus</i>) GT73	Herbicide tolerance (glyphosate)	EFSA-GMO-RX-GT73 -	Import for further processing for feed and foodstuffs (not cultivation)	No adverse ecological consequences as the plant is not used for cultivation and is not imported as a living GMO.
Rapeseed (<i>Brassica napus</i>) MS8/RF3	Altered reproduction with partial sterility and restoration system, herbicide tolerance (glufosinate)	EFSA-GMO-RX-MS8-RF3 -	Import for further processing for feed and foodstuffs (not cultivation)	No adverse ecological consequences as the plant is not used for cultivation and is not imported as a living GMO. Over-monitoring of possible spread of transgenes is recommended
Soybean (<i>Glycine max</i>) 305443	Altered oil content (olein), herbicide tolerance (ALS)	EFSA-GMO-NL-2007-45, Netherlands	Import for further processing for feed and foodstuffs (not cultivation)	No adverse ecological consequences as the plant is not used for cultivation
Soybean (<i>Glycine max</i>) 305423 x 40-3-2	Altered oil content (olein), herbicide tolerance (ALS); herbicide tolerance (glyphosate)	EFSA-GMO-NL-2007-47, Netherlands	Import for further processing for feed and foodstuffs (not cultivation)	No adverse ecological consequences as the plant is not used for cultivation
Soybean (<i>Glycine max</i>) 40-3-2	Herbicide tolerance (glyphosate)	EFSA-GMO-RX-40-3-2 -	Import for further processing for feed and foodstuffs (not cultivation)	No adverse ecological consequences as the plant is not used for cultivation
Soybean (<i>Glycine max</i>) A5547-127	Herbicide tolerance (glufosinate)	EFSA-GMO-NL-2008-52, Netherlands	Import for further processing for feed and foodstuffs (not cultivation)	No adverse ecological consequences as the plant is not used for cultivation

¹: Notifications to the European Food Safety Authority (EFSA) can be found at: http://www.efsa.eu.int/science/gmo/gm_ff_applications/catindex_en.html

²: Notifications for re-evaluation after 10 years are not linked to a specific country.

Der er i perioden fremkommet nye oplysninger på flere af de afventende markedsføringssager, forsøgsudsætninger og andre dokumenter. DMU har således fremsendt kommentarer til Miljøstyrelsen på i alt 26 henvendelser bl.a. vedrørende:

- Tre anmeldelser om forsøgsudsætninger af NK603-majsen med vurdering af om der er behov for yderligere oplysninger i relation til udsætningsdirektivet samt kommentarer til høringssvar fra NOAH og bemærkninger fra Risø.
- Tre risikovurderinger og to kommentarer vedr. forsøgsudsætninger af GA21-majsen, udvidelse af forsøgsarealer samt forslag til undersøgelser af evt. miljøeffekter.
- Kommentarer vedr. mulighederne for afslutning af en forsøgsudsætning med MS8xRF3-raps samt for at undgå fremspiring fra spildraps.
- Kommentarer til en østrigsk rapport, der hævder, at der er langtids-effekter på reproduktionen hos laboratoriemus, der er fodret med NK603- og MON810-majs.
- Kommentarer vedr. friholdelse af vegetation og varmebehandling på tidligere forsøgsarealer med GM-gåsemad på Amager.
- To kommentarer til mødet mellem de kompetente myndigheder i EU, bl.a. vedr. formatet for monitoringsrapporten.
- Besvarelser af tre henvendelser vedr. revision af forslag til monitoringskemaer, herunder uddybende kommentarer.
- Kommentarer til rapport for forsøgsudsætning med GM-rajgræs og ønske om fortsat anvendelse af forsøgsarealet uden braklægning.
- To kommentarer vedr. MON810-majsen om risikoen for overførsel af antibiotikaresistens-gener til jordbakterier.
- Kommentar vedr. antibiotikaresistens-markører (ARM) fra *nptII*-genet, som kun medfører en lille sandsynlighed for genoverførsel af resistensvirkningen til jordbakterier.
- Kommentarer og diskussion vedr. en afklaring af formuleringer i forbindelse med intern og offentlig diskussion af meget små sandsynligheder for effekter af GMP.
- Kommentarer og baggrundsmateriale til CA-møder bl.a. vedrørende monitoringsrapporter og checklister.
- Baggrundspapir vedr. forventede udviklingstendenser for dyrkning af GMP.
- Kommentarer til monitoringsrapport for den genmodificerede *Florigene nellike*.

- Kommentarer vedr. eventuelle konsekvenser af interaktioner mellem udsætningsdirektivet og pesticidlovgivningen.
- Forespørgsel vedr. eventuel forekomst af antibiotika-resistensgener (ARM) hos en GM-sojabønnekrydsning og en GM-majskrydsning.

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. Der kan om nødvendigt indhentes yderligere oplysninger fra ansøgeren. Der har i 2008 ligesom i de tre seneste år ikke været nogen nye danske markedsføringssager til vurdering.

3.3 Øvrige kommentarer

DMU har i 2008 yderligere fremsendt projektforslag til Miljøstyrelsen vedr. forbedringer af overvågnings-procedureerne.

4 Dyrkning af genmodificerede planter

De dyrkede arealer med GM-planter viste igen i 2008 en fortsat jævn stigning med 9 % på verdensplan til i alt ca. 125 mil. ha.

Der blev dyrket GM-afgrøder i 25 lande i 2008, hvilket er to lande mere end i 2007. Ægypten og Burkina Faso var nye lande, hvor der blev dyrket hhv. Bt-majs og Bt-bomuld (James 2008). Halvdelen af arealerne med GM-afgrøder findes i USA. De vigtigste dyrkningslande foruden USA er Argentina, Brasilien, Canada, Indien, og Kina med samlet mere end 44 % af dyrkningsarealerne (Tabel 5).

Det samlede areal af GM-afgrøder udgjorde i 2008 ca. 125 mil. ha. Det forventes, at der vil være mindst 200 mil. ha med GM-afgrøder i 2015 (James 2008). Til sammenligning steg dyrkningen af GM-afgrøder fra 1,7 mil. ha i 1996 til 52,6 mil. ha i 2001. 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 5. Arealer med GM-afgrøder i de tolv vigtigste dyrkningslande i 2008. Afgrøder med de største arealer er nævnt først. (Kilde: James 2008).

Land	Areal (mil. ha)	GM-afgrøder
USA	62,5	Sojabønne, majs, bomuld, raps, squash, papaja, lucerne, kartoffel, sukkerroe
Argentina	21,0	Sojabønne, bomuld, majs
Brasilien	15,8	Sojabønne, bomuld, majs
Canada	7,6	Raps, majs, sojabønne, sukkerroe
Indien	7,6	Bomuld
Kina	3,8	Bomuld, tomat, popler, petunia, papaja, peberfrugt
Paraguay	2,7	Sojabønne
Sydafrika	1,8	Bomuld, majs, sojabønne
Uruguay	0,7	Sojabønne, majs
Bolivia	0,6	Sojabønne
Filippinerne	0,4	Majs
Australien	0,2	Bomuld, raps, nellike
Øvrige (13 lande)	0,3	Majs, bomuld, sojabønne

Mere end 99 % af GM-afgrøderne bestod i 2008 af: Sojabønne, bomuld, majs og raps (Tabel 6). Det samlede areal af GM-afgrøder udgjorde i 2008 ca. 125 mil. ha. Det forventes at der vil være mindst 200 mil. ha med GM-afgrøder i 2015 (James 2008).

Tabel 6. GM-andelen af de fire globalt vigtigste afgrøder i 2008 (Kilde: James 2008).

Afgrøde	Globalt areal (mil. ha.)	GM areal (mil. ha.)	GM-areal i % af det samlede globale dyrkningsareal
Sojabønne	95	65,8	70
Bomuld	34	15,5	46
Majs	157	37,3	24
Raps	30	5,9	20
Alle afgrøder	316	125,0	40

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 6). Til sammenligning var således kun 13 % af bomulden og 19 % af majs genmodificeret i 2001 (James 2002). GM-raps har også haft en kraftig fremgang fra kun 5 % i 2001 til 20 % i 2008. For sojabønne har udviklingen været fra 63 % i 2001, 64 % i 2007 med en efterfølgende stigning i 2008 til 70 % af sojabønne-dyrkningsarealet.

Hovedparten af de dyrkede GM-afgrøder i perioden fra 1997-2008 har været herbicidtolerante, som er langt den mest anvendte genmodificerede egenskab på verdensplan (Tabel 7). Der er dog tilsyneladende tendens til en faldende andel fra 2001-2007. En øget andel af GM-planterne er blevet både herbicidtolerante og insektresistente. Således er 22 % af GM-afgrøderne i 2008 både herbicidtolerante og insektresistente. Andelen af GM-afgrøder som kun er insektresistente, var mindre i 2008 end i 1997.

Tabel 7. Egenskaber (i %) hos de globalt dyrkede GM-afgrøder i perioden 1997- 2008 (Kilde: James 1997, 2001, 2008).

Egenskab	1997	2001	2008
Herbicidtolerance (HT)	54	77	63
Insektresistens (IR)	31	15	15
HT + IR	< 1	8	22
Virusresistens / andet	14	< 1	< 1
Total	100	100	100

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

I EU blev der i 2008 dyrket 107.725 ha Bt-majs i syv lande, hvilket er en lille tilbagegang fra sidste år, som væsentligst skyldes, at Frankrig havde udstedt et internt forbud mod dyrkning. Der blev dyrket Bt-majs i syv EU-lande i 2008: Spanien, Tjekkiet, Portugal, Tyskland, Slovakiet, Rumænien og Polen (GMO Compass 2008). Tjekkiet, Rumænien, Polen og Slovakiet har udvidet dyrkningsarealerne med genmodificeret majs betydeligt i de seneste år (Tabel 8). Produktionen fra disse lande udgør nu ca. 19 % af den samlede majsproduktion i EU (Tabel 8, GMO-Compass 2008b). De dyrkede GM-majs er alle af linien MON810 krydset med forskellige andre dyrkningssorter, som dermed alle bliver resistente mod larveangreb fra billen kornboreren. I modsætning til forrige år er de samlede dyrkningsarealer med Bt-majs faldet i 2008 (Tabel 8). Dette skyldes det lokale dyrkningsforbud som Frankrig har udstedt.

Tabel 8. Dyrkningsarealer (ha) i EU med Bt-majs i 2006, 2007 og 2008. Kilde: GMO-Compass 2009.

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

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

Der er opstået fornyede interne diskussioner i EU om muligheden for lokale forbud mod GMO-dyrkning. Således overvejes regionale forbud mod dyrkning i Tyskland på baggrund af bl.a. indsigelser om sikkerheden. Landene Frankrig, Grækenland, Østrig og Ungarn forventes også at opretholde de lokale forbud. Dyrkningsarealerne må derfor forventes at blive mindre eller uændrede næste år i flere lande. Langt det meste af den genmodificerede majs anvendes til dyrefoder.

For nærværende er kun den insektresistente GM-majs MON810 fra Monsanto og den herbicidtolerante T25-majs fra Bayer tilladt til dyrkning i EU.

5 ECOGEN-projektet¹

5.1 Introduktion

Jordmiljøet påvirkes af mange af landbrugets aktiviteter, som for eksempel dyrkningsmetoderne (fx brug af pesticider og jordbearbejdning) og afgrødetypen. Foruden de sundhedsmæssige og dyrkningsmæssige vurderinger kræves der også en miljømæssig vurdering før en genmodificeret (GM) afgrøde kan introduceres. Jordens biodiversitet dækker et bredt spektrum af organismegrupper, der hver især kræver specifik ekspertise og erfaring, da jordorganismerne indgår i funktioner, der tilsammen danner et komplekst økosystem. ECOGEN-projektet under EUs 5.-rammeprogram fokuserede især på ændringer i biodiversiteten og betydningen af nedbrydning af organisk materiale. Desuden indgik en økologisk evaluering af GM dyrkningsmetoderne. Projektet blev ledet af seniorforsker Paul Henning Krogh, DMU, og kørte fra 2002 til 2006 med et budget på 23 millioner kr.

Den økologiske risikovurdering af GM- og konventionelle dyrkningsmetoder for jordøkosystemet var i projektet baseret på enkelt-artstests, fler-artstests og langtidsundersøgelser i feltforsøg under en fireårs periode. Eksisterende Trin 1 økotoksikologiske testmetoder (se senere), som er anvendt til testning af kemikalier, blev modificerede til at kunne anvendes med GM plantemateriale og blev validerede i et trinvist opbygget risikovurderingssystem.

Når man foretager en økologisk risikovurdering, er det en ofte anvendt praksis at analysere risikoen i på hinanden følgende trin (*tiers*), hvor et lavere *trin* (med lille kompleksitet og realisme) kan føre til et højere *trin* (høj kompleksitet og realisme). ECOGEN har benyttet en lignende fremgangsmåde, men har ikke brugt princippet om, at et lavere trin altid efterfølges af et højere trin. I stedet har man af videnskabelige grunde anvendt tre *tiers* til at danne et komplet datasæt ved at anvende observationerne fra de lavere *tiers*. Endvidere kan man stille flere spørgsmål og inddrage flere faktorer ved lavere *tiers*, eftersom omkostningerne her er mindre.

Vurderingerne af de økologiske og økonomiske påvirkninger af GM-dyrkningssystemerne blev opnået ved etablering af en felt-eksperimentel infrastruktur, der omfattede både GM- og ikke-GM dyrkningsmetoder på 3 lokaliteter. Forsøgslokaliteterne lå i de tre geografiske zoner, svarende til zonerne for godkendelse af plantebeskyttelsesprodukter: Zone A – Nord (Danmark), Zone B – Centraleuropa (repræsenteret ved en forsøgslokalitet i Nordfrankrig) og Zone C – Syd (Sydfrankrig).

Fremgangsmåden ved den økonomiske *cost-benefit* evaluering af introduktionen af GM afgrøder i Europa blev valgt med henblik på at kunne skelne mellem midlertidige (reversible) påvirkninger og (irreversible)

¹ Dette afsnit er forfattet af Paul Henning Krogh i samarbejde med ECOGEN-deltagerne samt redaktionelt bearbejdet af Gösta Kjellsson.

langtidspåvirkninger. For transgene afgrøder er man generelt mest bekymret over de mulige *uoprettelige* skader og omkostninger som følge af teknologien. For at vurdere dette kan der anvendes grænseværdier, der angiver maksimal trinvis voksende socialt irreversible omkostninger (MISTIC), som et individ eller samfund er villige til at tolerere for at opnå teknologiens fordele. Den økonomiske analyse var i dette tilfælde, hvornår de trinvis voksende omkostninger ville overgå MISTIC-tolerancegrænsen på nationalt plan, for landmænd og for den enkelte EU-borger.

Ved hjælp af en multi-funktionel beslutningsstøttemodel kan der tages beslutninger baseret på viden fra forskellige videnskabelige områder. I modellen kan viden om systemet deles op i funktioner, der tildeles kvalitative symbolske værdier, som påvirker de samlede systemegenskaber.

Fagekspertter formidlede viden om enkeltarter, multi-artssystemer, feltresultater og økonomisk dyrkningsinformation til beslutningsstøtteeksperter, der sammen udviklede en 'regelbaseret model' til forudsigelse af de økonomiske konsekvenser og ændringer i økosystemet.

5.2 Sammendrag af resultater

Analysen af de mange landbrugs- og miljøfaktorer på markniveau viste at påvirkningen af jordbiodiversiteten hovedsageligt skyldtes jordbearbejdning, jordtype, typer af afgrøder, dyrkningshistorien, pesticidanvendelsen og majssorten.

ECOGEN-projektet besvarede spørgsmål om jordbundsøkologiske og økonomiske konsekvenser af introduktion af GM-afgrøder i europæisk landbrug.

De eksisterende testprotokoller for økotoksikologi, der bruges til afprøvnings af kemikalier, blev tilpasset til anvendelse på GM-plantemateriale. Et bredt spektrum af organisme-grupper, der dækkede midler, regnorme, springhaler, protozoer, nematoder og snegle, blev undersøgt for direkte følsomhed over for *Bt*-gift, både i ren kemisk form og i plantebiomassen fra majs i *første-trins* laboratorieforsøg (*tier 1*). Disse forsøg viste ingen virkninger fra *Bt*-toksinet eller af *Bt*-majsen. De udvalgte insektsprøjtemidler kan potentielt påvirke hvirvelløse dyr i jorden. Mikrofaunaen blev dog ikke påvirket af pesticiderne i de mængder, der påførtes marken. Den overordnede konklusion fra *trin ét* er, at man må forvente større påvirkning af hvirvelløse dyr fra anvendelsen af insekticider end fra dyrkningen af *Bt*-majs.

Testsystemer med flere arter i samspil, såkaldte mesokosmer, blev brugt i *trin 2* (*tier 2*) af risikovurderingen. Derved kunne den økologiske kompleksitet i jorden studeres i væksthuse. Effekterne af de relevante faktorer i marken, så som jordtype, pesticidanvendelse og *Bt*-majssorten, blev sammenlignet med effekterne hos deres nær-isogene ikke-*Bt*-sorter. De største effekter blev set for jordtype og plantevækststadiet. GM-plantesorten påvirkede bestanden af mikrofauna i jorden og jordrespirationen i mindre grad end effekter af pesticidanvendelsen. En sammenligning mellem en række *Bt*-majssorter og en række nær-isogene *Bt*-majssorter viste ikke nogen generel tendens i retning af positive eller ne-

gative effekter på de undersøgte jordorganismer. Der var ikke forskelle mellem *Bt*-majssorterne i koncentrationen af *Bt*-gift i planterne eller i jorden, hvori de voksede. De fundne forskelle i indholdet af jordnematoder og jordstruktur mellem majssorterne kunne ikke henføres til planternes *Bt*-egenskaber.

Et omfattende prøvetagningsprogram i marken kørte løbende gennem projektet, hvor effekterne på mikroorganismer (bakterier), protozoer, nematoder, springhaler, mider, enchytræer og regnorme blev undersøgt (*tier 3*). Der blev observeret forskelle mellem *Bt*-majs og nær-isogen majs, der skyldtes årstid, jordtype, jordbearbejdning eller sortsvariation. De effekter, der blev observeret på springhaler og regnorme, skyldtes brugen af glufosinatammonium-herbicidet Basta[®]. *Bt*-majs havde heller ikke nogen negativ indflydelse på nedbrydningen af organisk materiale i forsøgsområderne.

I marker med HT-afgrøder medfører effektiviteten af de bredspektrede herbicider, at der ikke kræves så kraftig jordbearbejdning, som kan påvirke dyrelivet i jorden negativt. Der observeredes således, både for *Bt*- og HT-majs, flest dyr i jord, der ikke var pløjet. I reduceret jordbehandling, hvor der ikke blev efterårspløjet, var der dog væsentligt færre regnorme p.g.a. overfladekultivering om foråret, hvor ormene befinder sig netop i overfladen.

De jordbundsøkologiske vurderinger, der blev foretaget på de tre niveauer: enkelt-arter (*tier 1*), mesokosmos model-samfund (*tier 2*) og mark-økosystemer (*tier 3*), gav forskellige konklusioner for hvert niveau:

1. Jordbundsorganismer, der kun blev holdt i laboratorie- kulturer, blev ikke påvirkede negativt af ren *Bt*-toksin eller af majsplantemateriale, der indholdte *Bt*-toxin.
2. Eksperimentale mesokosmos-testsystemer reagerede hovedsageligt på egenskaber hos majssorterne, som ikke skyldtes *Bt*-toxinet, og pesticider.
3. Reaktionen hos jordbunds biodiversitet i marken stammede hovedsageligt fra jordbearbejdning, forskelle i jordtype, afgrødetype samt dyrkningshistorien, pesticidforbrug og majssorten.

De to højere *tiers* stemte ikke godt overens med *first tier*, så det foreslås at bruge en trefoldig strategi, når man skal bedømme GM-planterens indvirkning, så man kan indhøste viden fra hver tier til at forstå og forudsæ effekter i marken.

4. En socio-økonomisk vurdering af fordelene og omkostningerne ved *Bt*-majs og HT-majs på landbrugsbedriftsniveau og nationalt niveau for udvalgte EU-15 medlemslande førte til vigtige konklusioner af potentiel betydning for EUs landbrugspolitik:

Analyserne viste at landmænd i EU, der dyrker majs, vil gå glip af direkte økonomiske fordele på omkring 150 millioner Euro per år ved at udskyde fuld introduktion af *Bt*-majs. Ud fra ECOGENs analyse af indvirkning af *Bt*-majs og HT-majs på jordbiodiversiteten konkluderede vi, at de direkte økonomiske fordele sandsynligvis vil være høje nok til at kompensere for mulige omkostninger ved uoprettelige skader ved en fuld introduktion. Det er derfor ikke påkrævet at udskyde dette yderligere.

EU Kommissionens tidligere beslutning om at udskyde godkendelser af GM-afgrøder indtil mærkning og sporingssystemer for GMO var på plads og regler om sameksistens blev fastlagt, må dog anses for at være en klog beslutning, omend med høje økonomiske omkostninger.

Set udelukkende fra et økonomisk perspektiv ville det måske have været bedre rent samfundsmæssigt om man havde ventet med at indføre *Bt*-majs til man havde flere data til at begrænse usikkerheden omkring fordelene for private forbrugere.

Introduktionen af *Bt*-majs og HT majs vil kun medføre små økonomiske fordele for det enkelte individ. Dette er måske med til at forklare, hvorfor så mange forbrugere inden for EU er imod GM afgrøder.

Komplekset af økonomiske og økologiske faktorer involveret i vurderingen af nye dyrkningsteknologier, som for eksempel GM-afgrøder, blev taklet og integreret ved at benytte en kvalitativ, multi-funktionel beslutningsstøttemodel (Figur 1). Modellen var baseret på specifik viden fra fagekspertene og blev brugt til at vurdere GM- og ikke-GM-majsafrøder på bedriftsniveau.

Dyrkningsmetoderne blev bestemt ud fra fire grupper af egenskaber: (1) afgrødesorten, (2) regionale - og landbrugsmæssige rammer, (3) plantebeskyttelse og driftsstrategier, og (4) forventede egenskaber af høsten.

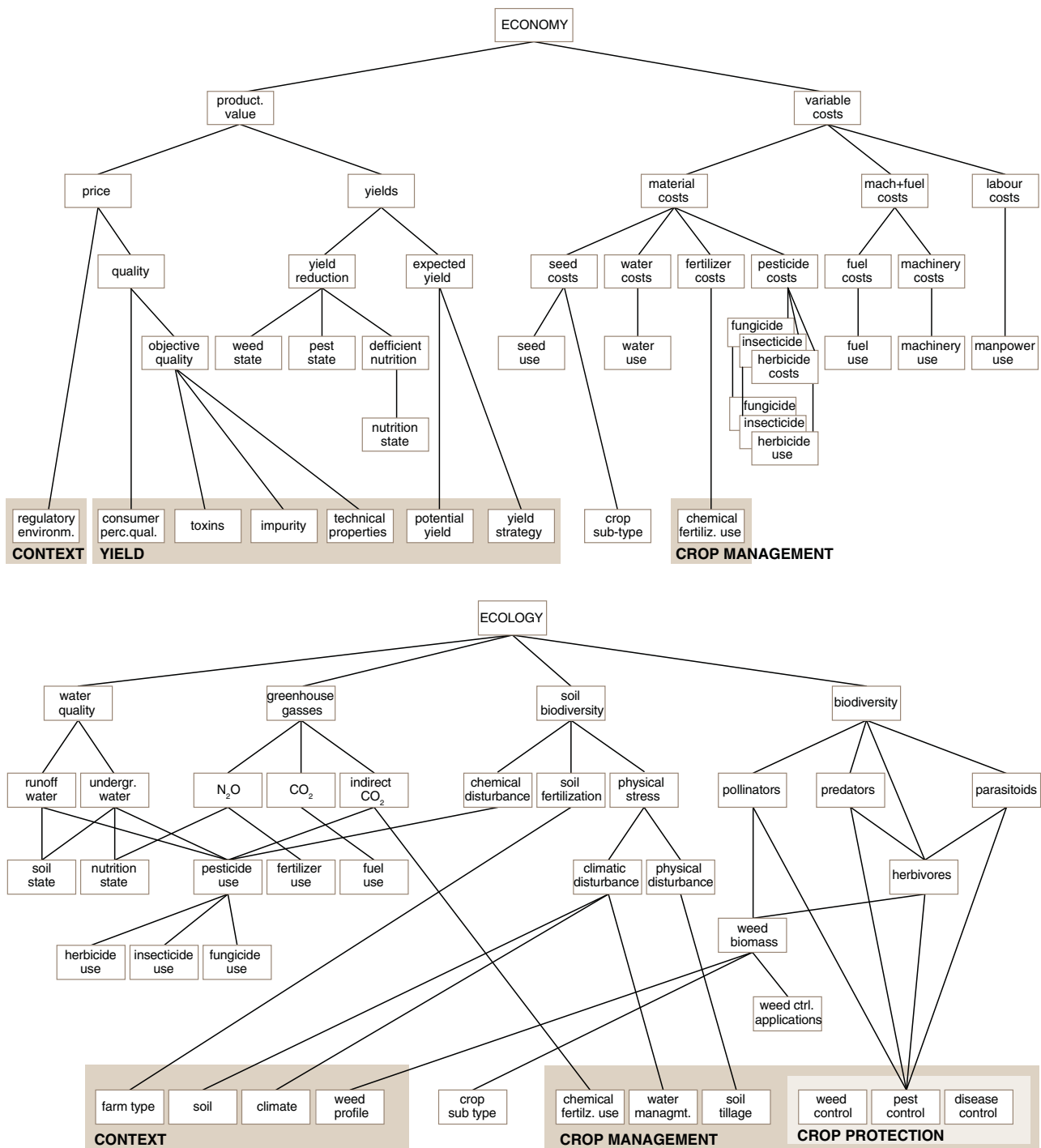
Vurderingen af indvirkningen af dyrkningsmetoder blev baseret på fire økologiske og to økonomiske grupper af indikatorer: generel biodiversitet, jordbundsdiversitet, vandkvalitet, drivhusgasser samt variable omkostninger og produktionsværdi. Evalueringen af dyrkningsmetoderne blev bestemt ud fra regler defineret af fagekspertene og anvendt til konstruktion af en regel-baseret model, der kan bruges i den økonomiske beslutningsproces og til at forudsige økosystemsopførsel.

Når den samlede økologiske viden fra enkeltarts- og fler-artistests fra markundersøgelser og dyrkningsmetoder blev kommunikeret videre til data-eksperterne, stod det klart, at kemiske forstyrrelser, gødsning og fysisk stress havde størst betydning for jordbiodiversiteten. Ved en samlet vurdering af de økologiske og økonomiske resultater rangordnede modellen dyrkningssystemerne på følgende måde: økologisk dyrkning > GM dyrkningsmetoder med *Bt*- og/eller HT-majs > konventionelt dyrket majs.

Organiseringen af ECOGEN-projektet viste sig at være vellykket, formodentlig pga. at Work package-elementerne i projektet effektivt afspejlede hovedformålene, og fordi disse formål var helt klare fra begyndelsen. Konceptet bag projektet var at kombinere økonomi, agronomi og økologisk risikovurdering med en integrerende modelleringsaktivitet, der benyttede data mining og beslutningsstøtte-teknologier. Feltundersøgelserne og den tilknyttede infrastruktur var grundlaget for de videnskabelige analyser og fortolkninger.

ECOGEN-resultaterne blev formidlet til interessenter fra industrien, nationale og internationale myndigheder, landbrugsinstitutioner og det vi-

denskabelige miljø. Nogle af de organisationer, der modtog informationer fra ECOGEN-projektet, omfatter: EFSA, Monsanto Europe S.A., Bayer Cropscience, Arvalis Frankrig, CETIOM Frankrig, Austrian UBA (Umwelt Bundes Amt), Skov – og Naturstyrelsen (Danmarks kompetente myndighed), SCIMAC UK (The Supply Chain Initiative on Modified Agricultural Crops), IOBC/WPRS, VERDI-projektet, Schweiz (støttet af European Science Foundation og Swiss National Science Foundation), BEETLE-projektet, BVL Germany (støttet af EU-Kommissionen, DG Environment).



Figur 1. Den hierarkiske struktur af den omfattende økonomiske og økologiske multi-funktionelle beslutningsstøttemodel ECO-GEN til brug ved vurdering af dyrkningsmetoder. Modellen omfattede økonomisk, agronomisk og økologisk viden, der blev bibragt fra ekspertise fra ECOGEN-projektets fageksperter.

5.3 Udvalgte publikationer fra ECOGEN-projektet

Andersen, M.N., Sausse, C., Lacroix, B., Caul, S., Messean, A., 2007. Agricultural studies of GM maize and the field experimental infrastructure of ECOGEN. *Pedobiologia* 51, 175-184.

Beckmann, Volker, Claudio Soregaroli, Justus Wesseler (2006): Governing the Co-Existence of GM Crops. Ex-Ante Regulation and Ex-Post Li-

ability under Uncertainty and Irreversibility. ICAR Discussion Paper 12/2006. Berlin: Humboldt University.

Birch, A.N.E., Griffiths, B.S., Caul, S., Thompson, J., Heckmann, L.H., Krogh, P.H., Cortet, J., 2007. The role of laboratory, glasshouse and field scale experiments in understanding the interactions between genetically modified crops and soil ecosystems: A review of the ECOGEN project. *Pedobiologia* 51, 251-260.

Bohanec, M., Cortet, J., Griffiths, B., Žnidaršič, M., Debeljak, M., Caul, S., Thompson, J., Krogh, P.H., 2007. A qualitative multi-attribute model for assessing the impact of cropping systems on soil quality. *Pedobiologia* 51, 239-250.

Bohanec, M., Messéan, A., Scatasta, S., Angevin, F., Griffiths, B., Krogh, P.H., Žnidaršič, M., Džeroski, S., 2008. A qualitative multi-attribute model for economic and ecological assessment of genetically modified crops. *Ecological Modelling* 215:247-261

Cortet J., Andersen M.N., Caul S., Griffiths B.S., Joffre R., Lacroix B., Sausse C., Thompson J., Krogh P.H. (2006). Decomposition processes under *Bt* (*Bacillus thuringiensis*) maize: results of a multi-site experiment. *Soil Biology and Biochemistry* 38, 195-199.

Cortet, J., Griffiths, B.S., Bohanec, M., Demšar, D., Andersen, M.N., Caul, S., Birch, A.N.E., Pernin, C., Tabone, E., de Vaufléury, A., Ke, X., Krogh, P.H., 2007. Evaluation of effects of transgenic Bt maize on microarthropods in a European multi-site experiment. *Pedobiologia* 51, 207-218.

Debeljak, M., Cortet, J., Demšar, D., Krogh, P.H., Džeroski, S., 2007. Hierarchical classification of environmental factors and agricultural practices affecting soil fauna under cropping systems using Bt maize. *Pedobiologia* 51, 229-238.

Demšar D., Džeroski S., Debeljak M., Krogh P. H.: Predicting aggregate properties of soil communities vs. community structure in an agricultural setting. 2006. V: Tochtermann, Klaus and Scharl, Arno (eds.). Managing environmental knowledge : EnviroInfo 2006 : proceedings of the 20th International Conference on Informatics for Environmental Protection, September 6-8,2006, Graz, Austria. Aachen: Shaker Verlag, 2006, p. 295-302.

Griffiths, B.S., Caul, S., Thompson, J., Birch, A.N.E., Scrimgeour, C., Andersen, M.N., Cortet, J., Messéan, A., Sausse, C., Lacroix, B., Krogh, P.H., 2005. Microbial community structure, protozoa and nematodes in soil from field plots of genetically modified maize expressing a *Bacillus thuringiensis* CryIAb toxin. *Plant and Soil* 275:135-146.

Griffiths, B.S., Caul, S., Thompson, J., Birch, A.N.E., Cortet, J., Andersen, M.N., Krogh, P.H., 2007. Microbial and microfaunal community structure in cropping systems with genetically modified plants. *Pedobiologia* 51, 195-206.

Griffiths, B.S., Caul, S., Thompson, J., Hackett, C.A., Cortet, J., Pernin, C., Krogh, P.H., 2008. Soil microbial and faunal responses to herbicide toler-

ant maize and herbicide in two soils. *Plant and Soil* 308:93-103.

Heckmann, L.H., Griffiths, B.S., Caul, S., Thomson, J., Pusztai-Carey, M., Moar, W.J., Andersen, M.N., Krogh, P.H., 2006. Consequences for *Protaphorura armata* (Collembola: Onychiuridae) following exposure to genetically modified *Bacillus thuringiensis* (Bt) maize and non-Bt maize. *Env. Poll.* 142:212-216.

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*. *Appl. Soil Ecol.* 42 (3), 236-242.

Krogh, P.H., Griffiths, B., Demšar, D., Bohanec, M., Debeljak, M., Andersen, M.N., Sausse, C., Birch, A.N.E., Caul, S., Holmstrup, M., Heckmann, L.-H., Cortet, J., 2007. Responses by earthworms to reduced tillage in herbicide tolerant maize and Bt maize cropping systems. *Pedobiologia* 51, 219-227.

Krogh, P.H., Griffiths, B.S., 2007. ECOGEN – Soil ecological and economic evaluation of genetically modified crops. *Pedobiologia* 51, 171-173.

Krogh, P.H., Munkvold, B.E., Bohanec, M., Džeroski, S., Heymans, X., Amaikwu, E., Davies, M. 2007. Collaborative systems for EU research projects, Research - European Research & Innovation Review, Vol. 1, pp. 4. DODS.

Krogh, P.H., Cortet, J., Bohanec, M., Scatasta, S., Griffiths, B.S., Gomot-De Vaufleury, A., Caul, S., Birch, A.N.E., Andersen, M.N., Sausse, C., Fernandez, S., Wesseler, J. 2007. ECOGEN - Soil ecological and economic evaluation of genetically modified crops, *The Parliament Magazine*, Vol. 238, pp. 54.

Nillesen, Eleonora, Sara Scatasta, Justus Wesseler (2006): Do environmental impacts differ for Bt, Ht and conventional corn with respect to pesticide use in Europe? An empirical assessment using the Environmental Impact Quotient. *IOBC/WPRS Bulletin* 29(5): 109-118.

Scatasta, Sara, Justus Wesseler, Matty Demont, Marko Bohanec, Sašo Džeroski, Martin Žnidaršič (2006): Multi-Attribute Modelling of Economic and Ecological Impacts of Agricultural Innovations on Cropping Systems. *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics* 4:52-59.

Vercesi, M.L., Holmstrup, M., Krogh, P.H., 2006. Effects of *Bacillus thuringiensis* (Bt) corn residues and Bt-corn plants on life-history traits in the earthworm *Aporrectodea caliginosa*. *Appl. Soil Ecol.* 32:180-187.

Wesseler, J., Scatasta, S., Nillesen, E., 2007. The Maximum Incremental Social Tolerable Irreversible Costs (MISTICs) and other benefits and costs of introducing transgenic maize in the EU-15. *Pedobiologia* 51, 261-269.

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 deltagelse i nationale og internationale forskningsprojekter vedr. GMP.

Projektet "Langtidseffekter af herbicidtolerante GM-afgrøder" undersøgte langtidseffekter af forskellige sprøjtestrategier på flora og fauna med herbicidtolerante GM-afgrøder i sædskiftet. Desuden indgik sociologiske undersøgelser af landmandens sprøjtepraksis, som foreligger i rapportform. I projektet deltog DMU og DJF, begge Aarhus Universitet. Projektet afsluttedes i 2007, og en samlet rapport med projektets resultater blev publiceret af Miljøstyrelsen i 2008.

<http://www2.mst.dk/common/Udgivramme/Frame.asp?>

<http://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2008/978-87-7052-872-6/html/default.htm>

Risikovurderingsgruppen har i perioden deltaget i en række forskellige konferencer og workshops vedrørende miljømæssige risici og sikkerhed af GM-planter, der var relevante for arbejdet: EU-rådsmøde i "Committee of competent Authorities dealing with Directive 2001/18/EC (GMO)", ekspertpanel-deltager i det østrigske VERDI-projekt: "Valuating environmental impacts of GM crops - ecological and ethical criteria for regulatory decision-making".

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

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/.](http://www.dmu.dk/KemiGMO/BioteknologiGMO/Genmodificerede_planter/)

7 Årets positive, sjove eller anderledes nyheder om GMO'er i 2008

Januar:

Bt-bomuld i Kina – den lille landmands afgrøde

Der bliver nu dyrket mere end tre mio. ha med Bt-bomuld i Kina. Dyrkningen er i modsætning til i Nord-Amerika baseret på småavlere, faktisk mere end syv millioner af slagsen. Se selv hele historien her:

<http://www.isaaa.org/kc/inforesources/videos/btcottonchina/>

Majs-mælk – en ny mulighed?

Ved at indføre et gen, der koder for mælkeproteinet α -lactalbumin, har forskere ved Universitetet i Iowa frembragt en GM-majs med forbedret aminosyreindhold til anvendelse som foder for kvæg. Forskerne er nu ved at undersøge, om der er risiko for at proteinet giver allergiske reaktioner hos mennesker. Samtidig skal de dyrkningsmæssige og miljømæssige forhold undersøges inden en evt. markedsføring.

Læs mere:

<http://www.springerlink.com/content/hk254761t3513836/?p=e240497762de42aca22c1d64db34a076&pi=5>

Bt-afgrøder er vurderet som sikre for honningbier.

Gensplejsede Bt-afgrøder har ikke nogen negativ effekt på overlevelsen af honningbier ifølge en ny amerikansk undersøgelse. En gruppe forskere har foretaget en såkaldt meta-analyse af 25 uafhængige laboratorieforsøg, der fokuserede på virkningerne af det transgene Cry- protein på larver og voksne honningbier. Selv om der er foretaget mange undersøgelser af virkningen af Bt-proteiner på honningbier, begrænser den korte observationstid og et lavt antal gentagelser den videnskabelige styrke. Ved syntese af de kvantitative data fra undersøgelseerne, kan forskerne øge den statistiske sikkerhed af de videnskabelige konklusioner. Forskerne fandt desuden at Bt-toksicitet er meget usandsynlig for honningbier, da undersøgelserne oftest har udsat honningbierne for doser af Cry-proteiner, der er ti eller flere gange større end hvad der findes i dyrkningsområdet. Hovedparten af forsøgene er udført med majsollen som Cry-kilde. Majs er dog ikke en særlig attraktiv plante for bierne.

Læs mere:

<http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0001415>

Februar:

Løg uden tårer - sluk for belastning af tårekanalerne?

Kan gråden ophøre, når løg snittes til brug i en kulinarisk ret? Seniorforsker Dr. Colin Eady fra New Zealand Crop and Food Research (CFR) og hans japanske kolleger tror, at "tårefri" løg kan blive muligt i fremtiden ved hjælp af gen-silencing teknologien. "Ved at slukke for det lachrymatoriske syntase-gen har vi forhindret, at svovlforbindelser omdannes til tårefremkaldende komponenter og i stedet gjort dem tilgængelige for omdannelse til forbindelser, hvoraf nogle er kendte for deres smags- og sundhedsmæssige egenskaber", sagde Dr. Eady. Skønt ideen om "tårefri" løg er spændende, er forskeren til fulde klar over, at en bæredygtig og effektiv produktion stadig vil være det primære mål for genteknologien.

Læs mere: <http://www.crop.cri.nz/home/index.php>

Stik mig lige en gm-banan mod natteblindhed

Cavendish bananerne, som er genmodificeret til at producere mere provitamin A, vitamin E og jernindhold, kan blive dyrket i Nord-Australien i løbet af næste år. Forskere fra Queensland Universitetet har indsendt en ansøgning om tilladelse til en begrænset udsætning af GM-banane til de australske myndigheder. Den genmodificerede banan indeholder et gen fra vilde sojabønner, som er vigtigt for reguleringen af jern i planten samt gener for øget vitamin E-indhold fra ris og gåsemad. Yderligere fem enzymkodende gener fra majs, gåsemad og bakterien Erwinia, er indsat i bananen og vil blive testet for biosyntese af carotin, der er et forstadium til vitamin A. Den anvendte teknik vil blive benyttet til forbedring af bananerne i Uganda og andre dele af Afrika, hvor vitaminmangel er fremherskende.

Læs mere:

<http://www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/Content/dir076-2007>

Marts:

Ny GM-jordbær der er tolerant imod salt stress

Indiske forskere har udviklet et transgent jordbær, som er tolerant mod salt-stress. Jordbærerne har fået indsat et gen, som koder for proteinet "osmotin". Proteinets virkemåde er ikke kendt, men det antages, at proteinet enten hjælper med omsætningen af saltet ved at indeslutte eller påvirke hastigheden af omsætningen.

Sammenlignet med ikke-transformerede jordbær indeholdt de genmodificerede jordbær desuden mere prolin, chlorofyl, samt generelt mere protein. Specielt prolin er kendt for at kunne reducere effekterne af miljømæssig stress i planter. Desuden rapporteres det at de genmodificerede jordbær voksede langsommere, men at vækstmønstret ellers er normalt. De fremstillede linier viste sig at være stabile i flere generationer.

http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6TBH-4RMW9P1-2&_user=6533655&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&view=c&_a

Hvor bekymrede er EU-borgerne over for anvendelsen af GMO sammenlignet med andre miljømæssige problemer?

Den seneste Eurobarometer-undersøgelse (2008) om europæiske borgeres indstilling til forskellige miljømæssige forhold viste en øget bevidsthed og stigende accept af genmodificerede organismer (GMO). I forhold til en tilsvarende undersøgelse i 2004 var der således 4 % færre, som var bekymrede for anvendelsen af GMO og 14% færre, som manglede oplysninger om anvendelsen af GMO i landbruget. Et flertal af europæerne (58 %) er dog stadig modstandere af anvendelsen af GMO, mens 21 % er tilhængere.

Undersøgelsen viste også at ud af de 15 vigtigste miljømæssige emner er Europæerne mest bekymrede for klimaændringer, vand- og luftforurening, kemikalier i fødevarer, mangel på naturlige ressourcer, tab af biodiversitet samt forurening med pesticider. GMO'er kommer først på elvtepladsen.

http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_295_en.pdf

April:

Ny GM-raps der udnytter kvælstof bedre kan gavne miljøet

Forskere fra universitetet i Reading i England har fundet ud af at dyrkning af raps, der er modificeret til en mere effektiv udnyttelse af kvælstof, på samme tid kan forbedre miljøet og mindske påvirkningen af klimaet. Miljøet bliver forbedret, ved at der bliver en formindsket afstrømning af kvælstof til vandmiljøet. Klimapåvirkningen bliver mindre, fordi der spares energi til produktion af kvælstofgødning, samt transport og udbringning af gødningen. Energibesparelsen blev beregnet til 22 % i hele det produktionssystem, der indgår i produktionen af raps. I et land som Canada, hvor der årligt bliver produceret 8,5 millioner tons rapsfrø, blev reduktionen i udledning af kuldioxid beregnet til 170.000 tons, hvis der kun blev dyrket raps med en mere effektiv udnyttelse af kvælstof.

Læs mere: <http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/j.1467-7652.2008.00323.x>

Forsøg med genmodificeret græs på friland stoppet i USA.

En domstol i USA har blokeret for at forsøgsudsætningerne med genmodificeret græs kan genoptages. Det drejer sig om græsserne Engrapgræs (*Poa pratensis*) og Krybhvene (*Agrostis stolonifera*), der begge er blevet genmodificerede til at være tolerante mod sprøjtning med herbicidet glyfosat.

Baggrunden for denne beslutning er bl.a., at GM-græsserne i tidligere forsøg spredte sig fra forsøgsområderne til tilgrænsende områder, bl.a. et nationalt beskyttet græslands-område. Desuden er der påvist krydsninger mellem GM-græsserne og andre græsser i spredningsområderne. Domstolen besluttede også, at der skulle foretages en ny, mere omfat-

tende miljømæssig vurdering af konsekvenserne før en eventuel udsætning.

Læs mere: <http://www.nature.com/nbt/journal/v26/n5/full/nbt0508-482b.html>

Maj:

Forskere identificerer hvedegener for frosttolerance

Forskere fra Davis-universitetet i Californien har identificeret de gener, som bestemmer kulde-tolerancen hos de forskellige hvedesorter. Resultaterne af undersøgelsen giver øget indsigt i vinterskader, som er en stor økonomisk risiko ved hvededyrkning. Forskerne fandt ud af, at de gener, der regulerer frost-tolerance, er aktiveret ved lavere temperaturer (11-15° C) i frost-tolerante hvedesorter end i frost-modtagelige sorter. Dermed øges plantens tolerance, når frosten for alvor sætter ind. Kendskabet til disse gener forventes at gøre det muligt at udvikle mere hårdføre og produktive hvedesorter, hvilket er af vital betydning for at øge den globale fødevareproduktion.

Læs pressemeddelelsen på:

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

Ingen uønskede effekter af Bt-afgrøder i ny undersøgelse

Bt-afgrøder har ikke nogen signifikante effekter på overlevelsen af ikke-målorganismer, er konklusionen i et nyt studie fra forskere ved University of Nebraska. Undersøgelsen blev foretaget ved hjælp af en såkaldt meta-analyse, hvor 47 uafhængige undersøgelser af Bt-bomuld, Bt-majs og Bt-kartofler blev analyseret samlet. Forskerne bemærkede endvidere, at der var færre mål-organismer på Bt-bomuld og Bt-majs i forhold til ikke-sprøjtede kontrol-plots.

<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0002118;jsessionid=23519FFF8F5A71DAB92DD15E096F53BA>

Ikke flere syge bananer

Queensland Tekniske Universitet har indgivet en ansøgning til de australske myndigheder for genteknologi med henblik på en begrænset og kontrolleret udsætning af sygdom-resistente, genmodificerede bananer. Hvis den godkendes, vil forsøgsudsætningen finde sted i provinsen Queensland på et samlet areal op til 1,4 ha i perioden 2008 til 2010. GM-linierne indeholder *ced-9*-genet fra nematoden *Caenorhabditis elegans*, og ventes at give planterne beskyttelse mod sygdomsfremkaldende mikroorganismer. Det indsatte gen koder for et protein, der forhindrer plantecellerne i at dø på grund af patogen-angrebet. Genet kan måske også påvirke GM-planternes vækst og udvikling og give øget tolerance over for en række abiotiske påvirkninger. Planterne indeholder endvidere det antibiotiske markørgen *nptII*. Myndighederne har udarbejdet en risikovurdering og en håndteringsplan, der gør, at udsætningen ikke udgør nogen væsentlig risiko for mennesker og miljø.

Læs mere: [OGTR - DIR 076/2007 - Limited and controlled release of banana genetically modified for enhanced nutrition](#)

Juni:

Rapport over den globale betydning af biotek-afgrøder (GK)

I en omfattende undersøgelse af den globale betydning af biotek-afgrøder konkluderes det, at den kommercielle anvendelse af genmodificerede afgrøder har haft betydelige resultater for den globale økonomi, miljøet og for stabiliteten i verden. "Således har biotek afgrøder siden 1996 bidraget til at reducere udslippet af væksthushgasser fra landbruget, formindsket pesticidforbruget og øget landmændenes indkomster betydeligt," siger Graham Brokes, der har ledet arbejdet med rapporten. Samtidig har teknologien bidraget til at øge høstudbyttet for mange landmænd og medført en øget produktion af vigtige afgrøder i verden. De økonomiske og miljømæssige fordele har også været størst i udviklingslandene.

Læs mere: <http://www.pgeconomics.co.uk>.

Horisontal genspredning uden betydning i marken

Der har længe været diskussion og usikkerhed om muligheden for overførsel af antibiotika-resistensgener fra genmodificerede planter til bakterier, såkaldt horisontal genspredning (på tværs af de normale veje for genspredning). Nye forsøg er foretaget af franske og schweiziske forskere i marker, hvor der var dyrket Bt-majs i flere år. Bakterieflooraen i jorden blev undersøgt specielt for resistensgener. Forsøgene viste, at sandsynligheden for horisontal spredning fra genmodificerede planter er så ubetydelig, at det ikke har nogen indflydelse på spredningen af antibiotika-resistens. Antibiotika-resistensgener findes i forvejen naturligt og almindeligt forekommende i jorden.

Læs mere: <http://www.gmo-compass.org/eng/news/365.docu.html>.

Udsigt til sund rapsolie i fremtiden

Biotek-firmaerne Dow AgroSciences og Martek Biosciences er sammen ved at udvikle en ny type af sund rapsolie, der indeholder DHA (docosahexanoin-syre), en omega-3 fedtsyre. Hidtil er DHA mest kommet fra gæring af alger og fra fiskeolie. "Ernæringseksperter anbefaler, at folk øger deres forbrug af DHA, da de fleste mennesker ikke får nok i deres daglige kost", siger Daniel R. Kittle, som er leder af global forskning og udvikling i Dow AgroSciences. "Martek vil med sin store viden om omega-3 fedtsyrer blive en stor støtte til den fortsatte udvikling af vores hastigt voksende sortiment af sunde raps- og solsikkeprodukter".

Se mere:

http://www.farmandranchguide.com/articles/2008/06/19/ag_news/agri-tech/tech10.txt

Juli:

Mindre brug af sprøjtemidler i spanske GM-majsmarker

Spanien er det land i EU, som dyrker det største areal med genmodificeret Bt-majs MON810, som er den eneste GM-afgrøde, som det for nærværende er tilladt at dyrke i EU. JRC (Joint Research Center), som er EU-

kommissionens forskningscenter, har undersøgt udbytte og insekticid-anvendelse i konventionelle- og i GM-majsafrøder. Resultaterne viser, at GM-majsen øger udbyttet mellem 0 og 12% afhængig af hvilken sort, der bliver anvendt. Samtidig falder anvendelsen af insekticider fra at majsarealet i gennemsnit bliver sprøjtet 0,86 gange i den konventionelle majs, til at det i gennemsnit bliver behandlet med insekticider 0,32 gange i arealerne, der bliver dyrket med genmodificeret majs. Bt-majsen har fået indsat et gen, der gør planterne giftige for skadedyret majsboreren og andre sommerfugle, der er skadedyr på majs.

Læs mere:

<http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC37046.pdf>

<http://ipts.jrc.ec.europa.eu/publications/pub.cfm?id=1580>

Tobaksplanter med insektgener kan rense jorden for organiske opløsningsmidler

Engelske forskere fra universiteterne i York og Edinburgh har fået tobaksplanter til at optage og nedbryde det forurenende organiske opløsningsmiddel 1,2-dichlorethan (1,2-DCA) ved at indsætte gener fra bakterier i tobaksplanterne. Generne *dhlA* og *dhlB* koder for enzymer, der har evnen til at nedbryde forskellige klorerede kulbrinter som 1,2-DCA. Disse kemiske stoffer anvendes bl.a. til fremstilling af vinylklorid og til opløsningsmidler for fedtstoffer samt til fremstilling af lim. 1,2-DCA er en væske, der let fordamper. På grund af evnen til at opløse fedt kan 1,2-DCA let trænge gennem huden eller optages fra forurenede drikke- og madvarer. Ved indtag af store doser kan det forårsage irritation og ved længere tids indtag fremkalde forskellige former for cancer. Tobaksplanter og andre planter kan normalt hverken optage eller nedbryde 1,2-DCA. De nyudviklede tobaksplanter kan måske give mulighed for at rense forurenede jord på en nem måde.

Læs mere:

<http://www.plantphysiol.org/cgi/content/full/147/3/1192>

<http://www.plantphysiol.org/cgi/content/abstract/147/3/1192>

August:

GM-tobak til at påvise sprængstof i jorden

Landminer og andre minetyper udgør en akut trussel for civilbefolkningen i mange nuværende og tidligere krigszoner i verden. Det danske bioteknologi-firma Aresa, der tidligere har udviklet "RedDetect" biosensorteknologien hos ukrudtsplanten alm. Gåsemad, har nu videreudviklet deres system til påvisning af landminer i jorden. Sammen med forskere fra Universitetet i Stellenbosch i Sydafrika har de overført egenskaberne til tobaksplanter, der skifter farve fra grøn til rød, når der er udsivende rester af nitrogen-dioksid fra bomber i jorden. De rødfarvede tobaksplanter kan således bruges til visuelt at udpege mulige områder med sprængstof i jorden på sikker afstand.

Læs mere:

<http://ecoworldly.com/2008/07/29/genetically-engineered-tobacco-bio-sensor-to-detect-landmines/>.

GM-tobak laver vaccine mod farlig sygdom

Genmodificeret tobak kan producere antistoffer mod den farlige cancer-sygdom "non-Hodgkin's lymphoma", ifølge en ny undersøgelse fra Stanford Universitetets medicinske afdeling. Denne sygdom er en af de hyppigste årsager i USA til dødelig blodcancer eller cancer i benmarven, som angriber mere end 54.000 mennesker i USA hvert år. Sygdommen angriber specielt B-cellerne, en særlig type af hvide blodlegemer, som er vigtige for immunsystemet. Forsøgene med den ny vaccine fra GM-tobak er den første test af en vaccine til injektion, der er fremstillet fra planter, og som kan anvendes på mennesker.

Artiklen som blev publiceret af PNAS kan læses her:

<http://www.pnas.org/content/early/2008/07/18/0803636105.abstract>.

Læs mere http://med.stanford.edu/news_releases/2008/july/plant-vaccine.html

Bt-majs udgør en forsvindende lille miljorisiko for Guldøjer

Det er blevet fremført at Bt-afgrøder muligvis kan udgøre en miljorisiko for andre ikke-målorganismer. Voksne individer af insektet guldøje (*Chrysoperla carnea*), er en af de mulige kandiater da den æder mange majspollen. Forskere fra Agroscope ART i Zurich har undersøgt effekter af pollen med Cry3Bb1(MON88017) og Cry1Ab (Bt176) for forskellige egenskaber, der er af betydning for overlevelse og vækst af voksne guldøjer. I to tilnærmet realistiske laboratorie-eksperimenter med hhv. Bt-pollen og med kunstigt foder med en 10- gange Bt-koncentration i forhold til normal-niveauet, fandt de dog at der ikke var nogen væsentlig miljorisiko for de voksne guldøjer af cry-proteinerne.

Artiklen er publiceret hos PLoS ONE og kan læses her:

<http://www.plosone.org/article/info:doi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0002909>

September:

Enlige bier i farezonen: Er der negative effekter af insektresistente GM-planter på solitære bier?

Der er kun få undersøgelser af virkningerne af insekt-resistente GM-afgrøder på enligt levende (såkaldt solitære) bier. Forskere fra Zürich tekniske Universitet og Universitetet i Newcastle har undersøgt de potentielle virkninger på larver af den solitære bi *Osmia bicornis* af raps, der udtrykker insekticid-proteinet oryzacystatin-1 (OC-1) og oprensede insekticid-proteiner. Forskerne fandt, at GM-planter, der udtrykker cystein protease hæmmer OC-1 og Bt-toksinet Cry1Ab, kun vil udgøre en ubetydelig risiko for biernes larver, som lever af pollen. Lectin fra Vintergæk (*Galanthus nivalis*) kan dog forårsage skadelige virkninger, hvis bierne er udsat for høje niveauer af proteinet. Resultaterne kan være relevante for en stor del af de ca. 700 solitære biarter, der findes i Europa. Mange af disse bier indsamler pollen fra en bred vifte af blomster og fouragerer på både vilde planter og landbrugsplanter.

For nærmere oplysninger, læs hele artiklen på:

<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0002664>

Snegle der æder Bt-proteiner – og hvad sker der så?

To schweiziske forskere fra universitetet i Bern har undersøgt effekterne af Cry1Ab- and Cry3Bb1-proteiner fra Bt-majs på to sneglearter for at sammenligne eksponeringen af to forskellige typer af ikke-målorganismer for bt-toksiner. Forskerne målte koncentrationen af Bt-protein i tarmen og i afføringen fra iberiske skovsnegle (*Arion lusitanicus*) og agersnegle (*Deroceras reticulatum*), der var fodret med Bt-toksinholdige-majsblade. Ved hjælp af en speciel enzym-immunmetode (ELISA) kunne det derefter fastlægges, hvor meget af det indtagne protein, som sneglene udskilte igen. Forskerne fandt, at efter sneglene havde ædt Bt-majs i tre døgn, var Cry1Ab-proteinet tilstede i fæces i betydeligt længere tid og i højere koncentration end Cry3Bb1-proteinet. Der var dog ingen forskelle i dødelighed hos larver af den europæiske majsborer, der blev fodret med foder der indeholdt hhv. Cry1Ab- og Cry3Bb1-holdig sneglefæces. Resultaterne tyder ifølge forskerne også på, at begge Cry-proteiner kan blive overført til højere led i fødekæden, men i forskellig omfang.

Læs mere:

<http://www.springerlink.com/content/4716x157u8r4p5q6/fulltext.pdf>

eller <http://dx.doi.org/10.1007/s11248-008-9208-1>

Oktober:

Blomster med mere duft og grøntsager med mere smag

En rose, der dufter som jasmin, kan synes langt ude, men et team af forskere ved Hebrew University i Jerusalem har fundet en metode til genetisk at øge blomsterduften og indføre duft i de blomster, der mangler duft. Metoden vil også kunne medvirke til at give frugter og grøntsager mere smag, da duft og aroma begge indgår i smagsoplevelsen. Det er

lykkedes forskerne at finde en metode til at øge duften af en blomst ti gange og få den til at udsende duft dag og nat - uafhængigt af den naturlige rytme. "Blomsterindustrien vil oplagt være interesseret i denne udvikling", siger Dr. Vainstein. Mange blomster har mistet deres duft gennem talrige års avlsarbejde. Den seneste udvikling vil bidrage til at skabe blomster med øget duft samt til fremstilling af nye duftkomponenter i blomster". Israel er den vigtigste eksportør af afskårne blomster i Mellemøsten med en anslået værdi af 200 millioner dollars. Metoden, som er blevet patenteret, kan også forventes at blive anvendt på andre landbrugsprodukter.

Læs mere: <http://www.hunews.huji.ac.il/articles.asp?cat=6&artID=931>.

Læs uddrag af artikel på:

<http://www3.interscience.wiley.com/journal/119421127/abstract>

De smarte diatomeer er naturligt genmodificerede

Diatomeer er små mikroskopiske alger, der er indkapslet i en kompliceret netformet struktur. De producerer 20 % af den ilt vi indånder ved fotosyntese af atmosfærisk kulstof. Et internationalt forskerhold fra bl.a. USA og Frankrig har publiceret den komplette genom-sekvens for diatomeen *Phaeodactylum tricornutum*. Ifølge en af forskerne, Chris Bowler, er diatomeer transgene af natur. De har i løbet af udviklingen optaget fordelagtige gener fra bakterie-, dyre- og planteforfædre, hvilket har gjort dem levedygtige i forskellige havmiljøer. Diatomeerne har sammen med planterne evnen til fotosyntese og har fået evnen til produktion af urinstof fra dyrene. De kan udnytte dette fx til at omdanne fedtstof til sukker og sukker til fedt igen, hvilket bl.a. kan være nyttigt under akutte mangelsituationer.

Læs mere: http://www.jgi.doe.gov/News/news_10_15_08.html

og <http://dx.doi.org/10.1038/nature07410>

Lilla GM-tomater mod cancer og andre sygdomme?

En international gruppe af forskere har frembragt en lilla tomat, der måske kan beskytte mod kræft. Forskerne tog to gener fra løvemund (*Antirrhinum majus*) og indsatte dem i tomatplanter, der nu bærer lilla frugter. Den lilla farve skyldes en høj koncentration af anthocyaniner, farvestoffer, der forekommer naturligt i bærfrugt som fx brombær, tranebær og blåbær. Der er belæg for at anthocyaniner beskytter mod visse kræftformer, hjerte-karsygdomme samt aldersrelaterede sygdomme som fx diabetes og fedme. I et pilotforsøg med genetisk modificerede kræftmodtagelige mus blev der fundet en signifikant forlænget levetid (182 dage) hos de mus, der blev fodret med tomater med højt anthocyanin-indhold sammenlignet med den gruppe, der fik normale tomater (142 dage). Reaktionen på undersøgelsen er forsigtigt optimistiske, da en effekt på mus er ikke ensbetydende med, at en tilsvarende effekt vil ses hos mennesker. Det næste skridt vil være at udføre forsøg med frivillige, for at se om anthocyaniner indtaget gennem kosten kan medvirke til at reducere risikoen for kræft. Det er dog ikke sandsynligt, at den lilla GM-tomat vil blive solgt i Europa foreløbigt på grund af den betydelige folkelige modstand, der er mod genmodificerede fødevarer. Læs mere:

<http://www.nature.com/nbt/journal/vaop/ncurrent/abs/nbt.1506.html>

November:

Rødder alle vegne

Hollandske og belgiske forskere har opdaget en metode til at udvikle rødder også på de steder på planten, hvor der ellers normalt udvikles blade. Forskerne manipulerede en molekulær "kontakt", som har ansvar for transporten af plantehormonet auxin, der styrer mange dele af plantens udvikling. Således kan rødder, blade og frugtdannelse påvirkes af hormonet. Ved at vende den molekylære "kontakt" kunne auxin omdirigeres til planteskuddene, som derefter udviklede rødder.

Forskerne forestiller sig, at metoden kan anvendes til at ændre placeringen af rødder, blade og frugter på planten, så der kan blive et større udbytte af dyrkningen. Der foreligger dog ikke nogen oplysninger om, hvordan produkterne tænkes markedsført.

Læs mere:

<http://www.uu.nl/EN/Current/Pages/Researchergrowsrootsonupperpartofplant.aspx>

Læs artiklen på: <http://dx.doi.org/10.1038/nature07409>

Ny gulerod der giver færre brækkede ben

En genmodificeret gulerod, der indeholder mere calcium, er blevet udviklet af forskere i Houston, Texas. Kendal Hirschi og kolleger har øget calciumindholdet i gulerødder ved at indsætte sCAX1 genet, der styrer calciumtransporten, fra modelplanten gåsemad (*Arabidopsis thaliana*). De fleste planteprodukter har ikke så højt et indhold af calcium, at det er tilstrækkeligt for at få sunde knogler, hvilket er et globalt problem. Dette gælder specielt de regioner, der ikke har adgang til mejeriprodukter, eller hvor store dele af befolkningen er lactose-intolerant (dvs. de ikke kan omsætte mælkesukker). Utilstrækkeligt indtag af calcium kan føre til osteoporose (knogleskørhed). De genmodificerede gulerødder indeholder en øget mængde calcium, men kan kroppen bruge det? For at bestemme biotilgængeligheden af calcium i GM gulerødder deltog 30 frivillige forsøgspersoner (15 kvinder og 15 mænd) med forskellig etniske baggrund og i 20'erne i et forsøg. Forsøgspersonerne indtog enkelte måltider, der indeholdt normale eller genmodificerede gulerødder, mærket med en stabil calcium-isotop. Forskerne fandt, at calciumoptagelsen hos de personer, der spiste GM-gulerødder, inden for to uger steg med 41 procent sammenlignet med de, der spiste ikke modificerede gulerødder. Forskerne håber, at den genmodificerede gulerod vil blive den første i en ny generation af frugter og grøntsager med øget indhold af calcium. Læs hele historien på:

<http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/nov08/carrots1108.htm>

og den videnskabelige artikel på:

<http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0709005105>

December:

Forsøg med insulin fra genmodificeret Saflortidse

Det canadiske biotek-firma SemBioSys har begyndt kliniske test med insulin udvundet fra en genmodificeret Saflortidse (*Carthamus tinctorius*). De kliniske tests, som er de første med planteproduceret insulin, vil blive foretaget på 30 frivillige forsøgspersoner i Storbritannien. Forsøgene skal klargøre om planteinsulinet har lige så god virkning som traditionelt fremstillet insulin. Resultaterne af de første kliniske test vil først ligge klar i slutningen af 2009.

Læs mere:

<http://micro.newswire.ca/release.cgi?rkey=1612036526&view=36078-0&Start=0>

Bt-afgrøder skader nyttige og harmløse insekter mindre end de insekticider der bliver brugt i konventionelle afgrøder

Forskere fra Landbrugets Forsknings-service ved universiteterne i Nebraska og Iowa, USA, sammenlignede effekterne på ikke-mål insekter ved brug af insekticider og afgrøder, der er genmodificeret til selv at producere insektgifte i form af Bt-proteiner. Det viste det sig, at der er langt større sandsynlighed for at påvirke ikke-mål insekterne ved konventionel anvendelse af insekticider. Forskerne fandt også, at insekticidernes effekt var uafhængig af, om de blev brugt på Bt-afgrøderne eller de almindelige afgrøder, det vil sige, at der ikke var tegn på at de to metoder til insektbekæmpelse kunne forstærke hinandens skadevirkning.

Læs mere:<http://www.ars.usda.gov/is/pr/2008/081124.htm>

8 Publikationer og referencer

DMU publikationer om GM-planter, risikovurdering og sam-eksistens i 2008

Damgaard, C., Simonsen, V., & Osborne, J.L. 2008. Prediction of pollen mediated gene flow between fields of red clover (*Trifolium pratense*). *Environmental Modelling & Assessment* 13: 483–490.

Kjellsson, G. (2008) Økologisk risikovurdering af genmodificerede planter i 2007: Rapport over behandlede forsøgsudsætninger og markedsførings-sager. Faglig rapport fra DMU, nr. 679.

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

ECOGEN-projektet (se s.32 for en udførlig liste).

http://www.ecogen.dk/results/Publications/Final_Report_Summary/at_download/file

GMCompass (2008a): Commercial GM Crop Production in five EU member states. <http://www.gmo-compass.org/eng/home/>

GMCompass (2008b): GM-maize: 108,000 hectares under cultivation. http://www.gmo-compass.org/eng/agri_biotechnology/gmo_planting/392.gm_maize_cultivation_europe_2008.html

James, C. (1997): Global status of transgenic crops in 1997. *ISAAA Briefs* 5-1997.

James, C. (2001): Global review of commercialized transgenic crops: 2001. *ISAAA Briefs* 24-2001.

James, C. (2007): Global status of commercialized biotech/GM crops: 2007. *ISAAA Briefs* 37-2007.

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

DMU Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser er en del af Aarhus Universitet. På DMU's hjemmeside www.dmu.dk finder du beskrivelser af DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter.

DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for natur og miljø. 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 (hovedadresse)
Afdeling for Miljøkemi og Mikrobiologi
Afdeling for Systemanalyse (hovedadresse)

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

Afdeling for Ferskvandsøkologi
Afdeling for Marin Økologi
Afdeling for Terrestrisk Økologi

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

Afdeling for Systemanalyse
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. 2009**
- 732 Lokal kvælstofdeposition og kvælstofindhold i lav.
Af Andersen, H.V., Nielsen, K.E., Degn, H.J., Geels, C., Løfstrøm, P., Damgaard, C. & Christensen, J.H. 46 s.
- 731 Anvendelse af en feltbaseret metode til bedømmelse af biologisk vandløbskvalitet i danske vandløb.
Af Skriver, J., Hansen, F.G., Jensen, P.B., Larsen, L.K. & Larsen, S.E. 42 s.
- 730 Metodeafprøvning af passive diffusionsopsamlere til koncentrationsbestemmelse af ammoniak.
Af Andersen, H.V., Løfstrøm, P., Moseholm, L., Ellerman, T. & Nielsen, K.E. 31 s.
- 729 Biologiske beskyttelsesområder i Nationalparkområdet, Nord- og Østgrønland.
Af Aastrup, P. & Boertmann, D. 90 s.
- 728 Danske plantesamfund i moser og enge – vegetation, økologi, sårbarhed og beskyttelse.
Af Nygaard, B., Ejrnæs, R., Baattrup-Pedersen, A. & Fredshavn, J.R. 144 s.
- 727 Overdrev, enge og moser.
Håndbog i naturtypernes karakteristik og udvikling samt forvaltningen af deres biodiversitet.
Af Ejrnæs, R., Nygaard, B. & Fredshavn, J.R. 76 s.
- 726 Klimatilpasning og den sociale faktor. 2009.
Af Petersen, L.K., Jensen, A. & Nielsen, S.S. 52 s.
- 724 Denmark 's National Inventory Report 2009. Emission Inventories 1990-2007 – Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change.
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., Vesterdal, L., Møller, I.S. & Baunbæk, L. 826 pp.
- 723 Guidelines to environmental impact assessment of seismic activities in Greenland waters.
By Boertmann, D., Tougaard, J., Johansen, K. & Mosbech, A. 38 pp.
- 722 Grønne kommuner. Indikatorer til belysning af kommunernes indsats på natur- og miljøområdet.
Af Levin, G., Münier, B., Fuglsang, M. & Frederiksen, P. 177 s.
- 721 Seabirds and marine mammals in Northeast Greenland.
Aerial surveys in spring and summer 2008.
By Boertmann, D., Olsen, K. & Nielsen, R.D. 50 pp.
- 720 The eastern Baffin Bay. A preliminary strategic environmental impact assessment of hydrocarbon activities in the KANUMAS West area.
By Boertmann, D., Mosbech, A., Schiedek, D. & Johansen, K. (eds). 238 pp.
- 719 The western Greenland Sea. A preliminary strategic environmental impact assessment of hydrocarbon activities in the KANUMAS East area.
By Boertmann, D., Mosbech, A., Schiedek, D. & Johansen, K. (eds). 246 pp.
- 718 DEVANO. Decentral Vand- og Naturovervågning. Programbeskrivelse 2009.
Af Bijl, L. van der, Boutrup, S. & Nordemann Jensen, P. (red.). 34 s.
- 717 Oplandsmodellering af vand og kvælstof i umættet zone for oplandet til Horndrup Bæk.
Af Ladekarl, U.L., Jensen, R., Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Mejlhede, P., Olsen, B.Ø. 76 s.
- 716 Annual Danish informative inventory report to UNECE. Emission inventories from the base year of the protocols to year 2007.
By Nielsen, O.-K., Winther, M., Mikkelsen, M.H., Hoffmann, L., Nielsen, M., Gyldenkærne, S., Fauser, P., Plejdrup, M.S., Albrektsen, R. & Hjelgaard, K. 498 pp.
- 715 Baseline and monitoring studies at Seqi olivine mine 2004 to 2007.
By Asmund, G., Boertmann, D. & Johansen, P. 90 pp.
- 714 Vandmiljø og Natur 2007. NOVANA. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning.
Af Nordemann Jensen, P., Boutrup, S., Bijl, L. van der, Svendsen, L.M., Grant, R., Bøgestrand, J., Jørgensen, T.B., Ellermann, T., Dahl, K., Josefson, A.B., Ejrnæs, R., Søgaard, B., Thorling, L. & Dahlgren, K. 118 s.
- 713 Arter 2007. NOVANA.
Af Søgaard, B. & Asferg T. (red.). 140 s.
- 712 Terrestriske Naturtyper 2007. NOVANA.
Af Ejrnæs, R., Nygaard, B., Fredshavn, J.R., Nielsen, K.E. & Damgaard, C. 150 s.
- 711 Vandløb 2007. NOVANA.
Af Bøgestrand, J. (red.). 108 s.

ØKOLOGISK RISIKOVURDERING AF GENMODIFICEREDE PLANTER I 2008

Rapport over behandlede forsøgsudsætninger
og markedsføringsager

Rapporten giver en oversigt over DMU's arbejde med økologisk risikovurdering af genmodificerede planter (GMP) i 2008, der understøtter Miljøstyrelsens myndighedsopgave vedrørende økologiske effekter og konsekvenser af GMP. Der var 87 nye forsøgsudsætninger med 15 forskellige plantearter i EU i 2008. De fleste var herbicidtolerante (77 %) eller insektresistente (46 %). Antibiotikaresistensmarkører indgik i 16 % af forsøgsplanterne mod 19 % i 2007. I Danmark var der to nye markforsøg med glyfosat-tolerant majs samt fire fortsatte forsøg. Desuden fortsatte forsøget med GM-byg/hvede. Desuden fortsatte forsøget med fruktan-rajgræs, mens forsøget med GM-Gåsemad blev afsluttet. Der var 27 nye markedsføringsansøgninger i EU i 2008: Tre insekt- og herbicidtolerante bomuld, fem herbicidtolerante bomuld, en insektresistent bomuld, otte insekt- og herbicidtolerante majs, tre insektresistente majs, en herbicidtolerant majs, en herbicidtolerant majs, to herbicidtolerante raps og fire herbicidtolerante sojabønner. Kun tre af majssagerne omhandlede dyrkning, hvor DMU foreslog konkrete overvågningstiltag. DMU konkluderede i alle sagerne, at der ikke forventes uønskede økologiske konsekvenser, dog med forslag til overvågning i tre af sagerne. DMU kommenterede også 26 forespørgsler fra Miljøstyrelsen om bl.a. NK603- og GA21-majsen, revideret overvågning og antibiotikaresistensmarkører. På verdensplan blev der i 2008 dyrket ca. 125 mil. ha. GM-afgrøder af Bt/HT-majs, HT-sojabønne, Bt/HT-bomuld og HT-raps. I EU blev der atter dyrket Bt-majs MON810 på 107.725 ha. i syv lande med de største arealer i Spanien men ingen i Frankrig.