



**Uttalelse fra Faggruppe for genmodifiserte organismer (Faggruppe 3) i
Vitenskapskomiteen for mattrygghet
21.12.06**

**VURDERING AV FORESLÅTTE VIRKEMIDLER FOR SAMEKSISTENS MELLOM
GENMODIFISERTE VEKSTER OG KONVENSJONELT/ØKOLOGISK LANDBRUK, OG
RANGERING AV SPREDNINGSRISIKO AV TRANSGENER FRA RELEVANTE
GENMODIFISERTE PLANTER SOM KAN DYRKES I NORGE.**

SAMMENDRAG

Vurderingen av foreslåtte virkemidler for sameksistens mellom genmodifiserte vekster og konvensjonelt/økologisk landbruk, og rangering av spredningsrisiko av transgener fra relevante genmodifiserte planter som kan dyrkes i Norge er utført av Faggruppe for genmodifiserte organismer under Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM).

Landbruks- og matdepartementet har bedt Mattilsynet utvikle forslag til norsk regelverk for å sikre sameksistens mellom produksjon av genmodifiserte vekster og konvensjonelt/økologisk landbruk. Regelverket skal omfatte dyrking, håndtering, salg og transport av genmodifiserte vekster.

I den forbindelse engasjerte Mattilsynet Dr. Merethe Aasmo Finne til å lage en utredning om muligheten for sameksistens for jodbruksvekster som er relevante under norske forhold (Finne 2005). Utredningen gir en oversikt over genspredningspotensialet for ulike arter/vekstgrupper, samt beskriver og vurderer virkemidler som kan sikre sameksistens mellom produksjon av genmodifiserte planter og økologisk/konvensjonell produksjon. Mattilsynet ønsket en kvalitetssikring av vurderingene og tiltaka foreslått i den overnevnte rapporten, og fremmet 19. mai 2006 en bestilling der de ber VKM besvare følgende spørsmål:

1) Hvordan vil VKM rangere arter som det finnes genmodifiserte varianter av og som er relevante for dyrking i Norge, i forhold til spredningsrisiko, og om det er andre arter som vil

kunne være relevante å risikovurdere med hensyn på spredning av transgener til konvensjonelle og/eller økologiske avlinger?

2) Det er spesielt viktig å risikovurdere potet, oljeraps og mais, og vurdere ved bruk av angitte virkemidler for disse sortene, sannsynligheten (uttrykt i svært lav, lav, middels eller høy) for innblanding av transgener til konvensjonelle avlinger, økologiske avlinger og såvarer.

3) Er det andre virkemidler enn de som er nevnt i oppdraget som kan være relevante?

4) Ved bruk av de ulike virkemidlene beskrevet for oljeraps i oppdraget, hvor stor er sannsynligheten for ulike prosentvise innblandinger av transgener til oljeraps i en avstand på 3 km fra der dyrkingen av den genmodifiserte rapsen finner sted?

Oppdraget fra Mattilsynet ble behandlet i VKMs faggruppe for genmodifiserte organismer (Faggruppe 3). Faggruppen nedsatte et *ad hoc*-utvalg, dels bestående av eksterne eksperter, for bistand i arbeidet. Faggruppens vurderinger bygger på faglige innspill fra denne *ad hoc*-gruppen, som bestod av Eline Hågvar, UMB, Inger Nordal, UiO, Odd Arne Rognli, UiO, Odd Egil Stabbetorp, NINA. Leder av *ad hoc*-utvalget var Casper Linnestad, Faggruppe 3 i VKM og Bioteknologinemnda. Det understrekes at de sluttvurderingene som her er gjort står for faggruppens egen regning:

1) Arter som det finnes genmodifiserte varianter av og som er relevante for dyrking i Norge rangert etter minkende spredningspotensial:

Oljeraps, bete, mais, potet.

2) Dersom de foreslåtte virkemidlene i Mattilsynets oppdrag følges gir Faggruppen følgende vurderinger:

For potet er det svært lite sannsynlig at avlinger høstet fra konvensjonelle/økologiske dyrkinger der såvaren inneholder inntil 0,1 % transgene frø, vil få et innhold av transgener på 0,9 %,

og det er liten sannsynlighet at slike avlinger får et innhold av transgener mellom 0,3 % og 0,9 %,

og det er stor sannsynlighet at slike avlinger får et innhold av transgener på under 0,3 %.

Når det gjelder det foreslåtte virkemiddelet ved økologisk potetdyrking om at det "ikke er tillatt å bruke samme maskiner og utstyr til dyrking, høsting, lagring og transport av genmodifiserte poteter og økologisk potetproduksjon", finner faggruppen grunn til å spørre om dette er et nødvendig tiltak. Faggruppen vurderer at nøye rengjøring av utstyr og maskiner burde være tilstrekkelig.

For raps er det lite sannsynlig at avlinger høstet fra konvensjonelle dyrkinger der såvaren inneholder mindre enn 0,1 % transgene frø, får et innhold av transgener som overskrider 1 %, men finner ikke tilstrekkelig vitenskapelig belegg for å kunne kvantifisere denne sannsynligheten nærmere.

For innblanding av transgener i slike avlinger når såvaren inneholder inntil 0,3 % transgene frø, vil sannsynligheten øke, men faggruppen finner ikke belegg for å kvantifisere sannsynligheten nærmere.

For mais er det svært lite sannsynlig at avlinger høstet fra konvensjonelle/økologiske produserte avlinger der såvaren inneholder mindre enn 0,1 % transgene frø vil få et innhold av transgene planter som overstiger 1 %.

For bete vil sannsynligheten være lav dersom det ikke er dyrking nærmere havsområder og åpne vannløp enn 50 m.

Faggruppen vil bemerke at dersom stokkløpere og ettårige ugrasformer for bete som inneholder transgener får utvikle seg, spre pollen og sette frø, anses risikoen for spredning av transgener som høy. Faggruppen finner imidlertid ikke å kunne kvantifisere denne risikoen nærmere.

3) For raps kan et aktuelt tiltak være at dyrkere i en region enes om å dyrke samme type rapssort for en periode og at myndighetene følger opp gjennomføringen av en slik avtale. Faggruppen vil også bemerke at andre genmodifiseringsstrategier (transformasjon av kloroplast, ikke kjernetransformasjon) vil medføre et betydelig redusert utkrysningspotensial. Faggruppen finner at tiltaket med at dyrker skal kontrollere 500 meters randsoner for planter utenfor sin åker vil være vanskelig å gjennomføre.

For bete mener faggruppen at en buffersone på 50 m til havsområder og åpne vannveier vil medføre et betydelig redusert utkrysningspotensial.

For mais vil den foreslåtte dyrkingsavstanden på 200 m gi en tilstrekkelig sikkerhetsmargin. Faggruppen vil imidlertid fremheve betydningen av dyrkingsfeltenes relative størrelser og utforming samt den store innvirkningen på utkrysningspotensialet som en buffersone med pollenproduserende planter har. Følgelig kan man tenke seg en gradert tiltakspakke med nærmere spesifisering av tiltak ut fra en aktuell dyrkingssituasjon.

4) Ved bruk av de ulike virkemidlene for raps som er beskrevet i oppdraget, finner faggruppen det lite sannsynlig at innblandingsgraden av transgener vil overstige 1 % dersom konvensjonell/økologisk raps dyrkes i en avstand på 3 km fra dyrking av genmodifisert raps. Faggruppen finner ikke at det er tilstrekkelig vitenskapelig belegg for å kunne kvantifisere svaret nærmere.

BAKGRUNN OG INNLEDNING

I tilknytning til EUs regelverk om utsetting av genmodifiserte organismer (Dir. 2001/18/EC), har kommisjonen utarbeidet retningslinjer for etablering av nasjonale strategier og dyrkingsregler for å sikre sameksistens mellom produksjon av genmodifiserte vekster og konvensjonelt/økologisk landbruk (2003/556/EC). Landbruks- og matdepartementet har i den sammenheng bedt Mattilsynet utvikle forslag til norsk regelverk for sameksistens som

omfatter dyrking, håndtering, salg og transport av genmodifiserte vekster. Departementet har knyttet en rekke betingelser til hvilke hensyn et slikt regelverk skal ivareta. Det skal:

- a) *I størst mulig grad sikre at produsentene kan velge en GMO-fri produksjon. Regelverket for sameksistens må utformes slik at prinsippene for den økologiske produksjonsformen respekteres og ivaretas.*
- b) *I størst mulig grad sikre at forbrukerne kan velge GMO-frie produkter.*
- c) *I størst mulig grad sikre at produsenter som ønsker å dyrke GMO gis en opplæring som sikrer at vedkommende er i stand til å hindre uønsket og utilsiktet spredning av GMO fra sin produksjon, både gjennom pollinering i vekstsesongen og via spredning ved transport og på lager.*
- d) *Utformes slik at produsenter som ønsker å introdusere GMO for dyrking i sin produksjon ansvarliggjøres, og at det vurderes hvordan øvrige produsenters eventuelle tap som følge av innblanding av GMO i konvensjonelle eller økologiske produkter kan erstattes.*
- e) *Utarbeides i samråd med relevante myndigheter og interessegrupper, enten i form av referansegrupper eller på annen måte.*

Mattilsynet engasjerte seinhøsten 2004 Dr. Merethe Aasmo Finne til å lage en utredning om muligheten for sameksistens for jordbruksvekster som er relevante under norske forhold. Målet med utredningen var å gi en oversikt over genspredningspotensialet for ulike arter/vekstgrupper, samt beskrive og vurdere virkemidler som kan sikre sameksistens mellom produksjon av genmodifiserte planter og økologisk og konvensjonell produksjon.

Mattilsynet ønsket en kvalitetssikring av vurderingene og tiltaka foreslått i den overnevnte rapporten, slik at Landbruks- og matdepartementet har et best mulig grunnlag når departementet skal foreslå regler for sameksistens mellom genmodifiserte, konvensjonelle og økologiske vekster under norske forhold. I denne forbindelse fremmet Mattilsynet en bestilling, der de ber VKM vurdere sannsynligheten for spredning av transgener fra ulike genmodifiserte planter/vekstgrupper til tilsvarende ikke-genmodifiserte planter/vekstgrupper når de aktuelle virkemidlene som foreslått i Finnes rapport (2005) blir benyttet.

En foreløpig bestilling fra Mattilsynet ble lagt frem for VKMs Faggruppe 3 på faggruppemøtet 1. februar 2006. Faggruppen vedtok å sette ned en *ad hoc*-gruppe bestående av et faggruppemedlem og eksterne eksperter. *Ad hoc*-gruppen hadde følgende medlemmer:

Casper Linnestad, leder (faggruppe 3)

Eline Hågvar, (ekstern ekspert, Universitet for miljø- og biovitenskap)

Inger Nordal, (ekstern ekspert, Universitet i Oslo)

Odd Arne Rognli (ekstern ekspert, Universitet for miljø- og biovitenskap)

Odd Egil Stabbetorp (ekstern ekspert, Norsk institutt for naturforskning)

Mattilsynet og *ad hoc*-gruppen omformulerte sammen den foreløpige bestillingen, og en endelig bestilling ble oversendt 19. mai 2006 (ref. 2004/28048). *Ad hoc*-gruppens mandat var

å lage et utkast til svar på oppdraget datert 19. mai 2006 fra Mattilsynet. Innspillet ble behandlet i Faggruppe 3 på et møte 29. juni 2006 og uttalelsen sluttbehandlet på et møte 19. desember 2006. Dokumentet fra sistnevnte møte er dermed den endelige uttalelsen fra Faggruppe 3 i VKM. Det understrekes at innspillene fra *ad hoc*-utvalget til Faggruppe 3 var et ledd i en arbeidsprosess og at sluttvurderingene i uttalelsen står for faggruppens egen regning.

OPPDRAK FRA MATTILSYNET

Mattilsynet begrenset oppdraget fra Landbruks- og matdepartementet til kun å omhandle sameksistens på gårdsnivå fram til første mottaker, det vil si dyrking, høsting, maskinbruk og lager på gården i tillegg til transport fram til første mottaker.

Mattilsynet la frem følgende bakgrunnsdokumentasjon i bestillingen:

- Rapport om sameksistens mellom genmodifiserte, konvensjonelle og økologiske vekster/kulturer under norske forhold av Merethe Aasmo Finne (2005).
- Dansk rapport om sameksistens (http://www.agrsci.dk/gmcc03/Co_exist_rapport.pdf)
- Dansk lov (<http://www.pdir.dk/Default.asp?ID=5963>)
- Dansk forskrift om sameksistens (<http://www.pdir.dk/Default.asp?ID=5963>)

Oppdraget fra Mattilsynet var formulert som følger: ”Vi ber Vitenskapskomiteen, med utgangspunkt i vedlagte rapport skrevet av Merethe Aasmo Finne og beskrivelse av oppdraget gitt i denne bestillingen, vurdere følgende:

1. Hvordan vil VKM rangere arter som det finnes genmodifiserte varianter av og som er relevante for dyrking i Norge, i forhold til spredningsrisiko?

Er det andre arter i Norge enn de nevnt i rapporten det vil kunne være relevant å risikovurdere med hensyn på spredning av transgener til konvensjonelle og/eller økologiske avlinger?

2. Mattilsynet er av den oppfatning at det er spesielt viktig å risikovurdere potet, oljeraps og mais.

Ved bruk av de ulike virkemidlene beskrevet under for potet, oljeraps og mais, hvor stor er sannsynligheten (uttrykt i svært lav, lav, middels eller høy) for innblanding av transgener til konvensjonelle avlinger av samme art som den genmodifiserte sorten, økologiske avlinger av samme art som den genmodifiserte sorten og såvare av samme art som den genmodifiserte sorten? VKM må i sitt svar opplyse om hvilke intervaller som tilsvarer de ulike benevnelsene svært lav, lav, middels og høy eller eventuelt opplyse om hvilke tallmateriale og vurderinger som ligger til grunn for deres konklusjoner.

Ved bruk av de ulike virkemidlene beskrevet under for potet, oljeraps og mais, hvor stor er sannsynligheten for ulike prosentvise innblandinger av transgener (må minimum dekke området 0 til 1,0 % i produkt) til avlingene nevnt under a, b og c:

- a. konvensjonelle avlinger med mat og fôr (sluttproduktet) høstet på naboeiendommer av dyrkere av genmodifiserte vekster
Følgende alternativer må vurderes:
- i) såvaren brukt på naboeiendommene inneholder mindre enn 0,1 % GM-frø
 - ii) såvaren brukt på naboeiendommene inneholder inntil 0,3 % GM-frø i oljevekster, 0,5 % GM-frø i mais.
- b. økologisk produserte avlinger, uavhengig av tiltenkt bruksmåte og høstet på naboeiendommer av dyrkere av genmodifiserte vekster. Såvaren brukt på disse naboeiendommene inneholder mindre enn 0,1 % GM-frø.
- c. avlinger med konvensjonell såvare høstet på naboeiendommer av dyrkere av genmodifiserte vekster. Såvaren brukt på disse naboeiendommene inneholder mindre enn 0,1 % GM-frø.
3. Er det andre virkemidler enn de nevnt i oppdraget som kan være relevante?
4. Ved bruk av de ulike virkemidlene beskrevet for oljeraps i oppdraget, hvor stor er sannsynligheten for ulike prosentvise innblandinger av transgener (må minimum dekke området 0 til 1,0 % i produkt) til oljeraps i en avstand på 3 km fra der dyrkingen av den genmodifiserte rapsen finner sted?

OVERSIKT OVER AKTUELLE VIRKEMIDLER

I oppdraget ga Mattilsynet følgende oversikt over aktuelle virkemidler for å sikre sameksistens:

Virkemidler ved dyrking av genmodifisert potet

Krav til avstandsisolering:

Minimumskrav til avstandsisolering mellom areal med genmodifiserte sorter og areal med dyrking av ikke-genmodifiserte potetsorter er 20 m. Krav til avstandsisolering er likt for konvensjonell og økologisk produksjon.

Krav til etterkontroll av arealer

Dyrker av en genmodifisert potetsort er pliktig til etter høsting å kontrollere dyrkingsarealene og fjerne eventuelle knoller og spillplanter.

Krav til rengjøring av maskiner og utstyr

Dyrker av en genmodifisert potetsort er pliktig til å sørge for rengjøring av maskiner og utstyr brukt i forbindelse med setting, opptak, transport og lagring av den genmodifiserte sorten før annen bruk.

Det er ikke tillatt å bruke samme maskiner og utstyr til dyrking, høsting, lagring og transport av genmodifiserte poteter og økologisk potetproduksjon.

Krav til dyrkingsintervall

Etter dyrking med genmodifiserte potetsorter er det følgende minimumskrav til antall år med andre kulturer enn potet, før det kan dyrkes ikke-genmodifiserte potetsorter konvensjonelt eller økologisk på samme areal:

Produksjon	Antall år
Konvensjonell matpotetproduksjon	3 år
Konvensjonell settepotetproduksjon	4 år
Økologisk matpotetproduksjon	4 år
Økologisk settepotetproduksjon	5 år

Virkemidler ved dyrking av genmodifisert oljeraps

Krav til avstandsisolering

Minimumskrav til avstandsisolering mellom areal med genmodifiserte sorter og annet areal der det kan skje krysspollinering er:

Produksjonsform	Produksjon	Dyrkingsavstand
Konvensjonell	Frøavl av sjølfertile sorter	500 m
Konvensjonell	Ordinær produksjon (både sjølfertile sorter og hybridsorter)	200 m
Økologisk	Frøavl av sjølfertile sorter	500 m
Økologisk	Ordinær produksjon (både sjølfertile sorter og hybridsorter)	500 m

Krav til kontroll av ugraspopulasjoner

Dyrker av en genmodifisert rapssort er pliktig til å kontrollere for ugraspopulasjoner som raps kan krysse seg med i dyrkingsfelt og på omkringliggende areal i en avstand til og med 500 m fra arealet der den genmodifiserte sorten dyrkes. Dette gjelder ugraspopulasjoner av åkerkål, åkerreddik og sareptasennep.

Krav til etterkontroll av arealer

Dyrker av en genmodifisert rapssort er pliktig til etter høsting å kontrollere dyrkingsarealene og gjennomføre nødvendige tiltak som redusert jordarbeiding og sprøyting for å redusere og fjerne eventuelle spillplanter.

Krav til rengjøring av maskiner og utstyr

Produsent av en genmodifisert oljerapssort er pliktig til å sørge for rengjøring av maskiner og utstyr brukt i forbindelse med såing, tresking, transport og lagring av den genmodifiserte sorten før annen bruk.

Det er ikke tillatt å bruke samme maskiner og utstyr til dyrking, høsting, lagring og transport av genmodifiserte oljerapssorter og økologisk oljerapsproduksjon.

Krav til bruk av tette transportbeholdere

Dyrker av en genmodifisert oljerapssort er pliktig til å bruke tette transportbeholdere til avling av genmodifiserte sorter.

Krav til dyrkingsintervall

Etter dyrking med genmodifiserte oljerapssorter er det følgende minimumskrav til antall år med andre kulturer enn oljeraps, før det kan dyrkes ikke-genmodifiserte oljerapssorter konvensjonelt eller økologisk på samme areal:

Produksjonsform	Produksjon	Dyrkingsintervall
Konvensjonell	Frøavl av sjølfertile sorter	12 år
Konvensjonell	Ordinær produksjon mat og fôr (både sjølfertile sorter og hybridsorter)	10 år
Økologisk	Frøavl av sjølfertile sorter	12 år
Økologisk	Ordinær produksjon mat og fôr (både sjølfertile sorter og hybridsorter)	12 år

Virkemidler ved dyrking av genmodifisert mais*Krav til avstandsisolering*

Minimumskrav til avstandsisolering mellom areal med genmodifiserte maissorter og areal med ikke-genmodifiserte sorter av mais er 200 meter.

Krav til rengjøring av maskiner og utstyr

Dyrker av en genmodifisert mais er pliktig til å sørge for rengjøring av maskiner og utstyr brukt i forbindelse med såing, høsting, transport og lagring av den genmodifiserte sorten før annen bruk.

Det er ikke tillatt å bruke samme maskiner og utstyr til dyrking, høsting, lagring og transport av genmodifisert mais og økologisk maisproduksjon.

GENERELT OM FAGGRUPPENS VURDERING

Risiko knyttet til sameksistens er her dels vurdert ut fra potensialet for spredning av GMO fra planteproduksjon basert på genmodifiserte sorter til økologisk og konvensjonell planteproduksjon, dels mulighetene for utvikling av ugraspopulasjoner, samt spredning til ville populasjoner av samme art eller nærstående arter utenfor dyrking som kan fungere som brohodepopulasjoner for seinere spredning. Andre risikofaktorer knyttet til dyrking av genmodifiserte sorter er forutsatt vurdert ved selve godkjenningsbehandlingen.

Faggruppens vurderinger bygger på data som overveiende er basert på utenlandske forsøk og undersøkelser. Faggruppen vil fremheve at norske dyrkingsbetingelser kan avvike fra dem som i disse ligger til grunn.

Ad hoc-gruppen har gått gjennom referanser som er benyttet i Finne-rapporten og supplert med nyere studier. Det er mange parametere av betydning når man beregner utkrysningspotensialet for de aktuelle artene. Det er et generelt problem at resultatene fra ulike studier ikke er direkte sammenliknbare fordi de baserer seg på forskjellige eksperimentelle design.

Utkrysningsratene avhenger ikke bare av avstanden mellom donor- og mottaker, men også størrelsen på dyrkingsfeltene og deres utforming. I tillegg påvirkes resultatene i betydelig grad av faktorer som temperatur, vindstyrke og -retning, nedbør, størrelsen på reproduksjonsapparatet (pollenproduksjon og utvikling av hunnblomst), synkronitet mellom pollendonator og pollenmottaker, for å nevne noen.

Ad hoc-gruppen vil også peke på distinksjonen mellom isolasjonsavstander og pollenbarrierer. Et tilplantet felt med ikke-genmodifiserte planter kan fungere som en buffersone som i praksis tilsvarer et tiltak med en viss isolasjonsavstand. Mens en isolasjonsavstand betegner omfanget av udyrket mark eller en lavtvoksende, annen art mellom to åkre, kan en vel så effektiv pollenbarriere være en buffersone med samme landbruksvekst som vokser rundt donor- eller resipientfelt. Den effektive avstanden mellom donor og resipient kan dermed økes ved at slike barrierer selv produserer konkurrerende pollen i tillegg til å være en fysisk hindring for vindspredd pollen mellom donor- og resipientfelt. Nyere studier i mais viser at nettopp pollenbarrierer reduserer utkrysningsrater effektivt og er et viktig virkemiddel i tillegg til rene isolasjonsavstander (Brookes *et al.* 2004, Melé *et al.* 2005).

Faggruppen merker seg at Mattilsynet er ute etter mest mulig kvantitative ”svar” på sine spørsmål og problemstillinger. Faggruppen har søkt å etterkomme dette så langt den finner dette vitenskapelig forsvarlig. Gruppens vurderinger er semi-kvantitative eller kvalitative fordi de tilgjengelige forskningsresultater enten spriker eller bygger på for ulike metodologiske oppsett.

Faggruppens uttalelse bygger på faglige innspill fra en *ad hoc*-gruppe med flere eksterne eksperter. Innspillene fra *ad hoc*-gruppen er diskutert i Faggruppe 3 og delvis innbakt i teksten under. Faggruppe 3 understreker at de sluttvurderingene som her er gjort står for faggruppens egen regning. På enkelte punkter er det altså nødvendigvis ikke samsvar mellom enkelte av de eksterne ekspertenes faglige vurderinger og Faggruppe 3s syn.

SVAR PÅ MATTILSYNETS SPØRSMÅL

VKMs Faggruppe 3 gir følgende svar på Mattilsynets problemstillinger:

Svar på spørsmål 1.

Arter som det finnes genmodifiserte sorter av i dag og som er relevante for dyrking i Norge anses å utgjøre ulik risiko i forhold til spredning. De aktuelle artene er her rangert etter minkende spredningspotensial. For hver art er også mulige spredningsveier nevnt:

Oljeraps

Insekt- og vindspredning av pollen.

Spillplanter via frøbank (dryssing og eksogen frøhvile).

Brohodepopulasjoner (spredte rapsplanter og ville, naturlig forekommende slektninger).

Små frø som vanskelig lar seg helt innelukke ved håndtering og transport.

Potensiell frøspredning med fugl.

Bete

Vindspredning av pollen (insekter er også av betydning).

Spillplanter via frøbank (eksogen frøhvile), vannspredning.

Hybridisering til dyrkede beteslektninger (mulige brohodepopulasjoner).

Stokkløping (bolting).

Mais

Vindspredning av pollen (Faggruppen vil bemerke at det ikke kan utelukkes at maispollen har noe økt levedyktighet i Norge enn andre dyrkingsland på grunn av lavere temperatur).

Mais har ikke frøhvile, ikke frøspill, ingen ville slektninger.

Potet

Seksuell reproduksjon i norske potetåkre er begrenset, men forekommer. Potet er hovedsakelig selvpollinert. Rengjøring av utstyr er enkelt, men overvintrende knoller i åker bidrar til mulig spredning. Dessuten kan frø overvintre i jord.

I tillegg til artene mais, potet og oljeraps som omtales i rapporten av Finne (2005), vil det også kunne være relevant å risikovurdere bete med hensyn på spredning av transgener til konvensjonelle og/eller økologiske avlinger i Norge. Dette kan begrunnes med at det er utviklet en herbicidresistent fôrbetesort i Danmark som teoretisk også kunne være aktuell for dyrking i Norge. Dagens begrensede dyrkingsomfang av bete i Norge tilsier imidlertid at man i sameksistenssammenheng foreløpig ikke vier denne landbruksveksten like mye oppmerksomhet som mais, potet og oljeraps.

Svar på spørsmål 2. Risikovurdering av raps, bete, mais og potet

Faggruppe 3 støtter Mattilsynets oppfatning om at det i sameksistenssammenheng er mest aktuelt å vurdere potet, oljeraps og mais. I tillegg mener faggruppen altså at det på sikt også kan bli aktuelt å vurdere bete i sameksistenssammenheng (se ovenfor). Dette er grunnen til at faggruppen også har valgt å knytte enkelte kommentarer til Finne-rapportens beskrivelse av bete.

Faggruppen har valgt å kommentere Finnes rapport (Finne 2005) først, for så å besvare Mattilsynets spørsmål.

I det følgende knytter faggruppen kommentarer til Finnes gjennomgang av artene potet, bete, raps og mais slik de omtales i rapportens kapittel 9 "Aktuelle jordbruksvekster i Norge" (Finne 2005). Kommentarene har henvisninger til spesifikke avsnitt i teksten.

9.1 Potet

9.1.4 Spredningsmåter

9.1.4.1 Pollen

Finne: Første avsnitt: "...humler er en pollinator som bare flyr over korte avstander, og pollenet vil dermed bli avsatt i den umiddelbare nærhet av pollenkilden (Skogsmyr 1992)".

Faggruppe 3s kommentarer:

Nyere forskning viser at det ikke er riktig at humler bare flyr over korte avstander. Avstander på over 10 km er ikke uvanlig (Goulson 2003). En del arter synes dessuten å unngå områdene nærmest bolet, noe som dermed medfører økte aksjonsradius for slike insekter. Vi vet ellers

lite om hva andre pollenspisende grupper med stor spredningsevne betyr som pollinatorer (for eksempel tovinger og biller). Norske og svenske undersøkelser viser at det er en rik insektfauna på potet (Hofsvang & Sundheim 1990, Thieme 2005). Vanlige skadedyr er bl.a. bladlus, sikader og trips på overjordiske deler og nematoder (bl.a. potetcystenematoden) på røttene. Bladlus kan spre virus fra plante til plante og har meget stor spredningsevne (Minks & Harrewijn 1987).

9.1.4.3 Knoller

Finne: ”Potet er ekstremt følsom for frost, og under normale vinterforhold kan en se bort fra mulighetene for overvintring av vegetative plantedeler de aller fleste steder i Norge”.

Faggruppe 3s kommentarer:

Overvintring er ikke uvanlig i deler av landet.

9.1.7 Konklusjon

Faggruppe 3s kommentarer:

For potet er faggruppen i hovedsak enig i konklusjonene i Finne-rapporten og mener at den dyrkingsavstanden som Mattilsynet har foreslått mellom transgen potet og tradisjonelle/økologiske avlinger på 20 meter er et passende tiltak. Faggruppens begrunnelse bygger blant annet på en britisk forsøksserie (PROSAMO-prosjektet) der man gjennomførte studier av genspredning fra transgen potet til konvensjonelle sorter (Rognli & Potter 1991). Disse undersøkelsene viste at det med avstander på 15 og 20 meter mellom ikke-modifisert og genmodifisert potet ikke ble funnet transgene frø blant over 4000 undersøkte kandidater. En avstandsisolering på 20 meter har blitt foreslått på bakgrunn av også andre studier (Conner & Dale (1996); Bock *et al.*(2002). I Danmark har man i regelverket for sameksistens lagt opp til en avstand for potet på nettopp 20 meter, men dersom den transgene sorten ikke setter blomster eller er hannsteril kan avstanden reduseres. Finne-rapporten framhever at størst spredningsfare for potet er knyttet til settepoteter, spillplanter og selve håndteringen under dyrking. Faggruppen er enig i dette.

9.2. Bete

9.2.2. Reproduksjonsbiologi

Finne: ”Pollenet blir hovedsakelig spredt med vinden, men blomstene produserer nektar og insekter kan også ha en viss betydning som bestøvere (Eastham & Sweet 2002)”.

Faggruppe 3s kommentarer:

Norske skadeinsekter på bete er først og fremst betebladlus (*Aphis fabae*), beteflue (*Pegomyia hyoscyami*) og betejordloppe (*Chaetocnema concinna*) (Hofsvang & Sundheim 1990). Betefluen spiser pollen, mens det er mer tvilsomt om de andre insektene bidrar med pollinering. Det engelske FSE-prosjektet (FSE 2003) studerte insektfaunaen på bete (fôrbete og sukkerbete). Av potensielle pollinatorer var bier og humler mest tallrike, der humler utgjorde 64 % av observasjonene. Mengden bier og humler var mindre enn i rapsåkrene, men større enn i maisåkrene. Insekter spiller trolig en viss rolle, særlig ved høy relativ luftfuktighet og liten lufttransport av pollen (Free *et al.* 1975).

Finne: ”I *B. vulgaris*-komplekset skiller en ofte mellom dyrkede former, villformer og ugrasformer. Alle underarter og varieteter av bete er i prinsippet innbyrdes fertile, men flere faktorer er med på å modifisere dette bildet (se kap. 9.2.5)”.

Faggruppe 3s kommentarer:

Ugrasformer av bete (ettårige former, sannsynligvis fremkommet ved krysninger mellom kultivarer og ville former) utgjør et betydelig ugrasproblem i sukkerbetedyrking blant annet i Storbritannia, Belgia, (nord-)Frankrike og Tyskland (Schütte *et al.* 2004). Også i Danmark er ugrasbeteproblemet betydelig (Tolstrup *et al.* 2003). Dette ugrasproblemet har økt kraftig i omfang etter 1970 (Longden 1993).

9.2.4. Spredningsmåter

9.2.4.1. Pollen

Finne: ”Andelen beteplanter som oppnår tilstrekkelig vernalisering og blomstrer første året vil normalt være liten”.

Faggruppe 3s kommentarer:

Stokkløping er imidlertid et kjent fenomen i bete. Lave temperaturer og lang dag regnes som de viktigste faktorene for økt stokkløping (AGBIOS GM Database 2005), noe som innebærer at en må regne med økt stokkløping når bete dyrkes under norske forhold.

9.2.4.2. Frø

Finne: ”Stokkløpere og ettårige ugrasformer av bete kan føre til en begrenset spredning av frø, og de fleste frøene spres i umiddelbar nærhet av morplantene (Tolstrup *et al.* 2003)”.

Faggruppe 3s kommentarer:

Hvis beteplantene får mulighet til å utvikle modne frø, må risikoen for frøspredning anses som stor. Betefrø er svært langlevde (Sester *et al.* 2006), og dette medfører økte muligheter for tilfeldighetsspredning av frø. (Som en kuriositet: Darwin (1859) påviste at betefrø kan spres med rovfugl). Det er dessuten påvist at betefrø overlever lange perioder i saltvann. Darwin (1855) observerte at frø av bete spirte utmerket etter 28 dagers oppbevaring i saltvann. Driessen *et al.* (2001) påviste spiredyktige frø etter 28 uker i saltvann; etter 20 uker var fremdeles 30 % av frøene spiredyktige. Strengt tatt rapporterer ingen av undersøkelsene frøenes flyteevne, men en må anta at frøene flyter godt og at de dermed kan spres over lange avstander med elver og havstrømmer (effekten av opphold i ferskvann er imidlertid ikke undersøkt). Muligheten for spredning av frø, enten med vann eller via menneskelig aktivitet, må anses å innebære den største risikoen for genspredning (jf. Arnaud *et al.* 2003, Viard *et al.* 2004, Trakhtenbrot *et al.* 2005).

9.2.5. Potensialet for spredning av gener

Faggruppe 3s kommentarer:

Forurensning av såvare med ugrasbete innebærer mulighet for introduksjon av ugrasbete som allerede er bærer av modifiserte gener. Hvis slike individer får mulighet til å produsere frø, er muligheten for spredning tilstede. Ugrasformene forekommer i områdene i Italia og Frankrike hvor det meste av sukkerbetefrø blir produsert (Schütte *et al.* 2004). I Frankrike er gjennomsnittlig forurensning av sukkerbetefrø beregnet til 0,04 % (ITB 1999, referert i Lavigne *et al.* 2002).

9.2.5.2 Mellom sorter og ville populasjoner av samme art

Faggruppe 3s kommentarer:

Presisering: Introduksjon av ugrasbete muliggjør også kryssing mellom ugrasbete og dyrket bete. Hvis fjerning av blomstrende beteindivider utelates eller foretas mangelfullt, vil dette medføre risiko for genspredning. Pollenspredning til populasjoner av strandbete er også tenkelig, da det er rapportert svært store spredningsdistanser for betepollen. Som ”genetisk bro” mellom genmodifiserte og konvensjonelle sorter av bete må imidlertid denne sannsynligheten anses som neglisjerbar.

Av ville slektninger som hybridiserer med kultivarer av bete er kun strandbete (*Bete vulgaris* ssp. *maritima*) kjent fra Norge i dag. Strandbete er en varmekjær art knyttet til eksponerte strender. Den er bare kjent fra et fåtall lokaliteter i Ytre Oslofjord, og den er oppført som sårbar på den nasjonale rødlista over utrydningstruede organismer (DN 1999). Flere nye funn de siste årene kan tyde på at arten er i ferd med å bli vanligere.

9.2.6 Aktuelle virkemidler

Faggruppe 3s kommentarer:

De primære virkemidlene støttes fullt ut. Kontroll med stokkløpere er det viktigste virkemiddelet. De sekundære virkemidlene er mindre viktige. På grunn av muligheten for effektiv vannspredning, bør også dyrkning nærmere enn 50 m til havstrandområder eller åpne vannløp unngås.

9.2.7 Konklusjon

Faggruppe 3s kommentarer:

Biologisk sett har bete egenskaper som tilsier stor risiko for genspredning. Den er obligat kryssbestøvende (Larsen 1977). Pollen hevdes å ha blitt observert 5 km fra opphavspopulasjoner. Dessuten er de dyrkede varietetene av bete konspesifikke med ville former og ugrasformer, og genutveksling på tvers av varieteter og underarter er påvist (Bartsch *et al.* 1999). Eksperimentelt er det påvist herbicidresistens i hybrider mellom sukkerbete og ugrasformer av bete (Bartsch & Pohl-Orf 1996). Arten har langlevde frø (Desprez 1980, Sester *et al.* 2006). Videre har arten stort potensiale for langdistansespredning av frø med vann (Darwin 1855, Driessen *et al.* 2001).

Finne: ”En liten andel av plantene kan imidlertid få oppfylt sitt krav til vernalisering og blomstre allerede i dyrkingsåret”.

Faggruppe 3s kommentarer:

Frøantallet per individ er svært stort, slik at hvis slike stokkløpere får utvikle seg vil spredningsfaren være tilstede selv om individtallet er lite.

Faggruppe 3s kommentarer:

De viktigste risiki for spredning av modifiserte gener fra dyrket bete er knyttet til at plantene får anledning til å produsere pollen og å sette frø. Det bør betones sterkere at forurensing av såfrøet med ugrasbete innebærer en direkte risiko for genspredning, og at frøspredning innebærer en større risiko enn pollenspredning.

9.3. Oljevekster (Brassica ssp.)

Faggruppen kommenterer her kun arten raps.

9.3.2 Reproduksjonsbiologi

Finne: (s. 58): ”Ville former av raps er ikke kjent”.

Faggruppe 3s kommentarer:

Faggruppen anser at dette er en riktig generalisering etter norske forhold. Enkelte forvillete rapsplanter har imidlertid blitt observert i Norge, for eksempel ved møller (NBF 1999), og disse rapsplantene kan være ”brohoder” for pollentransport. Foreløpig ser likevel ikke raps ut til å ha etablert permanente populasjoner i Norge.

9.3.4. Spredningsmåter

Finne: s. 59: ”Forholdet mellom insekt- og vindpollinering er uklart, men honningbier og humler regnes av mange som den viktigste vektoren for spredning av rapspollen.”

Faggruppe 3s kommentarer:

Blant tallrike insekter som finnes på raps (se for eksempel den engelske FSE-undersøkelsen), er pollen/nektarspisere mest aktuelle som pollenoverførere. Blant disse finner vi honningbien (*Apis mellifera*), humler, solitære bier, blomsterfluer, andre tovinger (som kålfluer), sommerfugler (hvorav noen skadedyr), rapsglansbille (*Meligethes aeneus*) og trips (Hofsvang & Sundheim 1990, Farm Scale Evaluations-prosjektet (FSE) 2003, Pierre 2001, Tolstrup *et al.* 2003.).

Generelt er bier og humler viktige pollinatorer i raps (Ramsay *et al.* 1999, Osborne *et al.* 1999, Thompson *et al.* 1999, Ramsay *et al.* 2003). I Sverige og Danmark anser man honningbien som den absolutt viktigste pollinatoren, etterfulgt av humler, solitære bier og fluer (Tolstrup *et al.* 2003, Ekbom, pers. med). Rapsglansbille *Meligethes aeneus* med sin store tetthet, flere tusen egg og larver per kvadratmeter (Hofsvang & Sundheim 1990), er også en viktig pollinator (Free & Williams 1978, Ramsay *et al.* 2003). Hårete blomsterfluer kan være helt gule av pollen fra oljevekster og må anses som mulige pollinatorer. De tallrike *Pieris*-sommerfuglene på raps må en anta har mindre betydning som pollinatorer. Pierre (2001) diskuterer ulike insektgruppers rolle i pollenoverføring mellom raps og åkerreddik. Mens honningbien prefererte å gå på raps, viste ulike humlearter forskjellige preferenser (*B.*

terrestris: raps, *B. lapidarius*: åkerreddik), mens solitære bier og fluer ikke viste noen preferanse. Det er ellers forbausende lite en vet om hvilke insekter som pollinerer Europas ca 150 dyrkede insektpollinerte plantearter (Goulson 2003), noe som bl.a. hindrer utvikling av mekanistiske modeller over pollenspredning på landskapsnivå (Klein *et al.* 2006).

Et viktig spørsmål er hvilken betydning hhv. vindpollinering og insektpollinering har i raps. Dette spørsmålet var en viktig del av det engelske DEFRA-prosjektet (Ramsay *et al.* 2003), som er en grundig studie av pollenspredning/hybridisering i oljeraps, undersøkt på landskapsnivå. Konklusjonen var at insekter betyr langt mer enn tidligere antatt, og i de aktuelle forsøkene mer enn vindpollinering. Denne slutningen var bl.a. basert på grad og mønster av fertilisering (for eksempel bier og humler ekskludert ved hjelp av bur), samt mangel på korrelasjon mellom vindretning og genstrøm. Krysspollineringsfrekvens, utover de første titalls metrene fra åkerkanten, der vindpollinering kan være viktig, fulgte en lang hale som avtok lite over flere km avstand fra åkeren. Bier og humler var hovedansvarlig for de nærmeste km av denne halen, mens rapsglansbiller trolig var viktigste pollinator enda lengre borte (26 km). Innslaget av insekvektorer gjør det vanskelig å lage en matematisk modell for pollenspredningen, da insektenes fluktmønster er svært avhengig av vær, sesong, år og habitatene omkring. I motsetning til ved pollenspredning ved vind, kan flere insekter, særlig de større, foretrekke å fly motvinds fordi mange orienterer seg etter lukt.

9.3.4.1 Pollen

Finne: ”En rekke undersøkelser viser imidlertid at betydelige mengder rapspollen kan transporteres med vind og insekter over store avstander (Warwick 2004)”.

Faggruppe 3s kommentarer:

Fluktpotensialet hos insektene er ofte ukjent og vanskelig å studere. Nyere forskning viser en langt større spredningsevne hos bier og humler enn tidligere antatt fra småskalaforsøk (Goulson 2003). Scottish Crop Research Institute (2000) antyder pollenspredning ved vind og insekter over flere hundre km. Hele landskapsområder må inkluderes i slike undersøkelser (Timmons *et al.* 1995). DEFRA-rapporten (Ramsay *et al.* 2003) analyserte pollenet på honningbienen og konkluderte med at biene kan “utveksle” pollen inni kubene, slik at pollen kan spres over større avstander enn hvert enkelt bie flyr.

I Norge spiller trolig humler større rolle for pollinering enn i mange andre land. Humlene tar pollen fra mange typer blomster. Når åkrene ikke blomstrer, drar humlene fordel av det norske småskalalandsbrukets nære kontakt med ikke-dyrkede habitater og deres store blomsterdiversitet. Humler er også tilpasset våre lave temperaturer.

Mens en tidligere mente at humler samlet næring nærmest mulig bolet, indikerer nyere undersøkelser at de til en viss grad ”unngår” de nærmeste omgivelsene, selv om disse har gode næringsplanter (Dramstad 1996, Osborn *et al.* 1999, Goulson 2003). Også fordi humler anlegger nytt bol hvert år, blir trekk-mønsteret relativt uforutsigbart.

I hvilken grad rapsblomster tiltrekker insekter kan være avhengig av hvilke andre blomsterarter som er til stede. Vi vet ikke mye om slike preferanser, men vi har noen indikasjoner:

Den engelske FSE-undersøkelsen (2003) sammenlignet faunaen i GM/ikke-GM rapsåker og deres omgivende vegetasjon gjennom flere år. I selve rapsåkeren var det også blomstrende ugras (*Cirsium*, *Sonchus*, *Matricaria recutita*, *Tripleurospermum inodorum*). Inni åkeren ble det registrert en preferanse for rapsplantene: 80-90 % av alle observasjoner av bier, humler og sommerfugler var på selve rapsplantene. I omgivende vegetasjon ble humler og honningbienen

registrert til sammen på 66 ulike planteslekter fra 30 plantefamilier. Vanligst ble de funnet på tistler (*Cirsium*), kystbjørnekjeks (*Heracleum sphondylium*) og bjørnebær (*Rubus fruticosus*), men i sparsomme mengder. Dette viser igjen at rapsblomstene er attraktive for bier og humler, selv med mange konkurrerende blomsterarter både i selve åkeren og i omgivende vegetasjon.

9.3.4.2 Frø

Finne: Finnerapporten peker på utstrakt frøspill hos oljevekstene med normalt frøtap på 5-10 %, men peker på at under ugunstige forhold er det observert spilltap opp til 70 %. Estimer av spillfrø i jord etter høsting varierer fra henholdsvis 2000 frø pr. m² i Canada til 10000 frø pr. m² i Storbritannia. Undersøkelser i Danmark tyder på at frø av oljeraps kan beholde spireevnen i 10-12 år (Tolstrup *et al.* 2003).

Faggruppe 3s kommentarer:

Finnerapporten har fått fram det vesentlige når det gjelder farene for frøspredning via spillfrø og frøbank. Den store frøproduksjonen, det betydelige frøspillet, de ørsmå frøene, den potensielt langlevde frøbanken, tilsier at full kontroll med spredningsveier via frø er nærmest umulig å gjennomføre. Nyere litteratur, som ikke er referert i Finne-rapporten, forsterker dette risiko-aspektet (Pivard *et al.* 2003).

9.3.5. Potensialet for spredning av transgener

Finne: Finnerapporten (s. 64-65, tabell 9.10) gir fyldig dokumentasjon for at utkrysningsrater for oljeraps er meget variable.

Faggruppe 3s kommentarer:

Studier på oljevekster viser betydelig variasjon fra nesten ingen utkryssning over korte avstander (f.eks i Canada er det vist 0.14% over 5 meter, Staniland *et al.* 2000, ref. fra Finne 2005,) til betydelig utkryssning over lange avstander (f.eks. i Storbritannia er det vist 5% over 4 km, Thompson *et al.* 1999,). Spredningspotensialet avhenger av en rekke forhold, som sortsegenskaper, relativ størrelse på donorpopulasjonen(e) og mottakerpopulasjonen(e), felt- og landskapsformer, forekomst av pollenbarrierer, miljøforhold som temperatur, vind (styrke og retning), humiditet, tetthet av insektpopulasjoner osv. (Warwick 2004, Messean *et al.* 2006).

Finne: Finnerapporten gjengir på s. 69 modellberegninger av innhold av transgener i frø av oljeraps spredd til konvensjonelle dyrkingsfelt med ulik bredde, i forhold til avstand til arealer med genmodifisert oljeraps. Kurvene synker tilnærmet eksponensielt.

Faggruppe 3s kommentarer:

Devaux *et al.* (2003) har ved å sammenligne prediksjoner fra modeller og reelle spredningshendinger vist at spredningskurven for pollen ser ut til å ha en "fetere hale" enn eksponentialkurven. Det betyr at slike funksjoner er inadekvate for å modellere langdistansespredning fordi de i betydelig grad undervurderer langdistansespredning.

Finne: Finnerapporten dokumenterer at både raps og ryps kan krysse seg med andre arter i slekten *Brassica* (som åkerkål, sareptasennep, svartseennep), slekten *Raphanus* (åkerreddik) og slekten *Diploaxis* (murseennep-slekta).

Faggruppe 3s kommentarer:

Få kulturvekster i Norge kan krysse seg med viltvoksende arter i floraen vår. Eventuelle hybrider er viktig i forhold til sameksistens, fordi de kan representere eventuelle brohoder for gentransport mellom GMO og konvensjonelt/økologisk dyrkede vekster. I tillegg til artene Finne nevner som kryssbare med raps/ryps, har Daniels *et al.* (2005) påvist at herbicidrestens også er overført til åkersennep (*Sinapis arvensis*). I det hele er korsblomstfamilien full av ugrasplanter, så selv om bare kryssninger med arter i de nevnte slektene er påvist, kan det ikke garanteres at også hybridiseringer kan finne sted, gitt store bestander og tilstrekkelig tid – forhold som ikke kan gjenskapes i kortsiktige eksperimenter. (f. eks. vinterkarse – *Barbarea vulgaris* – er på sterk spredning langs alle veikanter på Østlandet). Riktignok hevdes det av Daniels *et al.* (2005) at spredning av herbicid-resistens til ville slektninger var ubetydelig, selv om det ble påvist i åkerkål og åkersennep. Men koplet til seleksjons-regimer der det sprøytes med glyfosat/glufosinat-ammonium både i åkre og i veikanter, vil som nevnt, bare ørsmå utkryssningsrater kunne føre til ekspanderende levedyktige ugraspopulasjoner ved seleksjon.

Finne-rapporten synes muligens å undervurdere potensiell spredning av oljevekstene, for eksempel langs veikanter. For forvillerte GMO-oljevekster modifisert for herbicidtoleranse (glyfosat/glufosinat-ammonium, jfr. 9.3.3) vil veivesenets omfattende sprøyting av grøftekanter kunne bidra til at det etableres effektive seleksjonsregimer som vil favorisere herbicidtolerante planter.

9.3.8 Konklusjon

Finne: ”Rapspollen har både insekt- og vindspredning. Pollenet kan spres over store avstander, opp til 4 km er registrert”

Faggruppe 3s kommentarer:

Følgende bør tilføyes i dette punktet: Men med langdistanseflygere som enkelte humler, honningbien, blomsterfluer og rapsglansbille, må en forvente spredning over mange 10-talls km.

Faggruppe 3s avsluttende kommentarer

- Pollenflukt

I ulike feltforsøk med varierende eksperimentelle design, lokaliteter og miljøforhold kan man observere utkryssning hos raps opp til flere kilometer unna (Ramsay *et al.* 1999; Rieger *et al.* 2002; Thompson *et al.*, 1999). Ramsay *et al.* (2003). Mesteparten av utkryssingen finner imidlertid sted innenfor de første 100 meterne. Fra de studiene faggruppen kjenner til, tegnes det ikke et klart bilde av det videre utkryssingspotensialet til raps utover en isolasjonsdistanse på 100 meter, men de gjennomgående modellene for å fremstille utkryssingspotensialet er ved såkalte ”leptokurtiske” grafer med lange ”haler” (Beckie *et al.* 2001, 2003; Bilsborrow *et al.* 1998; Champolivier *et al.* 1999; Eastham & Sweet, 2002; Gray & Raybould, 1998; Hall *et al.* 2003; Ingram, 2000; Kareiva *et al.* 1994; Lavigne *et al.* 1998; Mesquida & Renard, 1982;

Paul *et al.* 1995; Ramsay *et al.* 1999, 2003; Rieger *et al.* 2002; Salisbury 2002; Scheffler *et al.* 1995; Simpson *et al.* 1999; Squire *et al.* 1999, 2003; Sweet 2003; Thompson *et al.* 1999; Timmons *et al.* 1995, 1996).

- Frøspill

Frø slippes i varierende grad av planten selv før innhøsting finner sted (Hobson & Bruce, 2002; Gulden *et al.* 2003; Morgan *et al.* 1998; Price *et al.* 1996; Thomas *et al.* 1991). Under ideelle forhold er andelen frø som mistes under kanskje rundt 5 %. For å sette dette i perspektiv vil faggruppen nevne at dette under normale omstendigheter tilsvarer et par tusen frø pr. kvadratmeter, noe som igjen tilvarer langt større antall frø enn man benytter ved såing (80-150 frø/kvadratmeter). Frø spres lett med maskiner, fugler og vind siden frøene er små og lette (1000 frø veier bare 4-5 g). Spredningen ved regulær transport er ikke ubetydelig og kan føre til at populasjoner etablerer seg for eksempel i grøftekanter og langs jernbanelinjer. (Crawley & Brown, 1995; Norris & Sweet, 2002; Pessel *et al.* 2001; Salisbury, 2002; Simard *et al.* 2002; Sweet *et al.* 1997; Wilkinson *et al.* 1995). Raps har frøhvile og frøene kan bevare spiredyktigheten etter over ti år i bakken. Her viser imidlertid nye studier at frøhvileegenskapene kan reduseres ved at man foretar noe senere pløying (Pekrun *et al.* 2006).

Faggruppen vurderer at det så langt er uklart om man med tiltakene Mattilsynet foreslår for raps med tilstrekkelig grad av sannsynlighet vil holde seg innenfor gjeldende grenseverdier for akseptabel innblanding (se svarene til faggruppen nedenfor).

9.4. Mais

9.4.2. Reproduksjonsbiologi

Finne: ”Insektpollinering forekommer, men en antar at potensialet for krysspollinering med insekter som vektor er svært begrenset, sammenlignet med hermafroditiske arter”.

Faggruppe 3s kommentarer:

Ad hoc-gruppen sier seg enig i at pollinering via insekter er lite sannsynlig fordi hunnblomstene mangler nektar (Tolstrup *et al.* 2003). Faggruppen vil i parentes bemerke at bier og humler samler pollen. Dette pollenet kan havne i honning.

Maispollen har forlenget levetid under kjølige og fuktige betingelser (Emberlin *et al.* 1999). Finne-rapporten unnlater å sette dette inn i en norsk sammenheng. Faggruppen ser ikke bort fra at ”norsk pollen” gjennomsnittlig kan ha lengre levetid enn det som ligger til grunn for studier av utkrysningsrater i mais.

9.4.8. Konklusjon

Faggruppe 3s generelle kommentarer:

Som nevnt i innledningen er det, og kanskje særlig for mais, slik at studier av utkrysningsrater baserer seg på ulike metodologiske oppsett. Dette gjør sammenlikninger av forskningsresultatene vanskeligere og kompliserer til syvende og sist den endelige tilrådingen for hva som er adekvate sameksistenstiltak.

- Ulike metodeoppsett

Pollenspredning i mais har dels blitt studert ved å måle pollenkonsentrasjoner i ulike avstander og høyder over bakken (Aylor *et al.* 2003; Bassetti & Westgate, 1994; Bateman, 1947; Brunet *et al.* 2003; Cervantes Martínez *et al.* 2001; Das, 1983; Jarosz *et al.* 2003; 2005; Kawashima *et al.* 2005; Lang *et al.* 2004; Pleasants *et al.* 2001; Raynor *et al.* 1972; Sears & Stanley-Horn 2000; Westgate *et al.* 2003; Zangerl *et al.* 2001). Slike forsøk tar imidlertid i varierende grad hensyn til parametere som konkurranse mellom donorpollen og resipientplantenes eget pollen, pollenmortalitet og hunnblomstenes evne til å ta i mot pollen. Dersom hunnblomstene av utviklingsmessige årsaker ikke er effektive i sitt pollenopptak, kan dette føre til en overestimering av pollenvandringen (Aylor *et al.* 2003, Fonseca & Westgate 2005).

I tillegg måler man den faktiske utkryssningen i ulike avstander til en pollenkilde ved fenotypiske karakterer og proteinanalyse (Bateman 1947; Burriss 2001; Byrne & Fromherz 2003; Cervantes Martínez *et al.* 2001; Chilcutt & Tabashnik 2004; Fabié 2004; Foueillassar & Fabié 2003; Garcia *et al.* 1998; Jones & Brooks 1950; 1952; Luna *et al.* 2001; Ma *et al.* 2004; Narayanaswamy *et al.*, 1997; Paterniani & Stort, 1974; Salamov, 1940; Stevens *et al.*, 2004) eller analyserer molekylære markører (Bénétrix 2004; Bénétrix & Bloc 2003; Henry *et al.* 2003; Jemison & Vayda 2002; Meier-Bethke & Schiemann 2003; Melé 2004; Messeguer *et al.* 2003; Ortega Molina 2004; Stevens *et al.* 2004; Weber *et al.* 2005). Slike forsøk gir nok noe bedre indikasjon på utkryssningspotensialet enn kun ved å se på pollenvandring. Man kan da enten telle andelen avvikende fenotyper blant selve frøene, eller etter planting benytte et seleksjonskriterium som for eksempel et herbicid (dersom det dreier seg om en herbicidtolerant maislinje). Det er også mulig å foreta DNA-analyser for å kvantifisere mengden "fremmed"-DNA som prosentvis andel "fremmed genom". Slike forsøk må ta høyde for ulike bidrag fra zygotisk og maternelt vev, forskjellige ploidinivåer og justere for hvilket utviklingsstadium man henter prøvene fra.

I forsøksoppsettene nevnt over er det stort sett benyttet individuelle planter eller små grupper av planter som er plassert i varierende avstander fra en pollenkilde. Slike oppsett reflekterer selvfølgelig ikke en vanlig dyrkingssituasjon. Over en enkeltplante eller en liten klynge planter er det naturlig nok bare en begrenset mengde egenprodusert pollen og dette kan føre til at fremmed pollen har et friere leide og gir hyppigere utkryssningshendelser. I de fleste dyrkingssituasjoner vil det være en betydelig sky av egenprodusert pollen over plantene og dette virker som en fysisk barriere og konkurrerer godt mot fremmede pollenkilder.

På bakgrunn av empiriske data lanseres det også jevnlig matematiske modeller for å beregne utkryssningspotensialet i mais (Angevin *et al.* 2001; Arritt *et al.* 2003; Aylor *et al.* 2003; Belcher *et al.* 2005; Bock *et al.* 2002; Du *et al.* 2001; Jarosz *et al.* 2004; Klein *et al.* 2003; Loos *et al.* 2003; Novotny & Perdang 2002; Tolstrup *et al.* 2003; Yamamura 2004; Wolt *et al.* 2004). Vi kan regne med at slike modeller stadig blir bedre etter som nye eksperimentelle data inkorporeres.

Selv om det, som beskrevet ovenfor, er noe vanskelig å sammenlikne ulike forskningsresultater, er det mulig å trekke noen tendenser ut av materialet for mais som så underbygger valg av virkemidler for sameksistens.

- Betydningen av feltstørrelser, pollendonor og pollenmottaker

Det kan slås fast at utkryssningspotensialet minker etter hvert som størrelsen på mottakerfeltet øker (Melé 2004; Messeguer *et al.* 2003; Ortega Molina 2004). Melé (2004) rapporterer at med en pollendonor på 0,25 ha reduseres utkryssningsraten fra 1,77 til 0,83 % på frønivå mellom nærliggende felt dersom størrelsen på mottakerfeltet økes fra 0,25 til 1 ha. Tyske

forsøk (Weber *et al.* 2005) med fôrmais viser at analysert DNA antyder at utkrysningsratene ikke overstiger 0,9 %, selv mellom nærliggende felt, dersom donor- og resipientfelt er av samme størrelse.

- Betydningen av feltutformingen

Graden av utkryssning kan variere mye med hvordan resipientfeltet er utformet. Et avlangt og grunt felt kan fort gi doble utkrysningsrater sammenliknet med dype, avlange felt med samme areal (Ingram 2000; Meier-Bethke & Schiemann 2003; Novotny & Perdang 2002).

- Synkronitet

Jo større synkroniteten er mellom pollen og hunnblomst, desto større er sannsynligheten for krysshybridisering (Angevin *et al.* 2001; Bassetti & Westgate 1994; Bock *et al.* 2002; Uribe Larrea *et al.* 2002; Westgate *et al.* 2003). En forskjell i såingstidspunkt på en uke er vist å redusere krysshybridiseringspotensialet i nærstående rader med 50 % i Spania. Reduksjonen var på hele 75 % dersom tilsåingen var gjort med tre ukers mellomrom (Brookes *et al.* 2004; Ortega Molina, 2004). Slike tiltak er likevel mindre aktuelle nordover i Europa. For tidlig eller sen såing under norske forhold vil ha stor innvirkning på avlingen. I Tyskland rapporteres det om at det ikke var mulig å unngå overlappende blomstringsperioder for mais under feltforsøk i 2004 (Weber *et al.* 2005), selv med ulike såtidspunkter og bruk av sorter med forskjellig utviklingshastigheter.

- Pollenbarrierer

Mulighetene for pollenspredning mellom to felt minker dersom det tilplanter pollenbarrierer i ytterkanten av feltene. Dels sørger slike planter for konkurrerende pollen (dersom de da er av samme art), dels kan de fungere som en fysisk barriere (Du *et al.* 2001; Emberlin *et al.* 1999; Raynor *et al.* 1974; Treu & Emberlin 2000). Finne-rapporten diskuterer at en tilplantet rekke med maisplanter kan fungere som en buffersone i praksis tilvarende et tiltak med en viss isolasjonsavstand (det nevnes 10 meter). Slike pollenbarrierer reduserer utkrysningsrater i mais effektivt og kan i sameksistensammenheng være et godt virkemiddel i tillegg til rene isolasjonsavstander (Brookes *et al.* 2004, Melé *et al.* 2005).

- Betydningen av tiltenkt bruksområde

Faggruppen minner om at grad av utkryssing også må ses i sammenheng med tiltenkt bruk. Dersom frøene er sluttproduktet, må man se på utkrysningsgraden i disse. Dersom bruken fôr, kan man anta at utkrysningsgraden "utvannes" fordi det hovedsakelig er maternelt vev i planten og man foretar målinger som "prosentvise andeler genomer".

Svar på spørsmål 2.

Risikovurdering:

Innen kvalitativ risikovurdering vurderes og beskrives sannsynligheter på en skala fra svært liten (dvs. tilnærmet null spredning) til svært høy (dvs. det er stor sannsynlighet for spredning av transgener og innblanding av GMOer til nærliggende felt). Som nevnt innledningsvis har faggruppen i hovedsak benyttet en kvalitativ tilnæringsmåte i sine svar fordi det generelt sett er vanskelig å sammenholde kvantitative data da disse bygger på ulike metodeoppsett.

Potet:

Risikospørsmål 2a) ,Med de gitte beskrevne virkemidler, hva er sannsynligheten for ulike prosentvise innblandinger av transgener til konvensjonelle avlinger dersom:

i) såvaren brukt på naboeiendommene inneholder mindre enn 0,1 % GM settepotet:

Faggruppe 3s svar:

Faggruppen legger til grunn at potetsorter jevnt over har lav fertilitet. Tilgjengelige rapporter vitner om at utkryssningsfrekvensene er minimale ved den foreslåtte isolasjonsavstanden på 20 meter (Nickerson 1991, ref.i Rognli & Potter 1991, Conner & Dale (1996); Bock *et al.* (2002). Nickerson (1991) viser til at det med avstander på 15 og 20 meter i potet ikke ble funnet utkryssingshendelser blant over 4000 undersøkte frø.

Faggruppen mener det er svært liten sannsynlighet for at slike avlinger får et GM-innhold på over 0,9 % dersom foreslåtte virkemidler følges. Videre mener faggruppen det er liten sannsynlighet for at slike avlinger får et GM-innhold mellom 0,3 % og 0,9 %. og stor sannsynlighet for et GM-innhold under 0,3 %.

Risikospørsmål 2b og 2c*Faggruppe 3s svar:*

De samme vurderinger er gjort for økologisk produserte avlinger og avlinger med konvensjonell såvare.

Faggruppe 3s kommentar til virkemidler for potet.

Når det gjelder det foreslåtte virkemiddelet ved økologisk potetdyrking om at det "ikke er tillatt å bruke samme maskiner og utstyr til dyrking, høsting, lagring og transport av genmodifiserte poteter og økologisk potetproduksjon" finner faggruppen grunn til å spørre om dette er et nødvendig tiltak. Faggruppen vurderer at nøye rengjøring av utstyr og maskiner burde være tilstrekkelig i tilfellet potet.

Raps:

Risikospørsmål 2a) Hvor stor sannsynlighet er det for innblandinger av transgener til konvensjonelle avlinger med mat og fôr (sluttproduktet) høstet på naboeiendommer av dyrkere av genmodifiserte vekster når:

i) såvaren på naboeiendommen inneholder mindre enn henholdsvis 0,1 % GM-frø?

Faggruppe 3s vurdering:

Faggruppen vurderer at det er liten sannsynlighet for at innblandingen overskrider 1 %, men finner ikke tilstrekkelig vitenskapelig belegg for å kunne kvantifisere denne sannsynligheten nærmere. Til det varierer utkryssingsratene for raps for mye fra år til år og fra lokalitet til lokalitet (Eastham & Sweet 2002; Ellstrand 2003; Ingram 2000; Klinger & Ellstrand 1999; Salisbury 2002; Sweet 2003). Faggruppen vil igjen nevne at det er grunn til å anta at bier og humler er viktigere pollinatorer av raps enn tidligere antatt (kanskje viktigere enn spredningen med vind) og at disse har fluktavstander på flere kilometer.

Risikospørsmål 2a ii) såvaren brukt på naboeiendommene inneholder inntil 0,3 % GM-frø.

Faggruppe 3s vurdering:

Selvfølgelig øker sannsynligheten for økt innblanding ved at såvaren på naboeiendommene inneholder en høyere andel GM-frø, men faggruppen finner ikke belegg for å kvantifisere sannsynligheten nærmere (se svaret i 2a i).

Risikospørsmål 2 b og c.

Faggruppe 3s svar:

Faggruppen finner ikke vitenskapelig belegg for å kommentere disse spørsmålene utover det som er sagt i 2 a i).

Mais:

Risikospørsmål 2a) Hvor stor sannsynlighet er det for innblandinger av transgener til konvensjonelle avlinger med mat og fôr (sluttproduktet) høstet på naboeiendommer av dyrkere av genmodifiserte vekster når:

i) såvaren på naboeiendommen inneholder mindre enn 0,1 % GM-frø:

Faggruppe 3s vurdering:

Bruk av et virkemiddel med avstandsisolering 200 m. Faggruppen er kjent med forsøk som viser at krysspollinering i mais skjer over betydelig lengre avstander enn den anbefalte isolasjonsavstanden på 200 meter. Faggruppen anser imidlertid at det er svært liten sannsynlighet for at den prosentvise innblandingen vil overstige 1 % med dette tiltaket. Generelt anser faggruppen at det under slike forutsetninger er mer sannsynlig at den prosentvise innblandingen vil være under 0,3 % enn i intervallet 0,3 til 1,0 %, men understreker at dette avhenger av forhold som dyrkingsfeltenes relative størrelser og utforming (diskutert ovenfor).

ii) såvaren brukt på naboeiendommene inneholder inntil 0,5 % GM-frø:

Faggruppe 3s vurdering:

Selv med et GMO-innslag på hele 0,5 % i tradisjonell såvare og dyrkingsavstand på 200 meter, mener *ad hoc*-utvalget at det er mest sannsynlig at den prosentvise innblandingen vil ligge under 1 % (Bock *et al.* 2002; Ingram 2000; Tolstrup *et al.* 2003). Under visse dyrkingsregimer (se diskusjonen ovenfor) utelukker imidlertid ikke faggruppen at innblanding over 1 % kan forekomme, men finner det vanskelig å kvantifisere denne risikoen mer spesifikt.

Risikospørsmål 2b) Hvor stor sannsynlighet er det for innblandinger av transgener til økologiske avlinger, uavhengig av bruksmåte og høstet på naboeiendommer av dyrkere av

genmodifiserte vekster. Såvaren brukt på disse naboeiendommene inneholder mindre enn 0,1 % GM-frø.

Faggruppe 3s vurdering:

Faggruppen har ingen ytterligere vurderinger enn den som står i risikospørsmål 2a i.

Risikospørsmål 2c) Hvor stor sannsynlighet er det for innblanding av transgener til avlinger med konvensjonell såvare høstet på naboeiendommer av dyrkere av genmodifisert mais.

Faggruppe 3s svar:

I henhold til Finnes rapport (Finne 2005) vil frøavl av mais ikke være aktuell i Norge. Faggruppen finner derfor at en vurdering her er unødvendig, men fremhever betydningen av at det under slike forhold rundt frøproduksjonsfel tilplantes omkringliggende rader med hannforeldreplanter.

Bete:

Sameksistensvirkemidler for bete er ikke spesifisert i Mattilsynets oppdrag, men kapittel 9.2.6 "Aktuelle virkemidler" (Finne 2005) har en rekke forslag. Faggruppe 3 ønsker å knytte noen kommentarer til disse.

De primære virkemidlene (Finne, 2005) støttes fullt ut. Kontroll av stokkløpere er det viktigste virkemiddelet. På grunn av muligheten for effektiv vannspredning bør også dyrking nærmere enn 50 m til havstrandområder eller åpne vannløp unngås.

Ved bruk av de primære virkemidlene og ingen dyrking nærmere enn 50 m fra havsområder og åpne vannløp, har faggruppen med bakgrunn i nyere litteraturstudier ikke kunnet identifisere at frø vil kunne spres til naboeiendommer. Sannsynligheten for innblanding av transgener til avlinger på naboeiendommer anses derfor som lav.

Faggruppen vil bemerke at dersom stokkløpere og ettårige ugrasformer for bete som inneholder transgener får utvikle seg, spre pollen og sette frø, anses risikoen for spredning av transgener som høy. Faggruppen finner imidlertid ikke å kunne kvantifisere denne risikoen nærmere.

Svar på spørsmål 3.

Mattilsynet spør om det er andre virkemidler enn de nevnte i oppdraget som kan være relevante.

Raps:

Faggruppe 3s svar:

For raps kan et aktuelt tiltak være at dyrkere i en region enes om å dyrke samme type rapssort for en periode og at myndighetene følger opp gjennomføringen av en slik avtale.

Faggruppen vil også bemerke at det andre genmodifiseringsstrategier (transformasjon av kloroplaster, ikke kjernetransformasjon) vil medføre et betydelig redusert utkrysningspotensiale.

Faggruppen finner at tiltaket med at dyrker skal kontrollere 500 meters randsoner for planter utenfor sin åker vil være vanskelig å gjennomføre.

Bete:

Faggruppe 3s svar:

Faggruppen mener at buffersoner på 50 m til havsområder og åpne vannveier vil medføre et betydelig redusert utkrysningspotensiale.

Mais:

Faggruppe 3s svar:

Faggruppen mener at den foreslåtte dyrkingsavstanden på 200 m gir en tilstrekkelig sikkerhetsmargin. Faggruppen vil imidlertid fremheve betydningen av dyrkingsfeltenes relative størrelser og utforming samt den store innvirkningen på utkrysningspotensialet som en buffersoner med pollenproduserende planter har. Følgelig kan man tenke seg en gradert tiltakspakke med nærmere spesifisering av tiltak ut fra en aktuell dyrkingssituasjon.

Potet:

Faggruppe 3s svar:

Faggruppen har intet å tilføye.

Svar på spørsmål 4.

Mattilsynet spør: Ved bruk av de ulike virkemidlene beskrevet for oljeraps i oppdraget, hvor stor er sannsynligheten for ulike prosentvise innblandinger av transgener (må minimum dekke området 0 til 1,0 % i produkt) til oljeraps i en avstand på 3 km fra der dyrkingen av den genmodifiserte rapsen finner sted?

Faggruppe 3s svar:

Faggruppen finner det lite sannsynlig at innblandingsgraden vil overstige 1 % i dette tilfellet, men finner ikke at det er tilstrekkelig vitenskapelig belegg for å kunne kvantifisere svaret nærmere.

VURDERT AV

Faggruppe for GMO (Faggruppe 3):

Knut Berdal, Sonja S. Klemsdal, Casper Linnestad, Audun Nerland, Vibeke Thrane og Ingolf Nes (leder).

Koordinator(er) fra sekretariatet:

Arne Mikalsen og Elin Thingnæs.

TAKK TIL

Medlemmer av *ad hoc*-gruppen for sameksistens takkes for arbeidet de har gjort med å gjennomgå rapporten fra Finne (2005), supplere denne med sine vurderinger og framlegget av flere referanser. Medlemmene av *ad hoc*-utvalget var Eline Hågvar, Casper Linnestad (leder), Inger Nordal, Odd Arne Rognli og Odd Egil Stabbetorp.

REFERANSER

AGBIOS GM Database. (2005) Internettside:

<http://www.agbios.com/dbase.php?action=Submit&evidx=493>

- Angevin F, Klein E, Choimet C, Meynard J, de Rouw A, Sohbi Y (2001) Modélisation des effets des systèmes de culture et du climat sur les pollinisations croisées chez le maïs. In Meynard J-M, Le Bail M, eds, Isolement des collectes et maîtrise des disséminations au champ, Rapport du groupe 3 du programme de recherche: pertinence économique et faisabilité d'une filière sans utilisation d'OGM, INRAFNSEA, pp 21–36, <http://www.fnsea.fr/dossiers/ogm/OGM020211e.pdf>
- Arnaud, J.F., Viard, F., Delescluse, M. & Cuguen, J. (2003) Evidence for gene flow via seed dispersal from crop to wild relatives in *Beta vulgaris* (*Chenopodiaceae*): consequences for the release of genetically modified crop species with weedy lineages. *Proc. R. Soc. Lond.* 270: 1565-1571.
- Arritt R, Westgate M, Clark C, Fonseca A, Riese J (2003) Development of an adventitious pollen risk assessment model. In Boelt B, ed, 1st European Conference on the Coexistence of Genetically Modified Crops with Conventional and Organic Crops, Research Centre Flakkebjerg, pp 203, http://www.agrsci.dk/gmcc-03/abs_7.htm#1
- Aylor D, Schultes N, Shields E (2003) An aerobiological framework for assessing cross-pollination in maize. *Agric. For. Meteorol.* 119: 111–129.
- Bartsch, D., Pohl-Orf, M. (1996) Ecological aspects of transgenic sugar beet: transfer and expression of herbicide resistance in hybrids with wild beets. – *Euphytica* 91: 55-58.
- Bartsch, D., Lehnen, M., Clegg, J., Pohl-Orf, M., Schuphan, I. & Ellstrand, N.C. (1999) Impact of gene flow from cultivated beet on genetic diversity of wild sea beet populations. - *Molecular Ecology* 8, 1733-1741.
- Bassetti P, Westgate M (1994) Floral asynchrony and kernel set in maize quantified by image analysis. *Agron. J.* 86: 699–703.
- Bateman A (1947) Contamination of seed crops II. Wind pollination. *Heredity* 1: 235–246.
- Beckie H, Hall L, Warwick S (2001) Impact of herbicide resistant crops as weeds in Canada. *Proc. Brighton Crop Protect. Conf. – Weeds*, pp 135–142.
- Beckie H, Warwick S, Nair H, Séguin-Swartz G (2003) Gene flow in commercial fields of herbicide-resistant canola (*Brassica napus*). *Ecol. Appl.* 13: 1276–1294.
- Belcher K, Nolan J, Phillips P (2005) Genetically modified crops and agricultural landscapes: spatial patterns of contamination. *Ecol. Econ.* 53: 387–401.
- Bénétrix F (2004) Programme opérationnel d'évaluation des cultures issues des biotechnologies: bilan des programmes 2002/2003. Arvalis, Institut du végétal.
- Bénétrix F, Bloc D (2003) Maïs OGM et non-OGM: possible coexistence. *Perspectives agricoles* 294: 14–17.
- Bilsborrow P, Evans E, Bowman J, Bland B (1998) Contamination of edible double-low oilseed rape crops via pollen transfer from high erucic cultivars. *J. Sci. Food Agric.* 76: 17–22

- Bock A-K, Lheureux K, Libeau-Dulos M, Nilsagard H, Rodriguez-Cerezo E (2002) Scenarios for co-existence of genetically modified, conventional and organic crops in European agriculture. IPTS-JRC, <ftp://ftp.jrc.es/pub/EURdoc/eur20394en.pdf>
- Brookes G, Barfoot P, Melé E, Messeguer J, Bénétrix F, Bloc D, Foueillassar X, Fabié A, Poeydomenge C (2004) Genetically modified maize: pollen movement and crop coexistence. PG Economics Ltd,
<http://www.pgeconomics.co.uk/pdf/Maizepollennov2004final.pdf>
- Brunet Y, Foueillassar X, Audran A, Garrigou D, Dayau S, Tardieu L (2003) Evidence for long-range transport of viable maize pollen. In Boelt B, ed, 1st European Conference on the Co-existence of Genetically Modified Crops with Conventional and Organic Crops, Research Centre Flakkebjerg, pp 74–76, http://www.agrsci.dk/gmcc-03/abs_1.htm#1
- Burris J (2001) Adventitious pollen intrusion into hybrid maize seed production fields. American Seed Trade Association,
http://www.amseed.com/govt_statementsDetail.asp?id=69
- Byrne P, Fromherz S (2003) Can GM and non-GM crops coexist? Setting a precedent in Boulder County, Colorado, USA. *Food Agric. Environ.* 1: 258–261.
- Cervantes Martínez J, Louette D, Molina Galán J, Cervantes Santana T, Azpíroz Rivero H (2001) Pollen dispersal and gene flow among adjacent maize populations. *Agricultura Técnica en México* 27: 13–25.
- Champolivier J, Gasquez J, Messéan A, Richard-Molard M (1999) Management of transgenic crops within the cropping system. In Lutman P, ed, *Gene Flow and Agriculture: Relevance for Transgenic Crops*, British Crop Protection Council, pp 233–240.
- Chilcutt C, Tabashnik B (2004) Contamination of refuges by *Bacillus thuringiensis* toxin genes from transgenic maize. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 101: 7526–7529.
- Conner AJ, Dale PJ (1996) Reconsideration of pollen dispersal data from field trials of transgenic potatoes. *Theoretical and Applied Genetics* 92: 505-508.
- Crawley M, Brown S (1995) Seed limitation and the dynamics of feral oilseed rape on the M25 motorway. *Proc. R. Soc. Lond.* 259: 49–54.
- Dale PJ (1993) Potato - general presentation. In: *Seminar on Scientific Approaches for the Assessment of Research Trials with Genetically Modified Plants*, Jouy-en-Josas, France, April 1992. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris. Pp. 12-20.
- Daniels R, Boffey C, Mogg R, Bond J, Clarke R (2005) The potential for dispersal of herbicide tolerance genes from genetically-modified, herbicide-tolerant oilseed rape crops to wild relatives. Final report to DEFRA. Dorset.
- Dansk forskrift om sameksistens (<http://www.pdir.dk/Default.asp?ID=5963>)
- Dansk lov (<http://www.pdir.dk/Default.asp?ID=5963>)
- Dansk rapporten om sameksistens (http://www.agrsci.dk/gmcc03/Co_exist_rapport.pdf),
- Darwin C (1855) Does Sea-Water Kill Seeds? *Gardeners' Chronicle*, no. 21: 356-57.
- Darwin C (1859) *On the origin of species*. – Jon Murray, London.
- Das K (1983) Vicinity distance studies of hybrid seed production in maize (*Zea mays* L.) at Bangalore. *Mysore J. Agr. Sci.* 20: 340.

- Desprez M (1980) Observations et remarques sur la montée à graine chez la betterave sucrière. – Académie d’agriculture de France. Extrait du procès verbal du la séance du 9 janvier : 44-53.
- Devaux C, Klein EK, Lavigne C (2003) A first step for modeling pollen dispersal at the landscape level: determining the shape of the dispersal functions at long distance. The case of oil seed rape. Proceedings GM Crops and Co-existence, 13-14 November 2003 (GMCC-03). Danish Institute of Agricultural Sciences, Slagelse: 172-176.
- Dramstad WE 1996: Do bumblebees (Hymenoptera: Apidae) really forage close to their nests? J. Insect Behav.2, 163-182.
- Driessen S, Pohl M, Bartsch D (2001) RAPD-PCR analysis of the genetic origin of sea beet (*Beta vulgaris* ssp. *maritima*) at Germany’s Baltic Sea coast. - Basic Appl. Ecol. 2, 341–349.
- Du M, Kawashima S, Matsuo K, Yonemura S, Inoue S (2001) Simulation of the effect of a cornfield on wind and pollen deposition. In Ghassemi F, Whetton P, Little R, Littleboy M, eds, International Congress on Modelling and Simulation, Australian National University, pp 899–903.
- Eastham K, Sweet J (2002) Genetically modified organisms (GMOs): the significance of gene flow through pollen transfer. Environmental Issue Report 28, EEA, http://reports.eea.eu.int/environmental_issue_report_2002_28/en/GMOs%20for%20www.pdf
- Ellstrand N (2003) Dangerous liaisons? When cultivated plants mate with their wild relatives. In Scheiner S, ed, Synthesis in Ecology and Evolution, the Johns Hopkins University Press.
- Emberlin J, Adams-Groom B, Tidmarsh J (1999) A report on the dispersal of maize pollen. Soil Association, <http://www.mindfully.org/GE/Dispersal-Maize-Pollen-UK.htm>
- EUs regelverk om utsetting av genmodifiserte organismer (Dir. 2001/18/EC)
- Farm Scale Evaluations (FSE) (2003) Div. artikler. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B 358, 1847-1898
- Finne MA (2005) Sameksistens mellom transgene sorter og konvensjonelt og økologisk landbruk i Norge. En litteraturoversikt. Rapport til Mattilsynet.
- Fabié A (2004) Research on coexistence in the field – French experiments for maize. COPA-COGECA colloquy on the coexistence and thresholds of adventitious presence on GMOs in conventional seeds, <http://www.copa-cogeca.be/pdf/8bis.pdf>
- Fonseca A, Westgate M (2005) Relationship between desiccation and viability of maize pollen. Field Crops Res. 94: 114–125.
- Foueillassar X, Fabié A (2003) Waxy maize production, an experiment evaluating the co-existence of GM and conventional maize. Arvalis, Institut du vegetal.
- Free JB, Williams IH (1978) The responses of the pollen beetle, *Meligethes aeneus*, and the seed weevil, *Ceuthorrhynchus assimilis*, to oil seed rape, *Brassica napus*, and other plants. J. Appl. Ecol 15, 761-774.
- Free JB, Williams IH, Longden PC, Johnson MG (1975) Insect pollination of sugar beet (*Beta vulgaris*) seed crops. Annals of Applied Biology 81: 127-134.
- Garcia M, Figueroa J, Gomez R, Townsend R, Schoper J (1998) Pollen control during transgenic hybrid maize development in Mexico. Crop Sci. 38: 1597–1602.

- Gray A, Raybould A (1998) Reducing transgene escape routes. *Nature* 392: 653–654.
- Goulson D (2003) *Bumblebees. Behaviour and ecology.* Oxford University press 235 s.
- Gulden R, Shirliffe S, Thomas A (2003) Harvest losses of canola (*Brassica napus*) cause large seed bank inputs. *Weed Sci.* 51: 83–86.
- Hall L, Good A, Beckie H, Warwick S (2003) Gene flow in herbicide-resistant canola (*Brassica napus*): the Canadian experience. In *Lelley T, Balász E, Tepfer M, eds, Ecological Impact of GMO Dissemination in Agro-Ecosystems, Proceedings of an International OECD Workshop*, pp 57– 66.
- Henry C, Morgan D, Weekes R, Daniels R, Boffey C (2003) Farm scale evaluations of GM crops: monitoring gene flow from GM crops to non-GM equivalent crops in the vicinity: part I: forage maize. DEFRA report EPG 1/5/138.
- Hobson R, Bruce D (2002) Seed loss when cutting a standing crop of oilseed rape with tow types of combine harvester header. *Biosyst. Eng.* 81: 281–286.
- Hofsvang T, Sundheim L (1990) *Sjukdommer og skadedyr på jordbruksvekster.* Landbruksforlaget 112 s
- Ingram J (2000) Report on the separation distances required to ensure cross-pollination is below specified limits in non-seed crops of sugar beet, maize and oilseed rape. MAFF Project No RG0123,
<http://www.agindustries.org.uk/scimac/otherdoc/NIABSepDistReview.pdf>
- ITB (1999) Guide phyto-semences pour les variétés de betterave. Supplément No. 470:137–148.
- Jemison J, Vayda M (2002) Cross pollination from genetically engineered corn: wind transport and seed source. *AgBioForum* 4: 87–92.
- Jarosz N, Loubet B, Durand B, McCartney A, Foueillassar X, Huber L (2003) Field measurements of airborne concentration and deposition rate of maize pollen. *Agric. For. Meteorol.* 119: 37–51.
- Jarosz N, Loubet B, Huber L (2004) Modelling airborne concentration and deposition rate of maize pollen. *Atmos. Environ.* 38: 5555–5566.
- Jarosz N, Loubet B, Durand B, Foueillassar X, Huber L (2005) Variations in maize pollen emission and deposition in relation to microclimate. *Environ. Sci. Technol.* 39: 4377–4384.
- Jones M, Brooks J (1950) Effectiveness of distance and border rows in preventing outcrossing in corn. *Okla. Agric. Exp. Stn. Bull.* 38.
- Jones M, Brooks J (1952) Effect of tree barriers on outcrossing in corn. *Okla. Agric. Exp. Stn. Bull.* 45.
- Kareiva P, Morris W, Jacobi C (1994) Studying and managing the risk of cross-fertilisation between transgenic crops and wild relatives. *Mol. Ecol.* 3: 15–21.
- Kawashima S, Matsuo K, Du M, Takahashi Y, Inoue S, Yonemura S (2005) An algorithm for estimating potential deposition of corn pollen for environmental assessment. *Environ. Biosafety Res.* 3: 197–207.
- Klein E, Lavigne C, Foueillassar X, Gouyon P-H, Larédo C (2003) Corn pollen dispersal: quasi-mechanistic models and field experiments. *Ecol. Monogr.* 73: 131–150.

- Klein EK, Lavigne C, Picault H, Renard M, Gouyon P-H (2006) Pollen dispersal of oilseed rape: estimation of the dispersal function and effects of field dimension. *J. Appl. Ecol.* 43, 141-151.
- Klinger T, Ellstrand N (1999) Transgene movement via gene flow: recommendations for improved biosafety assessment. In Amman K, Jacot Y, Simonsen V, Kjellsson G, eds, *Methods for risk assessment of transgenic plants. III Ecological risks and prospects of transgenic plants*, Birkhäuser Verlag Basel, pp 129–140.
- Lang A, Ludy C, Vojtech E (2004) Dispersion and deposition of Bt maize pollen in field margins. *Z. Pflanzenk. Pflanzen.* 111: 417–428.
- Larsen K (1977) Self-incompatibility in *Beta vulgaris* L. I. Four gametophytic complementary S-loci in sugar beet. – *Hereditas* 85: 227-248.
- Lavigne C, Klein E, Vallée P, Pierre J, Godelle B, Renard M (1998) A pollen-dispersal experiment with transgenic oilseed rape. Estimation of the average pollen dispersal of an individual plant within a field. *Theor. Appl. Genet.* 96: 886–896.
- Lavigne C, Klein EK, Couvet D (2002) Using seed purity data to estimate an average pollen mediated gene flow from crops to wild relatives. *Theor. Appl. Genet.* 104, 139–145.
- Longden PC (1993) Weed beet resurgence in 1993: the bolters return. – *Br. Sugar Beet Rev.* 61 (3).
- Loos C, Seppelt R, Meier-Bethke S, Schiemann J, Richter O (2003) Spatially explicit modelling of transgenic maize pollen dispersal and cross pollination. *J. Theor. Biol.* 225: 241–255.
- Luna V, Figueroa M, Baltazar B, Gomez L, Townsend R, Schoper J (2001) Maize pollen longevity and isolation distance requirements for effective pollen control. *Crop Sci.* 41: 1551–1557.
- Ma B, Subedi K, Reid L (2004) Extent of cross-fertilization in maize by pollen from neighboring transgenic hybrids. *Crop Sci.* 44: 1273–1282.
- Meier-Bethke S, Schiemann J (2003) Effect of varying distances and intervening maize fields on outcrossing rates of transgenic maize. In Boelt B, ed, *1st European Conference on the Co-existence of Genetically Modified Crops with Conventional and Organic Crops*, Research Center Flakkebjerg, pp 77–78, http://www.agrsci.dk/gmcc-03/abs_1.htm#2
- Melé E (2004) Spanish study shows that coexistence is possible. *ABIC* 3, 2
- Melé E, Peñas G, Serra J, Salvia J, Ballester J, Bas M, Palaudelmàs M, Messeguer J (2005) Quantification of pollen gene flow in large maize fields by using a kernel colour trait. In Messéan A, ed, *Proceedings of the 2nd International Conference on Co-existence between GM and non-GM based agricultural supply chains*, Agropolis Productions, pp. 289-291.
- Mesquida J, Renard M (1982) Study of the pollen dispersal by wind and of the importance of wind pollination in rapeseed (*Brassica napus* var. *oleifera* Metzger). *Apidologie* 4: 353–366.
- Messean A, Angevin F, Gomez-Barbero M, Menrad K, Rodriguez-Cerezo E (2006) New case studies on the coexistence of GM and non-GM crops in European agriculture. IPTS report, European Commission.
- Messeguer J, Ballester J, Peñas G, Olivar J, Alcalde E, Melé E (2003) Evaluation of gene flow in a commercial field of maize. In Boelt B, ed, *1st European Conference on the*

- Coexistence of Genetically Modified Crops with Conventional and Organic Crops, Research Centre Flakkebjerg, pp 220. http://www.agrsci.dk/gmcc-03/abs_7.htm#16
- Messeguer J, Peñas G, Ballester J, Serra J, Salvia J, Bas M, Melé E (2005) Pollen mediated gene flow in maize in real situations of co-existence. In Messéan A, ed, *Proceedings of the 2nd International Conference on Co-existence between GM and non-GM based agricultural supply chains*, Agropolis Productions, Montpellier, pp. 83-87.
- Minks AK, Harrewijn P (1987) Aphids. Their biology, natural enemies and control Vol A. Elsevier. 450 s.
- Morgan C, Bruce D, Child R, Ladbrooke Z, Arthur A (1998) Genetic variation for pod shatter resistance among lines of oilseed rape developed from synthetic *B. napus*. *Field Crops Res.* 58: 153–165.
- Narayanaswamy S, Jagadish G, Ujjinaiah U (1997) Determination of isolation distance for hybrid maize seed production. *Curr. Res.* 26: 193–195.
- Norsk Botanisk Forening (NBF) (1999) Årsmeldinger for 1998 og ekskursionsreferater for sommer/høst 1998, *Blyttia* 57(2), 63-83.
- Novotny E, Perdang J (2002) Report on a model for pollen transport by wind. Report for the Chardon LL hearing, http://www.sgr.org.uk/GenEng/pollen_transport.pdf
- Norris C, Sweet J (2002) Monitoring large scale releases of genetically modified crops (EPG 1/5/84) incorporating report on project EPG 1/5/30: Monitoring releases of genetically modified crop plants.
- Ortega Molina J (2004) Results of the studies into the coexistence of genetically modified and conventional maize. COPA-COGECA colloquy on the co-existence and thresholds of adventitious presence on GMOs in conventional seeds, <http://www.copa-cogeca.be/pdf/9.pdf>
- Osborn JL, Clark SJ, Morris R, Williams I, Riley R, Smith A, Reynolds D, Edwards A (1999) A landscape study of bumble bee foraging range and constancy, using harmonic radar. *J. Appl. Ecol.* 36, 519-533.
- Paterniani E, Stort A (1974) Effective maize pollen dispersal in the field. *Euphytica* 23: 129–134.
- Paul E, Thompson C, Dunwell J (1995) Gene dispersal from genetically modified oilseed rape in the field. *Euphytica* 81: 283–289.
- Pekrun C, Gruber S, Lutman PJW, Claupein W (2003) The potential impact of volunteer rape as a link between previous and current rape crops – its relevance for managing HT-rape. *Proceedings GM Crops and Co-existence, 13-14 November 2003 (GMCC-03)*. Danish Institute of Agricultural Sciences, Slagelse: 187-189.
- Pekrun C, Lutmann PJW, Büchse A, Albertini A, Claupein W (2006) Reducing potential gene escape in time by appropriate post-harvest tillage - Evidence from field experiments with oilseed rape at 10 sites in Europe.
<http://www.uni-hohenheim.de/i3ve/00068900/309522041.htm>
- Pessel D, Lecomte J, Emeriau V, Krouti M, Messéan A, Gouyon H (2001) Persistence of oilseed rape (*Brassica napus* L.) outside of cultivated fields. *Theor. Appl. Genet.* 102: 841–846.
- Pierre J (2001) The role of honeybees (*Apis mellifera*) and other insect pollinators in gene flow between oilseed rape (*Brassica napus*) and wild radish (*Raphanus*

- raphanistrum*). Acta Horticultura 561: VIII International Symposium on Pollination – Pollination: Integrator of Crops and Native Plant Systems.
- Pivard S, Lecomte J, Lavigne C, Klein EK, Gouyon PH (2003) Looking for seed bank in feral populations of oilseed rape. Proceedings GM Crops and Co-existence, 13-14 November 2003 (GMCC-03). Danish Institute of Agricultural Sciences, Slagelse: 222.
- Pleasants J, Hellmich R, Dively G, Sears M, Stanley-Horn D, Mattila H, Foster J, Clark P, Jones G (2001) Corn pollen deposition on milkweeds in and near cornfields. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 98: 11919–11924.
- Price J, Hobson R, Neale M, Bruce D (1996) Seed losses in commercial harvesting of oilseed rape. J. agric. Engng. Res. 65: 183–191.
- Ramsay G, Thompson CE, Neilson S, Mackay GR (1999) Honeybees as vectors of GM oilseed rape pollen. I: ‘ Gene Flow and Agriculture: Relevance for Transgenic Crops. Lutman, P. (red.). BCPC Symposium Proceedings No. 72.
- Ramsay G, Thompson C, Squire G. (2003) Quantifying landscape-scale gene flow in oilseed rape. DEFRA-rapport (Department for Environment, Food & Rural affairs). Prosjekt RG0216: An experimental and mathematical study of the local and regional scale movement of an oilseed rape transgene. 50 s.
- Raynor G, Ogden E, Hayes J (1972) Dispersion and deposition of corn pollen from experimental sources. Agron. J. 64: 420–427.
- Raynor G, Ogden E, Hayes J (1974) Enhancement of particulate concentrations downwind of vegetative barriers. Agric. Meteorol. 13: 181–188.
- Rieger M, Lamond M, Preston C, Powles S, Roush R (2002) Pollen-mediated movement of herbicide resistance between commercial canola fields. Science 296: 86–88.
- Rognli OA, Potter R (1991) Konsekvensutredning i forbindelse med utsetting av transgene poteter i Norge. DN-rapport, kontrakt BTEK 5/1991, Institutt for bioteknologifag, NLH, 44s.
- Salamov A (1940) About isolation in corn. Sel. I. Sem. 3 Sanvido O, Widmer F, Winzeler M, Streit B, Szerencsits E, Bigler F (2005) Koexistenz verschiedener landwirtschaftlicher anbausysteme mit und ohne gentechnik. Schriftenreihe der FAL, 55, <http://www.reckenholz.ch/doc/en/publ/schrift/sr55vz.html>
- Salisbury P (2002) Genetically modified canola in Australia: agronomic and environmental considerations. In Downey R, ed, Australian Oilseeds Federation.
- Scheffler J, Parkinson R, Dale P (1995) Evaluating the effectiveness of isolation distance for field plots of oilseed rape (*Brassica napus*) using a herbicide resistance transgene as a selectable marker. Plant Breed. 114: 317–321.
- Schütte G, Stachow U, Werner A (2004) Agronomic and Environmental Aspects of the Cultivation of Transgenic Herbicide Resistant Plants. - Texte 11/04 Umweltbundesamt Berlin, 111s.
- Scottish Crop Research Institute (G2) (2000) Appendix 1. Memorandum submitted by the Scottish crop Research Institute. UK Parliament, Select Committee on Agriculture Minutes of Evidence.
- Sears M, Stanley-Horn D (2000) Impact of Bt corn pollen on monarch butterfly populations. In Fairbairn C, Scoles G, McHughen A, eds, Proceedings of the 6th International Symposium on the Biosafety of Genetically Modified Organisms. University Extension Press, Canada, pp 120–130,

http://www.isbr.info/document/6th_international_symposium.pdf

- Sester M, Dürr C, Darmency H, Colbach N (2006) Evolution of weed beet (*Beta vulgaris* L.) seed bank: Quantification of seed survival dormancy, germination and pre-emergence growth. *Europ. J. Agronomy* 24: 19-25.
- Simard M, Légère A, Pageau D, Lajeunesse J, Warwick S (2002) The frequency and persistence of canola (*Brassica napus*) volunteers in Québec cropping systems. *Weed Technol.* 16: 433–439.
- Simpson E, Norris C, Law J, Thomas J, Sweet J (1999) Gene flow in genetically modified herbicide tolerant oilseed rape (*Brassica napus*) in the UK. In Lutman P, ed, *Gene Flow and Agriculture: Relevance for Transgenic Crops*, British Crop Protection Council, pp 75–81.
- Skogsmyr I (1992) Pollen carry-over as a result of the proportion of the pollen load being exchanged at each visit: a model. *In*. Skogsmyr, I. *Pollination biology, venereal diseases and allocation conflicts in plant*. PhD thesis, University of Lund, Sweden.
- Squire G, Crawford J, Ramsay G, Thompson C, Bown J (1999) Gene flow at landscape level. In Lutman P, ed, *Gene Flow and Agriculture: Relevance for Transgenic Crops*, British Crop Protection Council, pp 57–64.
- Squire G, Begg G, Askew M (2003) The potential for oilseed rape feral (volunteer) weeds to cause impurities in later oilseed rape crops. DEFRA project RG0114.
- Stevens W, Berberich S, Sheckell P, Wiltse C, Halsey M, Horak M, Dunn D (2004) Optimizing pollen confinement in maize grown for regulated products. *Crop Sci.* 44: 2146–2153.
- Sweet J (2003) Pollen dispersal and cross-pollination. In Boelt B, ed, *1st European Conference on the Co-existence of Genetically Modified Crops with Conventional and Organic Crops*, Research Centre Flakkebjerg, pp 21–32.
- Sweet J, Shepperson R, Thomas J, Simpson E (1997) The impact of releases of genetically modified herbicide tolerant oilseed rape in the UK. *Proc. Brighton Crop Protect. Conf. –Weeds*, pp 1291–1302.
- Thieme T (2005) Nontarget arthropods in fields of amylopectin potato event EH92-527-1. 3a: Sweden-Halmstad. BASF Plant Science Report No BPS-005-05.
- Thomas D, Breve M, Raymer P (1991) Influence of timing and method of harvest on rapeseed yield. *J. Prod. Agric.* 4: 266–272.
- Thompson CE, Squire G, Mackay GR, Bradshaw JE, Crawford J, Ramsay G (1999) Regional patterns of gene flow and its consequences for GM oilseed rape. I: *Gene Flow and Agriculture: Relevance for Transgenic Crops*. Lutman, P. (red.). BCPC Symposium Proceedings No. 72.
- Timmons AM, O'Brien ET, Charters YM, Dubbels SJ, Wilkinson MJ (1995) Assessing the risks of wind pollination from field of genetically modified *Brassica napus* ssp. *oleifera*. *Euphytica* 85, 417-423.
- Timmons A, Charters Y, Crawford J, Burn D, Scott S, Dubbels S, Wilson N, Robertson A, O'Brien E, Squire G, Wilkinson M (1996) Risks from transgenic crops. *Nature* 380: 487.
- Tolstrup K, Andersen SB, Boelt B, Buus M, Gylling M, Bach Holm P, Kjellson G, Pedersen S, Østergård H, Mikkelsen SA (2003) Report from the Danish Working group on the

- co-existence of Genetically Modified Crops with Conventional and Organic Crops. DIAS report. Plant Production no 94, Fredriksberg Boktryk, Denmark. 275 s.
- Trakhtenbrot A, Nathan R, Perry G, Richardson D M (2005) The importance of long-distance dispersal in biodiversity conservation. – *Diversity and distributions* 11: 173-181.
- Treu R, Emberlin J (2000) Pollen dispersal in the crops maize (*Zea mays*), oilseed rape (*Brassica napus* ssp. *oleifera*), potatoes (*Solanum tuberosum*), sugar beet (*Beta vulgaris* ssp. *vulgaris*) and wheat (*Triticum aestivum*). Soil Association, [http://www.soilassociation.org/web/sa/saweb.nsf/librarytitles/GMO14012000/\\$file/Pollen%20Dispersal%20Report.pdf](http://www.soilassociation.org/web/sa/saweb.nsf/librarytitles/GMO14012000/$file/Pollen%20Dispersal%20Report.pdf)
- Uribe Larrea M, Cárcova J, Otegui M, Westgate M (2002) Pollen production, pollination dynamics, and kernel set in maize. *Crop Sci.* 42: 1910–1918.
- Viard F, Arnaud J-F, Delescluse M, Cuguen J (2004) Tracing back seed and pollen flow within the crop–wild *Beta vulgaris* complex: genetic distinctiveness vs. hot spots of hybridization over a regional scale. *Mol Ecol.* 13(6):1357-1364.
- Warwick S I (2004) Gene flow between canola varieties and to other wild species. I: Sameksistens (Coexistence). Handout. Seminar by the Norwegian Biotechnology Advisory Board.
- Weber WE, Bringezu T, Broer I, Holz F, Eder J (2005) Koexistenz von gentechnisch verändertem und konventionellem Mais. *Mais* 1+2, 1-6.
- Westgate M, Lizaso J, Batchelor W (2003) Quantitative relationship between pollen-shed density and grain yield in maize. *Crop Sci.* 43: 934–942.
- Wilkinson M, Charters Y, Timmons A, Dubbels S, Robertson A, Wilson N, Scott S, O'Brian E, Lawson H (1995) Problems of risk assessment with genetically modified oilseed rape. *Proc. Brighton Crop Protect. Conf. – Weeds*, pp 1035–1044.
- Wolt J, Shyy Y, Christensen P, Dorman K, Misra M (2004) Quantitative exposure assessment for confinement of maize biogenic systems. *Environ. Biosafety Res.* 3: 183–196.
- Yamamura K (2004) Dispersal distance of corn pollen under fluctuating diffusion coefficient. *Popul. Ecol.* 46: 87–101.
- Zangerl A, McKenna D, Wraight C, Carroll M, Ficarello P, Warner R, Berenbaum M (2001) Effects of exposure to event 176 *Bacillus thuringiensis* corn pollen on monarch and black swallowtail caterpillars under field conditions. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 98: 11908–11912.