

Voorzitter: prof.dr.ir. B.C.J. Zoeteman

**Cogem**  
**postbus 578**  
**3720 AN Bilthoven**

Aan de Staatssecretaris van  
Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening  
en Milieubeheer  
De heer drs. P.L.B.A. van Geel  
Postbus 30945  
2500 GX Den Haag

Uw kenmerk	Uw brief van	Kenmerk	Datum
		CGM/050826-01	26 augustus 2005
Onderwerp	Signalerende brief over onderzoeksrapporten 'Mathematisch Model Uitkruisen' en 'Pollenvitaliteit'		

Geachte heer Van Geel,

De COGEM heeft in het kader van haar onderzoeksprogramma onderzoek laten uitvoeren teneinde een 'mathematisch model uitkruisen' te ontwikkelen. De COGEM beoogt met het model een beter inzicht te krijgen in de mate van verspreiding van transgenen via pollen afkomstig van genetisch gemodificeerde (gg) gewassen naar natuurlijke vegetaties en niet-gg-gewassen. Aan de hand van een mathematisch model kunnen uitspraken worden gedaan over te hanteren isolatieafstanden wanneer gg-gewassen worden verbouwd onder veldproef- of onder commerciële teeltomstandigheden. Het is de ambitie van de COGEM om een model te ontwikkelen dat te gebruiken is door zowel wetenschappers, alsmede vergunningverleners, vergunningaanvragers en andere belanghebbenden.

Middels deze signalerende brief en het toesturen van het onderzoeksrapport '*Quantifying outcrossing probabilities of genetically modified plants. Development of a predictive model*' opgesteld door mevrouw drs. M.W. Smith-Kleefman, prof. dr. F.J. Weissing en prof. dr. R. Bijlsma, allen werkzaam bij de Rijksuniversiteit Groningen, wil de COGEM u informeren over de vorderingen. Het onderzoeksrapport behelst een literatuurstudie welke ten grondslag heeft gelegen aan de eerste versie van het mathematische model en bespreekt de constructie en de werking van het model.

In het verlengde van deze activiteit heeft de COGEM onderzoek laten uitvoeren naar de vitaliteit van pollen. Pollenvitaliteit is een belangrijke factor bij uitkruisen. Het rapport '*Pollen viability in the field*' opgesteld door dr. M. Bots en prof dr. C. Mariani van de Radboud Universiteit Nijmegen, bevat een literatuurstudie naar de factoren die van invloed zijn op de levensduur van pollen. Tevens zijn een aantal proeven uitgevoerd om de levensduur van pollen onder veldomstandigheden te beoordelen.

Het effect van het verspreiden van pollen en het inkruisen van genen van genetische gemodificeerde planten in niet-gg-planten is een terugkerend element in zowel de risicobeoordeling bij veldproeven als in de discussie over coëxistentie in de landbouw.

Pollenverspreiding tijdens veldproeven kan ertoe leiden dat transgenen zich verspreiden en mogelijk een nadelig effect kunnen hebben op het milieu. Waar bij kleinschalige veldproeven maatregelen getroffen kunnen worden om pollenverspreiding te voorkomen, zoals het verwijderen van de bloeiwijze of het verwijderen van het gewas voordat bloei intreedt, is dit voor zaadzettende gewassen zoals koolzaad en maïs of bij grootschalige experimenten niet altijd mogelijk. In deze gevallen kan het hanteren van isolatieafstanden ertoe bijdragen dat het risico van eventuele uitkruising met wilde verwanten of nabijgelegen gewassen op een aanvaardbaar niveau wordt gehouden. In haar adviezen over veldproeven hanteert de COGEM isolatieafstanden die mede gebaseerd zijn op de isolatieafstanden die de Nederlandse Algemene Keuringsdienst voor zaaizaad en pootgoed van landbouwgewassen (NAK) hanteert bij de teelt van zaaizaad.

In het geval van commerciële teelt van genetisch gemodificeerde gewassen spelen mogelijke nadelige gevolgen voor het milieu door uitkruising geen rol. De gewassen hebben voldaan aan de milieuveiligheidseisen die van overheidswege zijn opgelegd. Toch wordt ook hier verspreiden van pollen en kruising van genen als onwenselijk ervaren. Uitkruising kan nadelige gevolgen hebben voor de zuiverheid van partijen wanneer producten van niet-gg-teelten ‘verontreinigd’ raken door inkruisend gg-pollen. Een dergelijke vermenging van producten kan tot economische schade voor betrokken telers en de verwerkende industrie leiden of de keuzevrijheid van de consument beperken.

De COGEM heeft oktober 2004, in navolging van een eerder uitgebrachte ethisch maatschappelijke signalering<sup>1</sup> over coëxistentie in de landbouw een signalering uitgebracht waarin zij de technische aspecten<sup>2</sup> van coëxistentie nader belicht. In deze signalering beveelt de COGEM voor een aantal gewassen isolatieafstanden aan. Tevens constateert zij dat gegevens betreffende de uitkruising noodzakelijk zijn om tot een betere onderbouwing te komen van maatregelen om vermenging terug te dringen.

Meer inzicht in het proces van uitkruisen biedt de mogelijkheid meer gewas- of situatie-specifieke maatregelen te hanteren. In dit verband biedt het gebruik van een mathematisch model de mogelijkheid om de keuze voor isolatieafstanden voor zowel aanvragers van veldproeven, telers van biologische, conventionele of gg-gewassen als andere betrokkenen inzichtelijk te maken.

Het model dient niet ter vervanging van een volledige risicobeoordeling. Bij een volledige risicobeoordeling zullen immers ook de betrouwbaarheid van het model en een inschatting van de gevolgen van inkruising meegenomen moeten worden. Het model beperkt zich uitdrukkelijk tot de kwantitatieve aspecten van het proces van de uitkruising zelf, en gaat (in zijn huidige opzet) niet in op de mogelijke effecten van de uitkruising.

Uit de voor de COGEM uitgevoerde studies blijkt dat drie fasen in het proces van uitkruisen kunnen worden onderscheiden.

De eerste fase omvat de verspreiding van pollen van genetisch gemodificeerde planten naar ontvangende niet-gg-planten. Dit betekent zowel verspreiding van pollen naar planten die zich op een naburige akker bevinden, als naar wilde verwanten die langs de akkers voorkomen. Naast factoren die afhankelijk zijn van de plantensoort, zoals de pollenverspreidingsvector, die doorgaans vastliggen, spelen bij verspreiding ook een groot

---

<sup>1</sup> CGM/031126-01; Coëxistentie in de landbouw

<sup>2</sup> CGM/041013-01; Coëxistentie in de landbouw. Vermenging, uitkruising en isolatieafstanden

aantal variabelen een rol. Weersomstandigheden als wind en regen, maar ook geografische omstandigheden zoals heuvels, vegetatie of bebouwing zullen effect hebben op de afstand die het pollen aflegt en zullen daarmee bepalend zijn voor het percentage uitkruising.

De tweede fase van het uitkruisingsproces betreft de bevruchting. Inkomend pollen zal een competitie aan moeten gaan met het al in het gewas aanwezige pollen. Het tijdstip waarop het pollen op de stempel terechtkomt, de positie ervan op de stempel, en de snelheid waarmee de pollenbuis naar binnen groeit zijn factoren die hierbij van groot belang zijn. Basaal daarbij is de vitaliteit van het pollen. Factoren als droogte, luchtvochtigheid, hitte en UV-B straling hebben effect op de vitaliteit en levensduur van het pollen. Veldstudies toonden aan dat de vitaliteit van het pollen afkomstig van verschillende bloemen binnen een soort eveneens kan verschillen.

De derde fase betreft introgressie: het feitelijke terechtkomen van de inkruisende genen in de ontvangende populatie. Dit proces vindt plaats in een aantal opvolgende generaties. Er is een duidelijk onderscheid te maken tussen het inkruisen van een gen in een wilde en in een gecultiveerde populatie. Introgressie speelt in het kader van uitkruisen naar wilde verwanten een belangrijke rol in de risicobeoordeling omdat het een onomkeerbaar proces kan blijken, maar is bij de coëxistentieproblematiek in veel mindere mate relevant. Het speelt wel een rol als (biologische) telers eigen geteeld zaad gebruiken voor een volgend teeltseizoen.

Bovenstaande gegevens zijn gebruikt voor het opstellen van een eerste versie van het mathematisch model. Het model omvat de eerste twee fasen van uitkruising: de kans op verspreiden en de kans op succesvol bevruchten, dat wil zeggen hybride zaadvorming. Introgressie wordt in dit stadium buiten beschouwing gelaten. Het eindresultaat van dit model is een schatting van het percentage gg-zaad in de niet genetisch gemodificeerde populatie op een bepaalde afstand van het proefveld of akker met genetisch gemodificeerde planten. Hierbij is ook de relatieve omvang van het proefvlak/de akker van belang.

Het model is opgebouwd uit drie modules. De eerste module richt zich op de vraag hoe pollen afkomstig van de gg-planten zich verspreiden. In deze module kunnen ook gegevens over de vitaliteit van de pollen worden weergegeven.

De tweede module richt zich op de vraag: Wat is het verwachte percentage zaad in een populatie dat is bevrucht door pollen afkomstig van de gg-plant? Om antwoord te krijgen op deze vraag wordt de gebruiker ondermeer gevraagd aan te geven hoe het gg-veld en het ontvangende niet-gg-veld zich in grootte ten opzichte van elkaar verhouden en om de verschillen in pollenproductie aan te geven.

Met de derde module, die momenteel nog niet is geprogrammeerd, wordt het mogelijk een meer complexe situatie te bestuderen. Deze module moet de mogelijkheid bieden om meerdere akkers van zowel gg-gewassen als niet-gg-gewassen in het model in te voeren. Om een dussdanige complexe situatie te simuleren moet de gebruiker als aanvulling op de eerdergenoemde verspreidings- en bevruchtingseigenschappen, de dichtheid en de wijze waarop de velden gegroepeerd zijn weergeven, evenals de grootte van de velden.

De makers pretenderen niet dat het model een perfecte afspiegeling zal zijn van de werkelijkheid. Het grote aantal factoren betrokken bij het proces en de onzekerheden die rond het proces bestaan, maken dit op voorhand niet mogelijk en noodzaken tot een vereenvoudigde weergave. Wel beogen de makers middels het model een goed beeld te geven

welke effecten verschillende factoren hebben op het percentage uitkruisingen in een naburige populatie.

Het gebruik van modellen om meer inzicht te krijgen in het proces van uitkruisen wint terrein. De activiteit van de COGEM staat derhalve niet op zich, maar sluit aan bij Europese initiatieven waarbij computermodellen in ontwikkeling zijn voor respectievelijk koolzaad (GeneSys) en voor maïs (MAPOD)<sup>3</sup>.

De eerste stap op weg naar een model waarmee op relatief eenvoudige wijze inzicht verkregen kan worden in het proces en de kwantiteit van uitkruisen is gezet. Voor implementatie van het model in de risicobeoordeling zoals deze door de COGEM wordt uitgevoerd bij veldproeven of voor het bepalen van isolatieafstanden in het kader van coëxistentie is het echter nog te vroeg. Voorafgaand aan implementatie zal het model gevalideerd en uitgebreid moeten worden. Wetenschappelijk verkregen empirische data zullen aan moeten tonen dat het model betrouwbaar en robuust is. Daarbij biedt het integreren van soortspecifieke data de mogelijkheid om het model gebruikersvriendelijker en daardoor toegankelijker te maken.

Daarnaast kan het model aan betrouwbaarheid winnen door het toevoegen van extra modules. Naast het toevoegen van de al beschreven derde module waardoor de mogelijkheid wordt gecreëerd om complexe situaties te beoordelen, kan gedacht worden aan uitbreiding met een module waarin de geografische omstandigheden bij de schatting van het percentage inkruising mee worden genomen. Ook het toevoegen van een module betreffende introgressie en de effecten daarvan behoort tot de mogelijkheid. Door toevoegen van een dergelijke module kan naast het percentage zaad tevens een uitspraak worden gedaan over de kans dat een gen in een populatie aanwezig blijft.

De COGEM heeft het voornemen een deel van haar onderzoeksbudget aan te wenden voor vervolgonderzoek, waarbij ze prioriteit stelt aan de validatie van het model. De nadruk zal hierbij liggen op het verzamelen van wetenschappelijke data en het invoeren van deze data in het model. Niet alleen kan hiermee een beeld verkregen worden van de robuustheid van het model, ook maakt een dergelijke inventarisatie inzichtelijk op welke vlakken empirische gegevens ontbreken en eventueel onderzoek noodzakelijk is. Afhankelijk van deze bevindingen zal vervolgonderzoek overwogen worden. Hierbij valt te denken aan het opzetten van veldproeven om meer wetenschappelijke onderbouwde gegevens te krijgen, bijvoorbeeld met betrekking tot de (langere termijn) effecten van de introgressie op de prestaties (de fitness) van de opeenvolgende generaties. In een later stadium zal uitbreiding van het model met de voorgestelde modules in ogenschouw worden genomen.

Bij de overweging door te gaan met vervolgonderzoek zal tevens gekeken worden naar de voortgang en ontwikkelingen bij gerelateerde onderzoeksprojecten. De COGEM denkt hierbij aan projecten die mogelijk in het kader van het onderzoeksprogramma '*Ecologisch onderzoek noodzakelijk voor de risicoanalyse van genetisch gemodificeerde organismen*' zullen worden uitgevoerd, dan wel projecten die het ministerie van LNV in het kader van haar onderzoeks-

---

<sup>3</sup> Beide modellen worden ontwikkeld binnen het Europese onderzoeksproject SIGMEA; zesde kader programma van de EC.

taakstelling uitvoert of zal opstarten. Bij dit laatste wordt gerefereerd aan de brief<sup>4</sup> aan de Tweede Kamer, naar aanleiding van het advies van de Commissie Coëxistentie primaire sector, waarin gemeld wordt dat onderzoek naar uitkruising ingepast zal worden in de onderzoekstaakstelling van het Ministerie van LNV.

De COGEM is van mening dat een mathematisch model zoals hier gepresenteerd ook een belangrijk hulpmiddel kan zijn bij het verwezenlijken van coëxistentie. Het model kan ingezet worden bij verificatie van de huidige isolatieafstanden of als hulpmiddel dienen bij de bepaling van isolatieafstanden bij teelt van nieuwe gewassen. Gegevens van geïntroduceerde genetische gemodificeerde gewassen kunnen hierbij tevens gebruikt worden om het model te optimaliseren en te verfijnen. Daarnaast kan het model een bijdrage leveren aan kennisoverdracht naar betrokken partijen. Een afschrift van deze brief en het onderzoeksrapport *Quantifying outcrossing probabilities of genetically modified plants. Development of a predictive model* zal derhalve eveneens toegestuurd worden aan minister Veerman van LNV.

Wij zullen u vanzelfsprekend informeren over de verdere voortgang van het project.

Hoogachtend,



Prof. dr. ir. Bastiaan C.J. Zoeteman,  
Voorzitter COGEM

---

<sup>4</sup> Brief van minister Veerman en Staatssecretaris Van Geel aan de Tweede Kamer d.d. 7 april naar aanleiding van het advies van de commissie Coëxistentie primaire sector.