



Commissie Genetische Modificatie

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

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

Onderwerp

Signalering Coëxistentie in de landbouw

CGM/041013-01

13 oktober 2004

Geachte heer Van Geel

Hierbij bied ik u een signalering aan betreffende maatregelen voor coëxistentie in de landbouw. Hoewel coëxistentie geen milieuveiligheidsprobleem is en daarmee strikt genomen niet tot het adviestaakveld van de COGEM behoort, heeft de COGEM gemeend, gezien haar expertise en de controverses rond dit onderwerp, er goed aan te doen een nadere signalering over de technische aspecten van dit onderwerp uit te brengen. Dit in opvolging van een eerder uitgebrachte signalering betreffende de ethisch-maatschappelijke aspecten van dit onderwerp (CGM/031126-01).

Samenvatting

De COGEM wijst erop dat wanneer zowel (commerciële) teelt plaatsvindt van (conventionele) niet-gg-gewassen als van gg-gewassen, vermenging van gg- en niet gg-producten niet vermijdbaar lijkt. Om wederzijdse aansprakelijkheidstelling te voorkomen is het noodzakelijk om afspraken te maken over te hanteren maatregelen en scheidingscriteria. Hierbij is het van belang dat deze afspraken aansluiten bij de praktijksituatie en met instemming van betrokken partijen worden genomen. Door de effecten van teeltmaatregelen op vermenging voor vier gewassen inzichtelijk te maken wil de COGEM bijdragen aan consensusvorming.

Koolzaad. De COGEM constateert dat op basis van de wetenschappelijke gegevens het thans niet mogelijk is om voor de teelt van koolzaad goed onderbouwde isolatieafstanden te bepalen.

Mais. De COGEM wijst erop dat met het instellen van isolatieafstanden van 25 tot 80 meter en het gebruik van buffergewassen bij de teelt van genetisch gemodificeerde mais het mogelijk is om het percentage vermenging onder de door de EU gestelde normen te houden.

Aardappel. De COGEM beveelt aan een manoeuvreerruimte (ca. 2 à 3 meter) voor oogstmachines te hanteren. Hierdoor kan voorkomen worden dat tijdens het oogsten gg-aardappelen uit een belendend perceel worden meegenomen of op een naburig perceel terechtkomen.

Biet. De COGEM beveelt aan om naast het hanteren van een manoeuvreerruimte de teler van gg-bieten verplicht te stellen schieters te verwijderen voordat deze tot bloemvorming en zaadzetting kunnen overgaan.

De door de COGEM gehanteerde overwegingen en de hieruit voortvloeiende signalering treft u hierbij aan als bijlage.

Hoogachtend,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'B.C.J. Zoeteman', with a long horizontal flourish extending to the right.

Prof. dr. ir. B.C.J. Zoeteman
Voorzitter COGEM

Deze signalering is tevens gericht en verzonden aan de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, de heer C.P. Veerman.

c.c. De heer J. van Dijk, voorzitter van de Commissie Coëxistentie primaire sector
Minister van Economische Zaken, de heer mr. L.J. Brinkhorst

SIGNALERING

Coëxistentie in de landbouw Vermenging, uitkruising en isolatieafstanden

CGM/041013-01

Commissie Genetisch Modificatie (COGEM)

De COGEM heeft tot taak de regering op haar verzoek of uit eigen beweging te adviseren over de risicoaspecten van handelingen met genetisch gemodificeerde organismen (ggo's) en te signaleren over ethische en maatschappelijke aspecten samenhangend met genetische modificatie. De taak van de COGEM is vastgelegd in de Wet Milieubeheer.

INHOUDSOPGAVE

Samenvatting	3
1. Inleiding	7
2. Vermenging	11
2.1 Pollen	13
2.2 Zaad	17
2.3 Levensvatbare delen	20
3. Gewassen	21
3.1 Koolzaad	21
3.2 Maïs	27
3.3 Aardappel	33
3.4 Suikerbiet en voederbiet	35
3.5 Vermenging in verschillende stadia van de teelt	37
4. Slotopmerkingen	39
Referenties	41
Bijlage	

Samenvatting

Coëxistentie in de landbouw betreft de mogelijkheid van het naast elkaar bestaan van de teelt van genetisch gemodificeerde (gg) gewassen en conventionele en biologische landbouw zonder wederzijdse uitsluiting.

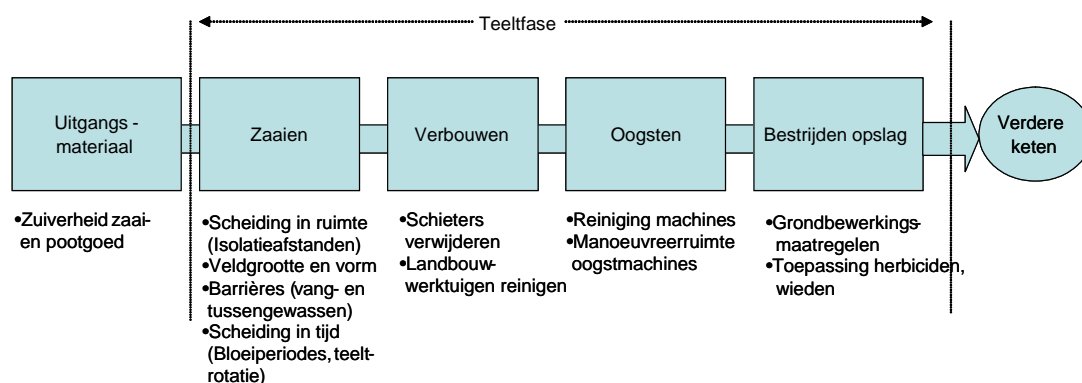
De teelt van gg-gewassen zou door vermenging en uitkruising kunnen leiden tot contaminatie van conventionele of biologische teelt en haar producten. Een dergelijke vermenging van producten kan tot economische schade voor betrokken telers en de verwerkende industrie leiden, omdat zij beperkt worden in hun afzetmogelijkheden. Ook kan de keuzevrijheid van de consument beperkt worden wanneer teelt van hetzij conventionele of biologische gewassen dan wel gg-gewassen onmogelijk wordt.

Hoewel coëxistentie geen milieuveiligheidsprobleem is en daarmee strikt genomen niet tot het adviestaakveld van de COGEM behoort heeft de COGEM gemeend, gezien haar expertise en de controverses rond dit onderwerp, er goed aan te doen een nadere signalering over de technische aspecten inzake de teelt uit te brengen, zoals aangekondigd in een eerder uitgebrachte signalering betreffende coëxistentie.

De COGEM wijst erop dat indien (commerciële) teelt van gg-gewassen naast teelt van conventionele en biologische (niet-gg-) gewassen plaatsvindt, een zekere mate van vermenging in de keten van niet gg-producten met ggo's niet vermijdbaar lijkt. Om wederzijdse aansprakelijkheidstelling te voorkomen is het noodzakelijk om afspraken te maken over te hanteren maatregelen en scheidingscriteria. Hierbij is het van belang dat deze afspraken aansluiten bij de praktijksituatie en met instemming van betrokken partijen worden genomen. Alleen op deze wijze kunnen de coëxistentie van de verschillende vormen van landbouw, en daarmee de keuzevrijheid van de consument gewaarborgd worden.

Door de effecten van teeltmaatregelen op vermenging inzichtelijk te maken wil de COGEM bijdragen aan het vormen van consensus. Daarbij neemt de COGEM de door de EU gestelde kaders als uitgangspunt. Hierbij moet aangetekend worden dat de door de EU gestelde drempelwaarde van 0,9% voor onbedoelde vermenging met ggo's in het eindproduct dan wel de voorgestelde waarden van 0,3% en 0,5% voor zaaizaad feitelijk handelsnormen zijn, waarvan onduidelijk is in hoeverre deze normen voor consumenten en telers van (conventionele) niet gg-producten volstaan.

De COGEM onderscheidt in de teeltfase vier stadia die van belang zijn voor vermenging, zijnde zaaien, telen, oogsten en als laatste opslagbestrijding. Elk stadium kan tot vermenging leiden en bijdragen aan het uiteindelijke percentage vermenging in het eindproduct. Om deze vermenging in te perken zal per gewas voor elk stadium gekeken moeten worden welke maatregelen getroffen moeten worden. De stadia en de daardoor optredende vermengingen kunnen niet los gezien worden, maar beïnvloeden elkaar (zie figuur 1).



Figuur 1: Te onderscheiden stadia bij de teelt waar vermenging kan optreden en mogelijke factoren om vermenging tegen te gaan.

De COGEM beperkt zich in deze signalering tot de teelt van de gewassen koolzaad, maïs, biet en aardappel. Echter de door haar gehanteerde lijn hoeft zich niet te beperken tot deze vier, maar is breder toepasbaar. Door de vier bovengenoemde stadia afzonderlijk in ogenschouw te nemen kan voor elk ander gewas op vergelijkbare wijze het effect van elk stadium op vermenging worden bepaald. Waarna beoordeeld kan worden of de huidige teeltmaatregelen voldoen of aangescherpt moeten worden. Hierbij dient aangetekend te worden dat wanneer voor één van de stadia een grote mate van onduidelijkheid bestaat ten aanzien van vermenging, het treffen van gedetailleerde maatregelen voor één van de overige elementen niet zinvol lijkt.

Koolzaad

De COGEM constateert dat op basis van de huidige gegevens het nog niet mogelijk is om voor koolzaad goed onderbouwde isolatieafstanden voor teeltoestanden te bepalen. Opslag vanuit zaadbanken speelt bij de teelt van koolzaad een belangrijke rol. Het hanteren van een goed grondbewerkingsregime is derhalve sterk aan te bevelen. De COGEM merkt hierbij op dat gegevens betreffende de persistentie van zaadbanken onder de Nederlandse teeltomstandigheden nagenoeg geheel ontbreken en dat nader onderzoek dringend gewenst is. Verder pleit de COGEM voor nader onderzoek naar de mogelijkheid om door middel van de aanplant van vanggewassen pollenverspreiding tegen te gaan.

Maïs

Experimenten hebben laten zien dat het merendeel van de inkruisingen plaatsvinden in de eerste rijen van het ontvangende veld en dat de aanwezigheid van buffergewassen tot aanzienlijk lagere vermengingspercentages in het ontvangende veld kunnen leiden. Hierdoor is het mogelijk om met buffergewassen op isolatieafstanden van 25 tot 80 meter percentages inkruising ver beneden de door de EU gestelde drempelwaarden te bereiken. De keuze voor een isolatieafstand zal een compromis moeten zijn tussen enerzijds de praktisch haalbaarheid, waarbij een teeltvorm niet

uitgesloten mag worden, en anderzijds de maatschappelijk aanvaardbaarheid van contaminatie in eindproducten.

Aardappel

De COGEM is van mening dat het hanteren van isolatieafstanden bij de teelt van aardappelen om de gevolgen van inkruising tegen te gaan niet noodzakelijk is. Echter het hanteren van een manoeuvreerruimte voor de oogstmachine van een paar meter (ca. 2 à 3 meter) kan wel voorkomen dat tijdens het oogsten gg-aardappelen uit een belendend perceel worden mee geoogst of op een naburig perceel terechtkomen.

Bij correcte naleving van de voorschriften met betrekking tot de bestrijding van aardappelziekte en aardappelmoehheid is de bijdrage van mogelijke opslag aan vermenging verwaarloosbaar klein. Verder merkt de COGEM op dat haar inziens de kans op en frequentie van besmetting van pootgoed zeer klein is.

Suiker- en voederbiet

De COGEM is van mening dat bij de teelt van genetisch gemodificeerde voeder- en suikerbieten onder de Nederlandse situatie het instellen van isolatieafstanden niet noodzakelijk is om vermenging terug te dringen. Echter evenals bij aardappel kan het hanteren van een manoeuvreerruimte van ca. 2 à 3 meter ongewenste vermenging voorkomen. De COGEM beveelt aan om verplicht te stellen dat de teler van gg-bieten schieters moet verwijderen om onbedoelde zaadzetting tegen te gaan.

De COGEM wijst erop dat de discussie over maatregelen voor coëxistentie niet verengd moet worden tot de instelling van isolatieafstanden. Behalve een scheiding in ruimte, zoals isolatieafstanden, kan ook een scheiding in tijd door niet-synchrone teeltplannen worden verkregen. Dit laatste is hoogstwaarschijnlijk effectiever dan de instelling van isolatieafstanden om uitkruising tegen te gaan. Verder kan door afspraken betreffende de te bebouwen percelen of velden en de grootte en ligging hiervan vermenging effectief worden teruggedrongen. Ook grondbewerkingregimes, bestrijding van opslag en zaadbanken en andere teeltmaatregelen zijn belangrijke elementen om vermenging tegen te gaan. Dit alles vraagt om goede afspraken en samenwerking tussen lokale telers.

1. Inleiding

Coëxistentie in de landbouw betreft de mogelijkheid van het in harmonie naast elkaar bestaan van de teelt van genetisch gemodificeerde (gg) gewassen en conventionele en biologische landbouw. Hierbij staat centraal dat alle mogelijke vormen van landbouw naast elkaar moeten kunnen bestaan zonder wederzijdse uitsluiting.

De teelt van gg-gewassen zou door vermenging en uitkruising kunnen leiden tot contaminatie van conventionele of biologische teelt en haar producten. Een dergelijke vermenging van producten kan tot economische schade voor betrokken telers en de verwerkende industrie leiden, omdat zij beperkt worden in hun afzetmogelijkheden. Ook kan de keuzevrijheid van de consument beperkt worden wanneer teelt van hetzij conventionele of biologische gewassen dan wel gg-gewassen onmogelijk wordt.

In november 2003 heeft de Commissie Genetische Modificatie (COGEM) een signalering over coëxistentie in de landbouw¹ opgesteld. In deze signalering merkt de COGEM op dat de problematiek rond coëxistentie geen milieuveiligheidsprobleem is omdat het hier de teelt betreft van producten die een volledige risicobeoordeling positief hebben doorlopen. Coëxistentie is een economisch en ethisch-maatschappelijk probleem dat de keuzevrijheid van de consument en het bestaansrecht van zowel de biologische, als de gangbare en de ggo-landbouw betreft. Tevens merkte de COGEM op dat het beleid rond coëxistentie niet beperkt moet blijven tot alleen de teelt van maar verbreed moet worden tot de gehele keten en de mogelijkheid ketens te scheiden.

De COGEM adviseert over de risico's van genetische modificatie voor mens en milieu. Coëxistentie is zoals gesteld geen milieuveiligheidsprobleem en daarmee behoort deze problematiek strikt genomen niet tot het adviestaakveld van de commissie. Toch heeft de COGEM gemeend, gezien haar expertise en de controverses rond coëxistentie, er goed aan te doen een nadere signalering over de technische aspecten inzake de teelt uit te moeten brengen.

Op het moment dat zowel (commerciële) teelt plaatsvindt van (conventionele) niet-gg-gewassen als van gg-gewassen wordt een volledige scheiding van gg- en niet-gg-producten of een nulgrens voor vermenging nagenoeg onmogelijk. De EU heeft besloten tot het instellen van een wettelijke drempelwaarde van 0,9% voor sporen van ggo's in het eindproduct. Dit houdt in dat indien sporen van ggo's in een verhouding van ten hoogste 0,9% aanwezig zijn in het eindproduct, het eindproduct als niet-ggo mag worden aangemerkt, "(..) mits de aanwezigheid van deze sporen onvoorzien of technisch niet te voorkomen is"². Onvoorziene vermengingen in deze zijn vermengingen die zijn ontstaan door menselijke fouten of niet te voorziene situaties.

Het maken van afspraken of het treffen van maatregelen zal deze kans op vermenging niet volledig tegengaan.

Anders is het voor de eis “(..) technisch niet te voorkomen”. Is eenmaal de beleidskeuze gemaakt voor coëxistentie dan betekent dit dat een waarde van 0,0% gg-sporen in het eindproduct niet haalbaar ofwel vermenging technisch niet te voorkomen is. Zelfs als teelt van gg-gewassen niet in Nederland plaatsvindt zal vermenging elders in de keten vaak onvermijdelijk blijken. Wel kan de mate waarin vermenging optreedt middels het treffen van maatregelen geminimaliseerd worden. Door bijvoorbeeld het hanteren van gescheiden verwerkingssystemen of het instellen van isolatieafstanden.

De EU richtlijn betreffende etikettering geeft ruimte voor verschillende interpretaties. Terwijl de term ‘onvoorzien’ redelijk éénduidig lijkt, geeft de term ‘technisch niet te voorkomen’ ruimte voor verschillende interpretaties. Waar de één dit zal opvatten als het nemen van de meest strikte maatregelen, zoals het hanteren van isolatieafstanden van vele honderden meters, zal de ander erop wijzen dat indien velden direct aan elkaar grenzen hierbij sprake is van technisch niet te voorkomen vermenging door inkruising. Daarbij regelt de EU regelgeving alleen de etikettering e.d. en niet wie maatregelen moet nemen om vermenging tegen te gaan. Is dit degene die zijn producten gg-vrij wil houden of degene die gg-gewassen wil telen of verwerken? In de praktijk zou dit ertoe kunnen leiden dat telers elkaar aansprakelijk stellen indien producten gecontamineerd raken en daardoor niet of tegen een lagere prijs verkoopbaar blijken te zijn. Om wederzijdse aansprakelijkheidsstelling e.d. te voorkomen is het noodzakelijk dat de betrokkenen afspraken maken over te hanteren maatregelen. Hierbij is het van belang dat deze afspraken aansluiten bij de praktijksituatie en met instemming van betrokken partijen worden genomen. Het ligt voor de hand dat de gg-teler zal pleiten voor maatregelen waardoor mogelijke contaminaties van het eindproduct net onder de EU-norm (0,9%) blijven terwijl de biologische boeren zullen uitgaan van contaminaties onder de detectiegrens (0,1%). Een compromis zal gevonden moeten worden waarbij alle teeltvormen kunnen bestaan en de keuzevrijheid van producent en consument gewaarborgd blijven.

Door de effecten van teeltmaatregelen op vermenging inzichtelijk te maken wil de COGEM bijdragen aan het vormen van consensus. Daarbij neemt de COGEM de door de EU gestelde kaders als uitgangspunt. Eén van de uitgangspunten van deze wettelijke regelingen is dat geen enkele vorm van landbouw uitgesloten mag worden. Verder zijn door de EU randvoorwaarden geschapen, waaronder het instellen van drempelwaarden voor onbedoelde vermenging met ggo's. Hierbij moet aangetekend worden dat de door de EU gestelde drempelwaarde van 0,9% voor onbedoelde vermenging met ggo's in het eindproduct dan wel de voorgestelde waarden van 0,3% en 0,5% voor zaaizaad feitelijk handelsnormen zijn, waarvan onduidelijk is in

hoeverre deze normen voor consumenten en telers van (conventionele) niet-gg-producten volstaan.

De COGEM wijst er verder op dat vermenging gedurende de gehele keten kan plaatsvinden. Voor elke stap van de keten zal bekeken moeten worden wat de bijdrage aan de uiteindelijke vermenging zal zijn en welke maatregelen genomen kunnen worden om deze terug te brengen. Dit betekent dat nog toelaatbaar of onvermijdelijk geachte vermenging in elke stap of elk stadium van de keten afgetrokken moet worden van de uiteindelijk toegestane vermenging (0,9% of lager) om te bezien wat de ‘overgebleven ruimte voor vermenging’ is van de andere stappen. Tevens betekent dit dat (de discussies rond) voorgenomen maatregelen zich moeten richten op die stappen waar de grootste vermenging zal optreden.

Daar de COGEM gezien haar werkveld en expertise geen zicht heeft op het optreden van mogelijke vermenging in de verwerkingsfase na de oogst, beperkt zij zich in deze signalering tot het aanwijzen van kansen op vermengingen binnen de teeltfase waarbij ingesloten het gebruik van oogstmachines. De COGEM onderscheidt vier stadia bij teelt die van belang zijn voor vermenging, zijnde zaaien, telen, oogsten en opslagbestrijden. Hierbij kunnen vijf elementen worden onderscheiden: het uitgangsmateriaal (zaai- en pootgoed), veldgroottes en de ligging van velden (ruimtelijke ordening), inkruising (door pollen), opslag vanuit zaadbanken of knollen e.d., en als laatste oogstmachines. Deze factoren hangen grotendeels met elkaar samen en vragen soms om dezelfde maatregelen. Het gebruik van gg-gecontamineerd uitgangsgoed heeft directe gevolgen voor het percentage vermenging in het eindproduct. Contaminatie van zaaizaad kan een gevolg zijn van inkruising gedurende de teelt van het zaaigoed. De ruimtelijke ordening van zowel het gg-veld als het niet-gg-veld bepaalt de mate van vermenging in het eindproduct. Gedacht moet hierbij worden aan de afstanden tussen velden, de grootte van de velden maar ook omgevingsfactoren zoals begroeiing e.d. Het derde element dat vermenging tot gevolg kan hebben is het pollengedrag. In hoeverre vindt pollenverspreiding plaats en heeft dit effect op vermenging. Dit hangt direct samen met de ligging van de velden e.d. Het vierde aspect betreft de aanwezigheid van opslag vanuit zaadbanken dan wel achterblijvende levensvatbare resten. Hierbij spelen de volgende vragen: blijft er zaad achter op het veld en in welke mate zal dit tot opslag en daarmee vermenging leiden in het eindproduct? Gecontamineerde zaadbanken kunnen een direct gevolg zijn van eerdere inkruising door pollenverspreiding. Opslagbestrijding kan zowel noodzakelijk zijn na, voor, of gedurende de teelt. Oogstmachines kunnen enerzijds zaden verslepen van het gg- naar het niet-gg-veld, maar ook vermenging van verschillende partijen bewerkstelligen indien restanten materiaal achterblijven in de machine na de oogst. In hoofdstuk 2 zal op deze materie in algemene zin verder worden ingegaan en in hoofdstuk 3 zal de bijdrage van elk element voor de vermenging bij de teelt van specifieke gewassen worden behandeld.

Deze signalering heeft alleen betrekking op de coëxistentie van commerciële teelt van gg-gewassen en conventionele of biologische teelt en maatregelen om deze coëxistentie mogelijk te maken. Bij veldproeven met gg-gewassen worden teeltmaatregelen en isolatieafstanden ingesteld om uitkruising tot een minimum te beperken om mogelijke milieurisico's te voorkomen. Veldproeven en commerciële teelt zijn in dat opzicht onvergelykbare situaties en de in deze signalering genoemde maatregelen zoals isolatieafstanden zijn dan ook niet van toepassing op veldproeven.

In deze signalering wordt ingegaan op de uitkruising tussen cultuurgewassen en maatregelen om deze te beperken. Uitkruising naar wilde verwanten is geen onderwerp van deze signalering. Teelt of introductie in het milieu van ggo's is vergunningplichtig en alleen toegestaan na een uitvoerige risico-analyse. De risico's van uitkruising naar wilde verwanten en de mogelijke gevolgen daarvan worden bij de toelatingsprocedure van teelt (commerciële teelt of veldproeven) uitputtend beoordeeld in het kader van de EU Richtlijn 2001/18⁷. Hierbij staat het voorzorgsprincipe centraal. Alleen als wilde verwanten door uitkruising met gg-gewassen als mogelijk reservoir voor vermenging van niet gg-gewassen kunnen fungeren, zal op deze problematiek in deze signalering nader worden ingegaan.

Mogelijk kan deels lering getrokken worden uit de problematiek rond de teelt van de zogenaamde 'farmagewassen' voor de teelt van gewone gg-gewassen. Farmagewassen zijn gg-gewassen waarin farmaceutica worden geproduceerd. De discussie rond farmagewassen verschilt van die rond de teelt van 'gewone' gg-gewassen omdat het bij farmagewassen hoofdzakelijk een veiligheidsprobleem betreft. Commerciële teelt zal alleen mogelijk zijn bij strikte ketenscheiding en certificering. Farmagewassen hebben een zeer hoge toegevoegde waarde waardoor strikte inperkingsmaatregelen economisch haalbaar zijn. Echter de ervaring met ketenscheiding, certificering en de expertise die opgebouwd wordt met biologische inperkingsystemen in het kader van de teelt van farmagewassen kan ook van direct belang zijn om de coëxistentie van verschillende teeltvormen zoals hier besproken mogelijk te maken.

De signalering is totstandgekomen op basis van wetenschappelijke literatuur en onlangs verschenen rapporten betreffende deze materie^{3,4,5,6}.

2. Vermenging

Zoals eerder gesteld kan vermenging van landbouwproducten met ggo's op vele manieren en gedurende de gehele productieketen plaatsvinden. Gecontamineerd uitgangsmateriaal zoals poot- of zaaigoed kan tot vermenging leiden evenals de insleep van zaden door wind, dieren of machines, opslag uit zaadbanken, achterblijvende knollen, wortelstokken e.d. of opslag buiten de akker. Tijdens de teelt kan vermenging optreden door uitkruising met nabij gelegen gg-gewassen of met (ver)wilde(rde) verwanten. Maar ook in de oogst-, opslag- en verwerkingsfase kan vermenging optreden door bijvoorbeeld het gebruik van niet goed gereinigde machines of vrachtwagens. In hoeverre vermenging op kan en zal treden wordt in belangrijke mate bepaald en beïnvloed door de aard van het gewas, maar ook door de grootte en aard van de teelt, de gehanteerde teelt- en oogstmethoden en de gebruikte variëteiten.

Hoewel uit voorgaande blijkt dat bij het optreden van vermenging veel factoren een belangrijke rol spelen lijkt de publieke discussie in Nederland en Europa zich veelal toe te spitsen op uitkruising via pollen en het instellen van isolatieafstanden. Echter naast het instellen van isolatieafstanden zijn tal van andere maatregelen denkbaar die eveneens als effectief of wellicht zelfs als effectiever aangemerkt kunnen worden. Met behulp van vruchtwisseling, specifieke teeltmaatregelen zoals grondbewerking om opslag tegen te gaan, het zorgvuldig schoonmaken van machines en het hanteren van verschillende zaaiperioden om de bloeitijden van gewassen te scheiden kan vermenging eveneens worden geminimaliseerd.

In 2002 is een rapport verschenen van het EC Joint Research Centre⁴ waarin een aantal scenario's worden beschreven voor de coëxistentie van de teelt van ggo's en conventionele gewassen. In dit rapport wordt onder andere het effect van teeltmaatregelen, waaronder isolatieafstanden, berekend op het uiteindelijke percentage van vermenging in het ge oogste product. Hierbij werd gekeken naar teelt van koolzaad (voor zaadproductie), maïs (voor veevoeder) en aardappel (voor consumptiedoel-einden) onder zowel biologisch als conventioneel landbouwsystemen.

Hoewel de scenario's grotendeels gebaseerd zijn op aannames en voorspellingen van computermodellen (GENESYS⁸; MAPOD⁴) geven zij toch enig inzicht in het effect van teeltmaatregelen. Onder meer blijkt dat het bewerken van grond om opslag van zaden en daarmee vermenging tegen te gaan van groot belang is voor koolzaad, maar nauwelijks een rol van betekenis speelt voor maïs. Voor maïs constateren zij dat naast uitkruising, besmet uitgangszaad een belangrijke bron van vermenging vormt. Hiervoor zouden maatregelen in de verwerkingsfase een oplossing kunnen bieden. Opmerkelijk is dat volgens de ontwikkelde scenario's het slechts in enkele gevallen noodzakelijk is om isolatieafstanden in te stellen. Opgemerkt moet worden dat niet alle door de schrijvers voorgestelde maatregelen voor de Nederlandse situatie

haalbaar of toepasbaar zijn. Het creëren van verschil in bloeitijd binnen het teeltseizoen om uitkruising tussen gg- en niet-gg-gewassen tegen te gaan zal gezien de Nederlandse klimatologische omstandigheden niet haalbaar zijn. Zo zal het verschuiven van de zaaiperiode en daarmee de bloeiperiode van maïs binnen de Nederlandse situatie niet mogelijk zijn. Het teeltseizoen wordt immers optimaal benut. Er wordt zo vroeg mogelijk, na de vorstperiode, gezaaid en laat in de herfst geoogst. Verschuiven van deze periode gaat ten koste van de opbrengst. Ook de teeltomstandigheden voor koolzaad maakt scheiden van bloeiwijze niet mogelijk. Bovendien hebben weersomstandigheden grote invloed op het tijdstip van bloei waardoor bloeitijden kunnen verschuiven en daardoor de methode onbetrouwbaar wordt. Wel zou middels het aanpassen van gebruikte vruchtwisselingsplannen de rotaties zo worden afgestemd dat naast elkaar liggende teelten van gelijke gewassoorten zoveel mogelijk wordt voorkomen.

Eveneens moet aangetekend worden dat uit de computersimulaties blijkt dat kleine biologische bedrijven die zelf hun koolzaad vermeerderen snel in de problemen komen. Ten eerste zijn de velden klein waardoor inkruising relatief hoger zal zijn dan bij bedrijven met grote akkers (zie §2.1). Ten tweede worden eventuele contaminaties versterkt doorgegeven omdat het zelfvermeerderde zaaigoed reeds gecontamineerd kan zijn en in biologische bedrijven opslag minder efficiënt wordt bestreden. Hierbij dient te worden opgemerkt dat in Nederland voor zover bekend geen biologische teelt van koolzaad en geen zaadvermeerdering plaatsvindt.

Hoewel voornoemde bevindingen veelal gebaseerd zijn op modellen en experimentele data om deze te valideren ontbreken, geven deze bevindingen wel aan dat het te beperkt is om te veronderstellen dat met het instellen van isolatieafstanden vermenging ten allen tijde ondervangen kan worden. Voor een goed coëxistentiebeleid is het van belang dat, - kijkend naar de teelt inclusief oogst -, met zowel de aanwezigheid van pollen, zaden als achtergebleven levensvatbare delen rekening wordt gehouden. Zij zullen in belangrijke mate bepalen welke maatregelen uiteindelijk genomen moeten worden om vermenging tegen te gaan.

De bepaling van het percentage vermenging in het eindproduct zal in de praktijk vastgesteld worden middels DNA-analyse. Dit betekent dat in het eindproduct de verhouding kopieën van het transgen ten opzichte van de kopieën van het niet transgene genoom worden bepaald. De verhouding vaderlijk en moederlijk DNA in het zaad is veelal niet gelijk. Zo bevat het endosperm in de maïskorrel drie genoomkopieën waarvan twee afkomstig van de moederplant en één van de vaderplant. Het embryo bevat één moederlijke en één vaderlijke genoomkopie. Bij de bevruchting van een niet gg-moederplant met een gg-pollen betekent dit dat slechts dat deel wat afkomstig is van de vaderplant bijdraagt aan het percentage vermenging in het eindproduct. Ingeval van een verwerkingsproduct zoals maïsmeel is dit, aangezien het merendeel van de korrel uit het endosperm bestaat, ca. 33%. Het

percentage inkruising is dus veelal niet overeenkomstig het percentage vermenging in het eindproduct.

2.1 Pollen

Uitkruising en de vorming van hybriden tussen verwante soorten is een natuurlijk verschijnsel. Hybridenvorming vindt plaats tussen wilde soorten, tussen landbouwgewassen en tussen landbouwgewassen en wilde verwanten. Onderzoek naar hybridisatie tussen landbouwgewassen en wilde verwanten heeft laten zien dat van de 25 belangrijkste gewassen er 22 hybridiseren met wilde verwanten⁹. Over de frequentie waarmee dit fenomeen optreedt, is weinig bekend. Dit geldt tevens voor de hybridisatiefrequentie tussen landbouwgewassen onderling. Wel toonde onderzoek naar de vorming van hybriden tussen *Brassica napus* (koolzaad) en *B. rapa* (raapzaad) in Engeland aan dat er jaarlijks hybriden gevormd worden¹⁰.

Met de komst van gg-gewassen werd de vraag naar de frequentie waarmee hybridisatie cq. uitkruising tussen landbouwgewassen onderling plaatsvindt steeds belangrijker evenals de term uitkruisen. Het gebruik van deze term is niet altijd eenduidig. Vaak wordt ten onrechte de term uitkruisen gebruikt waar men eigenlijk inkruisen bedoelt. In dit advies wordt de term uitkruisen gebruikt wanneer sprake is van 'pollenflow' vanuit het 'donor' veld (bron). Wanneer echter vanuit het 'ontvangende' veld of 'acceptor' veld wordt geredeneerd, wordt de term inkruisen gehanteerd.

Factoren van belang voor uitkruising

Uitkruising en daarmee inkruising door pollenverspreiding wordt onder meer bepaald door het type gewas, de afstand die het pollen kan afleggen, de vitaliteit van het pollen over de tijd, en de omvang van de pollenwolk in verhouding tot concurrerende pollenwolken. Daarbij spelen factoren zoals grootte, vorm en ligging van percelen een belangrijke rol. Ook het gewas moet in ogenschouw genomen worden. De mate van kruisbevruchting tussen verschillende gewassen fluctueert sterk, van zelfbestuiving tot volledige kruisbestuiving.

- Pollenverspreiding

De afstand die pollen aflegt wordt ten eerste bepaald door de wijze van verspreiding, wind of insecten. Sommige planten maken overigens gebruik van zowel wind als insecten. Een groot aantal insectensoorten fungeert als vector voor pollenverspreiding. Tussen deze insecten zijn grote verschillen. Sommige soorten, zoals de hommels, leggen slechts relatief korte afstanden af terwijl andere insecten over grote afstanden reizen.

Bij windverspreiding is onder meer de grootte en de zwaarte van de pollenkorrels van belang. Daarbij kunnen lokale geografische en weersomstandigheden grote invloed hebben op de afstanden die het pollen aflegt. In sterk heuvelachtig terrein zal pollenverspreiding door de wind minder effectief zijn dan in vlak terrein. De aanwezigheid van struiken of bomen e.d. kan de verspreiding sterk tegengaan en ook grote waterpartijen kunnen als barrière fungeren. Door sterke wind zal verspreiding van pollen over grotere afstanden plaatsvinden. Daarentegen wordt door regen pollen weggevangen en neergeslagen. Ook zijn natte oppervlaktes ‘kleveriger’ dan droge oppervlaktes en vangen daardoor meer pollen weg.

Verspreiding van pollen wordt veelal weergegeven door een leptocurtische curve. De hoeveelheid pollen die neerslaat neemt in het begin exponentieel af met de afstand, waarna afvlakking optreedt. Hierdoor blijft het merendeel van het geproduceerde pollen op korte afstand van de standplaats van de plant^{11,12}.

Door de enorme hoeveelheden pollen die door planten geproduceerd worden kunnen aanzienlijke aantallen pollenkorrels zich over langere afstanden verspreiden. In verschillende publicaties wordt melding gemaakt van afstanden van honderden kilometers die het pollen overbrugt. Onder meer zijn boven de Atlantische Oceaan en de Noordzee pollenkorrels aangetroffen¹³. Blijkbaar kan pollen meegevoerd worden naar hogere luchtlagen, alwaar het door de daar heersende winden wordt meegevoerd¹⁴.

- Pollenvitaliteit

De afstand waarover pollen zich verspreidt is slechts één van de factoren die de mate van inkruising bepalen. Een andere belangrijke factor is de vitaliteit van het verspreide pollen. Pollen is gevoelig voor uitdroging, hoge temperaturen en beschadiging door UV-licht. In de loop der tijd neemt de vitaliteit van het pollen af resulterend in een verminderde concurrentiekracht, of in het verlies van het vermogen om een kiembuis te vormen. De vitaliteit of levensduur van pollen is per gewas verschillend en wordt bepaald door onder meer de dikte van de pollenkorrelwand, de mate van dehydratatie van de pollenkorrel of de aanwezigheid van sucrose in het cytoplasma. Dit hangt samen met de verspreidingsstrategie van de plant. Bij sommige plantensoorten zijn de pollenkorrels gedehydrateerd en het metabolisme inactief, terwijl andere soorten pollen verspreiden die gedeeltelijk gedehydrateerd en metabool actief zijn^{15,16}. Na het openspleten van de helmknop worden de pollenkorrels onmiddellijk verspreid of blijven aanwezig tot gunstige verspreidingsomstandigheden zich voordoen.

- Pollenwolk

Een derde belangrijke factor bij uitkruising respectievelijk inkruising is de omvang van de ‘pollenuitstoot’ of ‘pollenwolk’. De mate van uitkruising wordt bepaald door de grootte en ligging van het ‘donor’veld (bron) ten opzichte van het ontvangende

veld (acceptor) en de omvang van de pollenwolk ten opzicht van andere velden. Deze elementen bepalen de competitie tussen enerzijds pollen die op het perceel zelf worden geproduceerd en anderzijds pollen die het perceel binnenkomen. Een perceel dat zelf een grote pollenwolk produceert zal uitkruising bevorderen. Maar als we naar ditzelfde perceel kijken als zijnde het ontvangende perceel dan zal dezelfde grote pollenwolk tot gevolg hebben dat inkruisen tegen wordt gegaan. Produceert het veld een relatief kleine pollenwolk ten aanzien van omliggende velden dan zal er vooral instroom zijn van pollen en zal inkruisen worden bevorderd.

Dit betekent dat bij proeven met kleine proefvelden (als donor) een systematische onderschatting optreedt van het percentage uitkruising. Anderzijds zijn in het verleden veel proeven uitgevoerd met steriele vangplanten. In deze experimenten zijn kleine proefveldjes omringd door steriele planten die geen pollen vormen. De mate van inkruising is vervolgens gemeten door het bepalen van bevruchting. Dit leidt echter tot een overschatting van het optreden van uitkruising omdat de concurrerende pollenwolk van de receptorplanten ontbreekt.

Ook de vorm van het donorperceel en het ontvangende perceel zal van invloed zijn op de mate waarin uitkruising respectievelijk inkruising plaatsvindt. In het algemeen kan gesteld worden dat in randen van percelen de meeste uitwisseling van pollen zal plaatsvinden. Een cirkel heeft de kleinste relatieve hoeveelheid rand en zal daarmee verhoudingsgewijs de laagste kans op pollenuitwisseling vertonen. Meer praktisch gesteld, langwerpige velden zullen vergeleken met vierkante velden - bij gelijke oppervlakten - meer randen hebben en daardoor meer uitwisseling van pollen hebben.

Naast grootte en vorm is uiteraard de ligging van de velden ten opzichte van elkaar van belang. Tussen twee langwerpige percelen die naast elkaar liggen zal meer pollenuitwisseling waargenomen worden dan wanneer deze twee langwerpige percelen achter elkaar liggen. Hierbij dient welopgemerkt te worden dat verschillen in de overheersende windrichting e.d. van grote invloed zijn.

Maatregelen

Inkruising door pollenverspreiding kan op verschillende manieren beperkt worden. Hierbij kan zowel gedacht worden aan scheiding in ruimte (door bijvoorbeeld isolatieafstanden) maar ook aan scheiding in de tijd. Hoewel de meest aandacht uitgaat naar het instellen van isolatieafstanden kunnen methodes zoals het instellen van barrières of het hanteren van verschillende bloeitijden, of een niet synchroon teeltplan en pollenverspreiding effectief tegengaan.

- Verschil in bloeitijden

De klimatologische omstandigheden in Nederland maken het voor gewassen zoals koolzaad en maïs niet mogelijk om in hetzelfde teeltseizoen verschil in bloeitijd te bewerkstelligen zonder verlies van opbrengst. De Nederlandse teeltseizoenen zijn voor dergelijke maatregelen te kort. Wel is het mogelijk de vruchtwisseling niet

synchron te laten verlopen. Afspraken kunnen gemaakt worden om gewassen niet gelijktijdig te verbouwen. Hiervoor zullen teeltrotaties van enerzijds telers van gg-gewassen en anderzijds telers van niet gg-gewassen op elkaar afgestemd moeten worden.

- *Barrières*

De verspreiding van pollen kan geremd worden door de aanwezigheid van een barrière tussen het donorveld en het ontvangende veld. Deze barrière kan zijn een ingezaaide strook niet-gg-planten van hetzelfde gewas of andere gewassen, heggen, bomen e.d..

Vanggewassen of tussengewassen kunnen enerzijds als doel hebben het wegvangen van pollen en anderzijds het ontmoedigen van insecten om het donorveld te bezoeken. Uit onderzoek blijkt dat de aanwezigheid van een tussengewas welke niet door insecten wordt bestoven, insecten ontmoedigd om zich tussen de twee velden te bewegen¹⁷.

- *Isolatieafstanden*

De nadruk van het inperken van de gevolgen van pollenverspreiding zal voor de Nederlandse situatie liggen op het instellen van isolatieafstanden.

Over uitkruising door pollenverspreiding ('pollenflow') zijn de laatste jaren een aantal rapporten verschenen van de hand van zowel voorstanders als tegenstanders van de teelt van gg-gewassen. De auteurs komen tot grote verschillen in de isolatieafstanden die gehanteerd moeten worden om uitkruising in te perken. Zo variëren de voorgestelde afstanden bij de teelt van aardappel van 0 meter⁴ tot 500 meter¹⁸ en bij koolzaad van 10 meter¹⁹ tot 6000 meter¹⁸. Dit wordt deels veroorzaakt doordat verschillende drempelwaarden voor vermenging worden gehanteerd, variërend van nulwaarden tot meerdere procenten.

Het instellen van isolatieafstanden om inkruising te beperken is niet nieuw of specifiek voor de teelt van gg-gewassen maar wordt van oudsher toegepast in de zaadteelt en veredeling. Voor de vermeerdering van zaad worden wettelijk vastgestelde isolatieafstanden opgelegd om de zuiverheid van zaadpartijen te garanderen. Zij geven een goed inzicht in de effectiviteit van het gebruik van isolatieafstanden. Deze isolatieafstanden lijken hoofdzakelijk gebaseerd te zijn op ervaringsgegevens. Zij zijn echter niet direct toepasbaar voor de vaststelling van isolatieafstanden voor teelt. De drempelwaarden voor zuiverheid verschillen en anderzijds heeft de zaadteelt zijn eigen problematiek, zoals de teelt van hybridezaad.

Bij de teelt van zogenaamde 'waxy' maïs en 'hoog erucazuurhalte' (HEAR) koolzaad worden isolatieafstanden gehanteerd om vermenging met voor consumptie bedoelde gewassen tegen te gaan. Erucazuur is een giftige stof die van nature in onder meer koolzaad voorkomt. De EU heeft een grens voor het gehalte van erucazuur van

2% in gewassen voor consumptie vastgesteld. Koolzaad met een hoog erucagehalte (50%) wordt geteeld voor industriële verwerking. De opgelegde isolatieafstanden geven echter weinig houvast omdat het erucazuurgehalte bepalend is en niet het percentage inkruising. Heterozygoten produceren lagere gehalten erucazuur. Daarbij ligt de drempelwaarde aanzienlijk hoger dan voor vermenging met ggo's. Een vergelijkbare situatie geldt voor zogenaamde 'waxy' maïs en gewone maïs. Gewone maïs bevat ongeveer 75% amylopectine en 25% amylose. 'Waxy' maïs bevat bijna 100% amylopectine en wordt gebruikt voor industriële toepassingen in de zetmeelindustrie. Echter ook de grenzen voor vermenging met 'waxy' maïs liggen ruim boven die van wettelijk toegestane vermenging met ggo's.

Ook bij de teelt van suikermaïs worden soms isolatieafstanden door boeren aangehouden om uitkruising met snijmaïs tegen te gaan. Betrouwbare gegevens ontbreken maar waarschijnlijk worden afstanden gebruikt variërend tussen de 80²⁰ en 200 meter¹⁹.

Een aantal andere factoren bij de bepaling van isolatieafstanden mag niet uit het oog verloren worden. Isolatieafstanden zijn deels afhankelijk van geografische en klimatologische omstandigheden en de aanwezigheid van een buffergewas of vanggewas kan, afhankelijk van het gewas, de benodigde isolatieafstand reduceren.

Bij de vaststelling van isolatieafstanden is de COGEM van mening dat het totaalpercentage inkruising en dus vermenging over de gehele akker in ogeschouw genomen moet worden. Een inkruisingspercentage van 1% op 100 meter, betekent niet dat de isolatieafstand groter zal moeten zijn dan 100 meter. Immers de inkruising over de gehele akker moet bekeken worden. Als het inkruisingspercentage op 200 meter gedaald is tot 0,1 % zal, gezien het percentage exponentieel afneemt, de totale inkruising en vermenging op de akker aanzienlijk lager zijn dan 1%.

2.2 Zaad

Bij zaden kunnen ten aanzien van vermenging en de te nemen maatregelen twee situaties in ogeschouw worden genomen. Het zaad zelf kan bijdragen aan vermenging óf de planten die ontstaan uit gemorste of achtergebleven zaad kunnen tot vermenging leiden. De eerste situatie kan ontstaan bij gebruik van uitgangsmateriaal dat een percentage gg-zaad bevat, of indien door het niet goed reinigen van de oogstmachine vermenging van niet-gg-zaad met gg-zaad optreedt. In beide gevallen zal door vermenging het eindproduct een percentage gg-zaad bevatten.

Of gemorst of op de akker achtergebleven zaad een bijdrage levert aan het uiteindelijke gg-percentages in het eindproduct zal van veel factoren afhangen. Is het zaad kiemkrachtig? hoe lang blijft het in de grond aanwezig? en is het dan nog steeds kiemkrachtig? Antwoorden op deze en andere vragen zullen per gewas en zelfs per

variëteit verschillen. Daarbij zullen factoren zoals bewerking van de grond en weersomstandigheden van grote invloed zijn.

Zaaizaad

De Europese Commissie is bezig met het opstellen van een grenswaarde waaraan zaaizaad moet voldoen om als ggo-vrij te worden aangemerkt. In een 'draft' versie van de richtlijn van de EC voor het vermarkten van zaaizaad (juli 2004)²¹ worden de volgende percentages genoemd: 0,3% voor zaaizaad afkomstig van kruisbestuivende gewassen en 0,5% voor zelfbestuivers. Voor zowel koolzaad als maïs worden waarden van 0,3% aangehouden. Hoewel zaadproductie van deze gewassen in Nederland niet plaatsvindt heeft het percentage vermenging in het uitgangszaad uiteraard wel invloed op het toegestane percentage vermenging in de overige fasen van teelt, oogst en verwerking. Om onder de gestelde drempelwaarde van 0,9% in het eindproduct te blijven, zal het percentage vermenging in de overige fasen samen lager moeten zijn dan 0,9%. Hoeveel lager zal niet alleen bepaald worden door het percentage gg-zaad in het zaaizaad maar ook door het fitness-effect van de modificatie en het deel van het zaad dat bijdraagt aan het percentage gg-DNA in het eindproduct. Voorafgaand aan het voeren van een goed coëxistentiebeleid is het derhalve noodzakelijk te weten bij welke gewassen uitgangszaad een belangrijke bron van vermenging kan zijn.

Zaadbanken

Bij geen enkele oogst zal het mogelijk zijn alle zaden van het land te verwijderen, er zullen altijd zaden op het veld achterblijven. Dit kunnen grote aantallen zijn. Indien deze zaden in staat zijn gedurende langere periodes te overleven in de grond, in zogeheten zaadbanken, en gelijktijdig met hetzelfde gewas in opvolgende teelten kiemen dan kan dit tot vermenging leiden. Zaadbanken kunnen zelfs vele jaren later nog als bron van contaminatie dienen. Gezien de grote aantal zaden die achter kunnen blijven is het denkbaar dat deze zaden substantieel bijdragen aan vermenging in het eindproduct^{22,23}.

De persistentie van zaadbanken wordt door een flink aantal factoren bepaald. Tussen gewassen, maar ook tussen cultivars of variëteiten van hetzelfde gewas worden grote verschillen in persistentie gevonden. Daarnaast zijn naoogsthandelingen, maar ook weersomstandigheden en bodemtype van belang. Cultiveren van de grond geeft een versnelde afname van het zaad in de zaadbank te zien. Op braakliggend terrein waar geen verstoring van de bodem plaatsvindt kunnen zaden tot meer dan tien jaar aanwezig blijven²³ terwijl dit op gecultiveerde akkers vier jaar zal bedragen. Tevens kan regen vlak na het oogsten ervoor zorgen dat een groot deel van de achtergebleven zaden kiemt en daardoor niet in de zaadbank terechtkomt en blijven zaden in zware gronden beter aanwezig dan in lichte gronden²³.

Behalve dat zaad na het oogsten op de akker kan achterblijven, kan tevens verspreiding van zaad naar andere percelen plaatsvinden alwaar het in opvolgende teelten tot vermenging kan leiden. Hierbij moet gedacht worden aan verspreiding via insecten, wind en machines. Waarbij het gebruik van oogstmachines als de grootste bron van verspreiding van gg-zaad wordt gezien. Zo werd in de eerste 200 meter van een akker met wintergerst koolzaadzaailingen aangetroffen afkomstig van een veld twee kilometer verderop na gebruik van dezelfde oogstmachines²⁵.

Wanneer voor het oogsten van gewassen zoals koolzaad geen gebruik wordt gemaakt van aparte oogstmachines voor gg- en niet-gg-teelt is het waarschijnlijk dat verspreiding of vermenging via oogstmachines zal plaatsvinden. Door het reinigen van machines kunnen de aantallen zaden wel verminderd worden, maar met de huidig gehanteerde methoden niet terug gebracht worden tot nul. Eveneens is aannemelijk dat bij gebruik van dezelfde machines achtergebleven gg-zaad mengt met niet-gg-zaad en derhalve bijdraagt aan het percentage vermenging in het eindproduct.

Zaadverlies tijdens de oogst kan eveneens leiden tot opslag in het opvolgende gewas of in akkerranden en bermen. Uiteraard zullen de zaden van deze laatste planten niet meegeogst worden in opvolgende teelt en deel uitmaken van het eindproduct, maar indien ze gelijktijdig bloeien kan uitkruising van pollen naar nabijgelegen akkers plaatsvinden.

In hoeverre zaden in staat zijn te verwilderen in akkerranden en bermen zal afhangen in hoeverre het zaad de concurrentie aan kan gaan met onkruidzaden en in staat zal zijn onder niet-gecultiveerde omstandigheden te overleven. Overigens is het de vraag of de aanwezigheid van een relatief kleine hoeveelheid planten in bermen en akkerranden een wezenlijke bijdrage kan leveren aan vermenging (zie §2.1 over veldgrootte en pollenwolken).

Maatregelen

De beschreven veldsituaties zijn veelal van toepassing voor gewassen die geteeld worden om hun zaad. Het voorkomen van zaadzetting om vermenging tegen te gaan is derhalve niet relevant. De te nemen maatregelen moeten gezocht worden in het bestrijden van zaadbanken door het hanteren van een grondbewerkingsregime, het reinigen van oogstmachines, vruchtwisseling etc.. Echter voor gewassen die niet gericht zijn op zaadzetting kan het voorkomen van zaadzetting een belangrijke maatregel zijn om vermenging en uitkruising tegen te gaan. Zo kan in de Nederlandse bietenteelt door het verwijderen van schieters (onbedoelde zaadzetting) voorkomen worden dat zaad zich verspreidt en in zaadbanken terecht komt. Biet is een tweejarig gewas. Het eerste jaar vormt de biet een knol, in het tweede jaar vindt bloei en zaadzetting plaats. Stressomstandigheden, met name veel kou aan begin van het teeltseizoen kunnen ertoe leiden dat de plant al in het eerste jaar overgaat tot bloei en zaadzetting. Het niet vroegtijdig verwijderen van deze schieters betekent dat er per

plant twee- tot vierduizend zaden kunnen vrijkomen, waarvan een deel in de zaadbank terecht zal komen. Onderzoek heeft aangetoond dat de zaadbank duizenden zaden kan bevatten en dat opslag vanuit de zaadbank vele jaren na teelt, ondanks herhaalde bewerkingen van de bodem, op kan treden.

2.3 Levensvatbare delen

Wanneer levensvatbare delen die kunnen leiden tot opslag achterblijven op het perceel kan dit contaminatie tot gevolg hebben in opvolgende teelten. Ook hier kan het evenals bij zaad om grote hoeveelheden gaan. Zo kunnen na het oogsten 1 à 2 ton kleine aardappelen per hectare achterblijven in het perceel. Aangezien het hier uitgangsmateriaal betreft is bestrijding van opslag van belang.

3. Gewassen

Op dit moment worden geen gg-gewassen op commerciële basis geteeld in Nederland. Wel worden er een aantal veldproeven uitgevoerd. Naar verwachting zal grootschalige teelt van gg-gewassen in Nederland op korte termijn niet aan de orde zijn, met uitzondering van zetmeelaardappelen²⁶. De maatschappelijke weerstand binnen de EU tegen gg-gewassen en voedsel is groot en de afzetmogelijkheden lijken beperkt. Wereldwijd worden slechts een beperkt aantal gg-gewassen grootschalig geteeld: soja, maïs, katoen en koolzaad. Soja en katoen kunnen onder de Nederlandse klimatologische omstandigheden niet geteeld worden. Eén van de belangrijkste eigenschappen die in gg-maïs is ingebouwd, resistentie tegen de maïsboorder, is thans voor de Nederlandse landbouw niet relevant.

In de volgende paragrafen zal ingegaan worden op een aantal gewassen waarbij de coëxistentieproblematiek mogelijk in de toekomst een rol zal gaan spelen.

3.1 Koolzaad

Gewas en teelt

Koolzaad (*Brassica napus*) behoort tot de familie van de *Brassicaceae* (*Cruciferae*) en het genus *Brassica* waartoe onder andere kool (*B. oleracea*), raapzaad (*B. rapa*) en zwarte mosterd (*B. nigra*) behoren. Koolzaad is vermoedelijk ontstaan als een gevolg van natuurlijke hybridisatie tussen *B. oleracea* en *B. rapa*²⁷. Raapzaad en zwarte mosterd behoren tot de Nederlandse flora. Van koolzaad is het onduidelijk of deze plant in Nederland volledig is ingeburgerd of dat de planten telkens opslaan uit gemorst zaad²⁷. In Nederland wordt koolzaad aangetroffen als cultuurplant op en rond akkers en als verwilderde plant op ruderaal terreinen.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen twee verschillende typen *B. napus*: koolraap en bladkool enerzijds en koolzaad anderzijds. Koolzaad zelf wordt onderverdeeld in winter- en zomerkoolzaad. Winterkoolzaad geeft een hogere opbrengst maar heeft een milde winter nodig om te kunnen bloeien. Zomerkoolzaad daarentegen geeft een lage opbrengst en is voor haar bloei niet afhankelijk van een milde winter. Vanwege de lage opbrengst wordt zomerkoolzaad in Nederland nauwelijks geteeld²⁸. Koolzaad is een relatief kleine teelt in Nederland met een areaal van ongeveer 600 ha en een oogst van 2.000 ton²⁹. Zover bekend wordt in Nederland geen biologisch koolzaad verbouwd³⁰.

Teelt van gg-koolzaad vindt vooral plaats in Canada en de Verenigde Staten. In Canada is 73% van het verbouwde koolzaad genetisch gemodificeerd. De voornaamste eigenschappen die zijn ingebouwd zijn herbicidentolerantie en

verandering van vetzuursamenstelling en -gehaltes. In Europa zijn wel veldproeven uitgevoerd met gg-koolzaad, maar is het vermarkten van gg-koolzaad (nog) niet toegestaan.

In Nederland vindt geen zaadvermeerdering plaats. Zaaizaad wordt hoofdzakelijk aangeleverd door Duitse zaadbedrijven. Bij de zaadproductie wordt gebruik gemaakt van mannelijk-steriele vrouwelijke planten om F1 hybriden te verkrijgen. Hierdoor is er een verhoogd risico van contaminatie met gg-pollen. Een complicerende factor is dat in sommige variëteiten de mannelijke fertiliteit van de F1 hybriden vaak niet volledig hersteld is ('varietal association cultivars'). Dit betekent dat in commercieel geteelde variëteiten vaak mannelijk-steriele planten voorkomen die derhalve geen pollen produceren. Hierdoor wordt de eigen pollenwolk verkleind. In sommige gewassystemen is het aantal fertiele planten niet hoger dan 20%. Door de kleinere pollenwolk wordt de kans op inkruising door pollen vanuit andere koolzaadvelden verhoogd.

Pollenverspreiding

Koolzaad is zelf-compatibel, hoewel er uitkruisingspercentages zijn gerapporteerd van 5 tot 55%³¹. Mogelijk hangen de waargenomen grote verschillen samen met de aanwezigheid van mannelijke steriele planten in het veld. Anderzijds kunnen verschillen in proefopzet en natuurlijke variatie in geografische en klimatologische omstandigheden een verklaring zijn voor de gevonden verschillen.

Koolzaad wordt voornamelijk bestoven door insecten (bijen en hommels) maar ook wind en contact met naburige planten kunnen een rol spelen. Het pollen van koolzaad is relatief groot (32-33 µm), zwaar en kleverig. Bijen verzamelen grote hoeveelheden pollenkorrels en kunnen deze ook weer uit de bijenkorf meenemen en zo alsnog verspreiden³². Koolzaadpollen kan ook door de wind verspreid worden maar de gegevens in de literatuur betreffende het belang van windbestuiving en de afstanden waarover deze plaats kan vinden spreken elkaar tegen⁵. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat het onmogelijk is om insectenbestuiving in de experimentele opzet geheel uit te sluiten. Duidelijk is wel dat windverspreiding van koolzaadpollen exponentieel afneemt met de afstand tot het veld.

Pollenvitaliteit

Over de vitaliteit van koolzaadpollen is minder bekend. Onder veldomstandigheden neemt de vitaliteit van de pollenkorrels na vier dagen sterk af³³. Onder *in vitro* condities kunnen pollenkorrels gedurende 24 uur tot 7 dagen hun vitaliteit behouden⁵. Hoe de vitaliteit van pollenkorrels op de lichamen van bijen of andere insecten en in de bijenkorf verloopt, is echter onbekend. Het microklimaat waarin pollenkorrels in de bijenkorf of op de bij verkeren is hoogst waarschijnlijk zeer verschillend van dat op de plant. Voor *Cucumis melo* is gerapporteerd dat de vitaliteit van even oude

pollenkorrels op honingbijen lager was dan die op de meeldraden van de plant³⁴.

Uitkruising en isolatieafstanden

Tal van studies zijn uitgevoerd naar uitkruising van *B. napus* onder veldomstandigheden waarbij het belang van veldgroottes en veldvorm duidelijk naar voren komt. Ter illustratie wordt in deze paragraaf een beperkt aantal experimenten aangehaald. Voor een meer uitgebreide en gedetailleerde beschrijving van gedane studies verwijzen we naar eerder verschenen rapporten^{3,5,30}.

In een studie van Scheffler *et al.*³⁵ werd inkruising onderzocht tussen twee koolzaadvelden van elk 400 m². Op een afstand van 200 en 400 meter werden inkruisingspercentages van respectievelijk 0,02% en 0,004% waargenomen. Bij experimenten waarbij kleine proef(-receptor-)velden (46 m²) zijn gebruikt ten opzichte van een groot veld (65 ha) werden aanzienlijk hogere percentages gevonden. Zelfs op een afstand van 366 meter werd nog een inkruisingspercentage van 0,6% gevonden³⁶.

Vergelijkbare resultaten werden gevonden voor gg-koolzaad. In een experiment waarbij het gg-koolzaadveld (een cirkel met een doorsnede van 9 meter) in het midden van het ontvangende niet-gg-koolzaadveld was geplant werden lage inkruisingspercentages gevonden. Op een afstand van 12 meter van het gg-veld werd een inkruisingspercentage van 0,02% gevonden³⁷. Een percentage dat in een Canadees experiment waarbij gebruik gemaakt werd van grote (> 16 ha) aangrenzende koolzaadvelden op 250 meter werd aangetroffen³⁸.

In al deze experimenten lijkt pollenverspreiding te voldoen aan de leptocurtische curve. Verspreiding en daarmee inkruising vindt veelal dicht bij de bronplant plaats, neemt vervolgens exponentieel af, en op grotere afstanden van de bron vindt afvlakking plaats. Gegevens over verspreiding van pollen tussen commerciële koolzaadvelden in Australië met groottes variërend van 25 tot 100 hectare gaf een ander beeld te zien³⁹. In plaats van een exponentiele afname van pollen bij toenemende afstand tot de bron werd een meer variabele verspreiding gevonden. De auteurs concluderen hieruit dat laboratoriumexperimenten en veldproeven op kleine schaal niet automatisch te vertalen zijn naar commerciële grootschalige teelt. Uitkruisen is een complex proces waarbij vele factoren een rol spelen, waaronder omgevingsfactoren, variëteiten, gedrag van insecten en plantdichtheid.

Om de effectiviteit van vanggewassen te bepalen werden in Canada veldexperimenten uitgevoerd waarbij vier gg-koolzaadvelden van 30 x 60 meter werden omringd met randen met conventionele koolzaad van 15 tot 30 meter⁴⁰. Hoewel in de eerste 10 meter van de randbeplanting 80% van alle inkruisingsgebeurtenissen plaats vond werd op 30 meter nog een percentage van 0,02% gevonden. Uit deze resultaten blijkt dat randbeplanting inkruising significant kan terugdringen maar niet kan voorkomen.

Bepalen van isolatieafstanden

In een review voor het Engelse Ministerie van Landbouw door Ingram¹⁹ wordt een aantal aanbevelingen gedaan betreffende isolatieafstanden. Uitgaande van akkergroottes van 2 ha wordt gesteld dat isolatieafstanden van 1,5 meter, 10 meter en 100 meter afdoende zijn om inkruising tussen conventionele variëteiten en hybriden met volledige fertiliteit te beperken tot respectievelijk 1%, 0,5% en 0,1%. Indien het 'ontvangende' veld bestaat uit 'varietal association' hybriden wordt een isolatieafstand van 100 meter aanbevolen om de inkruising tot 1% te beperken.

Damgaard en Kjellson⁴¹ hebben in een meta-studie de gepubliceerde gegevens betreffende uitkruising tussen koolzaadvelden geanalyseerd en gebruikt om te berekenen welke isolatieafstanden en andere maatregelen gehanteerd moeten worden om een inkruisingspercentage lager dan 0,3% te bereiken. Zij berekenen dat indien de ontvangende koolzaadvelden zeer klein (breedte van maximaal 50 meter) zijn, een isolatieafstand van 200 meter aangehouden moeten worden. Bij ontvangende velden met een breedte van 100 meter zou deze afstand verkleind kunnen worden naar 50 meter. Bij teelt van 'varietal association cultivars' (waarin mannelijke steriliteit voorkomt) in het ontvangende veld zal waarschijnlijk een grotere isolatieafstand aangehouden moeten worden. Volgens hun berekeningen is de meest effectieve wijze om uitkruising tegen te gaan vergroting van het ontvangende veld naar een breedte van 200 á 300 meter (=4-9 ha). Dit laatste is in lijn met de uitkomsten van het 'GENESYS' computermodel. Ook daar wordt het verbreden van het ontvangende veld aangedragen als effectieve oplossing om inkruisen tegen te gaan⁴².

Andere factoren voor vermenging op het veld

Zaden zijn een belangrijke risicofactor voor de verspreiding van gg-koolzaad. Vooral opslag vanuit zaadbanken kan substantieel bijdragen aan vermenging in het eindproduct^{22,23}. De zaden van de koolzaadplant zijn klein en worden in grote hoeveelheden geproduceerd. De zaden kunnen onder normale teeltomstandigheden tenminste vier jaar in de bodem overleven. Als de bodem niet wordt bewerkt is een overlevingsduur van meer dan tien jaar geconstateerd. De overlevingsduur van het zaad is overigens sterk afhankelijk van de cultivar.

De zaadbank kan een bron van vermenging in het veld vormen, ook als op het veld geen gg-koolzaad is verbouwd. Immers een deel van de zaadbank kan bestaan uit gg-zaden ten gevolge van eerdere inkruising.

Zaden kunnen gemakkelijk door de wind of machines worden verspreid. Bij de oogst van koolzaad gaan grote hoeveelheden zaden verloren die op het veld achterblijven. Een verlies van 5.000 tot 10.000 zaden per m² is niet ongewoon²³. Ook in machines kunnen grote hoeveelheden achterblijven die tot insleep van zaden kunnen leiden op andere velden. In oogstcombines zijn hoeveelheden tot 3,9 kilogram (= ca. 1 miljoen zaden) aangetroffen²⁵. Ook het verlies van zaden buiten de akker kan leiden tot vermenging. In wegbermen kunnen zich koolzaadpopulaties vestigen die

door uitkruising kunnen leiden tot vermenging op de akker. Deze percentages zullen echter veelal zeer gering zijn vanwege de relatief kleine pollenwolk.

In hoeverre de zaadbank of bermopvoltingen bijdragen aan inkruising is sterk afhankelijk van de teelt- en cultuurmaatregelen die gehanteerd worden. Bestrijding van opslag, grondbewerking, en de aard van de vruchtwisseling zijn hierbij van grote invloed.

Wilde verwanten

Uitkruising van koolzaad met wilde verwanten is mogelijk. Voor spontane uitkruising van *B. napus* met wilde verwanten is onder meer een deels overlappende bloeiperiode een voorwaarde. Van koolzaad is bekend dat ze onder veldcondities, in lage percentages, kan uitkruisen met vier wilde verwanten: *B. rapa* (raapzaad), *Brassica juncea* (bruine mosterd), *Hirschfeldia incana* (grijze mosterd) en *Raphanus raphanistrum* (knopherik). De gevormde hybriden hebben een verlaagde fitness en een gereduceerde steriliteit. Van de kruising tussen *B. napus* en *B. rapa* is aangetoond dat deze hybride zich min of meer blijvend kan vestigen. Van andere hybriden is dit nooit aangetoond. Uitkruising met wilde verwanten kan een bron van vermenging zijn. Echter uitkruising met wilde verwanten lijkt gezien het lage percentage van optreden geen significante bijdrage te leveren aan vermenging in het veld.

Overweging

Koolzaad wordt in het algemeen door de meeste onderzoekers en regulerende instanties niet als een gewas met een bijzonder hoog risico op uitkruising gezien^{5,6,19}.

Uit een meta-analyse van gepubliceerde gegevens betreffende uitkruising tussen koolzaadvelden concluderen Damgaard en Kjellson⁴¹ dat een isolatieafstand van 50 meter voldoende is om inkruising beneden de 0,3% te houden. Bij zeer kleine velden (kleiner dan 50 meter) zou een afstand van 200 meter moeten worden aangehouden om deze drempelwaarde te bereiken. Deze meta-analyse is echter alleen gericht op uitkruising. De mogelijke bijdrage van de zaadbank en van gecontamineerd zaad aan de uiteindelijke vermenging in het veld is niet onderzocht.

Uitkruising is slechts één van de factoren die kunnen leiden tot vermenging of contaminatie van de teelt. Bij koolzaad is verlies, opslag, en insleep van zaden mogelijk een nog belangrijkere factor dan uitkruising. Coëxistentie is alleen mogelijk indien er strikte maatregelen genomen worden om opslag te bestrijden en insleep van zaden te voorkomen. Dit laatste vraagt verregaande maatregelen om machines (zoals oogstcombines, tractoren en vrachtwagens) te reinigen. Training en certificatie van personeel en loonwerkers zijn hierbij noodzakelijk.

Recentelijk is een publicatie verschenen waarbij met behulp van het GENESYS computer model berekend is dat een isolatieafstand van 200 meter in acht genomen moet worden om onder Franse teeltomstandigheden een vermenging van 0,9% te bereiken⁴². In dit model speelt de bijdrage van de zaadbank als extra bron van

contaminatie een sterke rol. In het model is rekening gehouden met vruchtwisseling en grondbewerking. Hierbij moet bedacht worden dat het een computermodel betreft met alle beperkingen van dien. De berekeningen zijn gebaseerd op aannames waarvan niet altijd duidelijk is in hoeverre deze realistisch zijn. Onduidelijk is in hoeverre het model gevalideerd is met resultaten van langdurige meerjarige experimenten. De auteurs stellen verder dat het model uitkruising onderschat bij rotaties met voorjaarsgewassen en als functie van afstand. Om dit te compenseren hanteren zij een correctiefactor. De uitkomsten van het model zijn specifiek voor de ingebrachte gegevens betreffende de regio en de resultaten kunnen niet zonder meer geëxtrapoleerd worden. Onduidelijk is in hoeverre de Nederlandse teeltomstandigheden en -maatregelen vergelijkbaar zijn met die in Frankrijk.

Uit de internationaal gepubliceerde literatuur is geen helder beeld te krijgen betreffende de daadwerkelijke bijdrage van de zaadbank aan vermenging in het veld. De weinige beschikbare gegevens betreffende opslag zijn vaak gepubliceerd als grijze literatuur in verslagen van congressen e.d. zonder dat de exacte proefopzet bekend is. Bij de vaststelling van het belang van de zaadbank moet ook rekening gehouden worden of de ingebrachte eigenschap een selectief voordeel biedt.

Slotopmerkingen

De COGEM constateert dat op basis van de huidige gegevens het nog niet mogelijk is om voor koolzaad een goed onderbouwde isolatieafstand te bepalen. In de regel lijkt een isolatieafstand van 50 meter voldoende om onder de drempelwaarde van de 0,9% vermenging te blijven⁴¹. Hierbij dient rekening te worden gehouden dat alleen dat deel van het genomisch DNA dat afkomstig is van de vaderplant bijdraagt aan het percentage vermenging in het eindproduct.

Echter het percentage inkruising zal beïnvloedt worden door de aanwezigheid van mannelijk-steriele planten ('varietal association cultivars) in het donor of ontvangende veld en de aanwezigheid en persistentie van de zaadbank. Empirische gegevens over de bijdrage van zaadbanken aan vermenging ontbreken nagenoeg. Redelijkerwijs volgt hieruit dat isolatieafstanden van tenminste meer dan 50 meter gehanteerd moeten worden.

Naast het instellen van isolatieafstanden zal met het nemen van teeltmaatregelen vermenging kunnen worden tegengegaan. Het hanteren van een goed grondbewerkingsregime na oogsten zal de vorming van zaadbanken tegengaan en is derhalve sterk aan te bevelen. Zo zorgt het niet omploegen van het veld direct na het oogsten ervoor dat veel van de achtergebleven zaden hetzelfde seizoen nog zal kiemen en niet in de zaadbank terechtkomen. Waarbij opgemerkt dient te worden dat gegevens betreffende de persistentie van zaadbanken onder de Nederlandse teeltomstandigheden nagenoeg geheel ontbreken en nader onderzoek dringend gewenst is. Dit geldt eveneens voor de bijdrage aan vermenging vanuit koolzaadpopulaties in bermen en akkerranden. In welke getallen koolzaad in bermen en akkerranden aanwezig is, wat

de herkomst van het zaad is en in hoeverre deze verwilderde koolzaad van invloed is op de teelt van koolzaad is onduidelijk. Ook hierover zal onderzoeksdata meer duidelijkheid moeten verschaffen. De COGEM merkt in deze tevens op dat indien op een perceel gg-koolzaad is geteeld, teelt van conventioneel koolzaad, gezien de opslag vanuit zaadbanken, de eerst komende jaren sterk af te raden is, gedacht moet hierbij worden aan gg-vrije teeltperiodes van meer dan tien jaar.

Verder pleit de COGEM voor nader onderzoek naar de mogelijkheid om door middel van de aanplant van conventioneel koolzaad in een bufferzone rond het gg-koolzaadveld inkruising en daarmee vermenging in te perken.

De COGEM wijst erop dat door het beschikbaar komen van meer gegevens, hetzij over inkruising en vermenging onder Nederlandse teelsituatie hetzij uit grootschalig onderzoek zoals het Europese SIGMEA- project⁴³ een nadere bepaling van de te hanteren isolatieafstanden wellicht mogelijk wordt.

3.2 Maïs

Gewas en teelt

Maïs (*Zea mays* L.) behoort tot de familie van de *Gramineae* (grassenfamilie) en is als landbouwgewas oorspronkelijk afkomstig uit Midden-Amerika. Maïs wordt wereldwijd geteeld en is één van de belangrijkste voedingsgewassen. De enige bekende wilde verwant van maïs is teosinte (*Z. mexicana*), die inheems is in Centraal Amerika.

In Nederland wordt hoofdzakelijk snijmaïs verbouwd als veevoer ten eigen bate²⁸. Tijdens de oogst worden de bovengrondse delen gehakseld, waarna het materiaal wordt ingekuuld, om later als veevoer te worden gebruikt. Teelt en verwerking gebeurt vaak door loonwerkers²⁸. Op kleine schaal vindt in Nederland ook teelt van suiker- of korrelmaïs plaats. Hierbij wordt de kolf geoogst voor humane consumptie, industriële verwerking of veevoeder. Het areaal snijmaïs is ongeveer 205.000 ha. De teelt van suikermaïs neemt de afgelopen jaren in Nederland toe, in 2001 was het areaal 27.000 ha. met een oogst van 239.000 ton²⁹.

Vermeerdering van zaaizaad vindt in Nederland niet plaats. Zaaigoed is hoofdzakelijk afkomstig uit Frankrijk, Hongarije en Zuid-Amerikaanse landen. In Nederland worden hoofdzakelijk F1 hybriden verbouwd. Deze hybriden worden verkregen door mannelijk steriele planten van de ene variëteit te kruisen met fertiele planten van de andere variëteit. Door het gebruik van steriele planten is er een verhoogde kans op onbedoelde inkruising met ongewenste (zoals genetisch gemodificeerde) variëteiten. Gezien het verspreidingsgebied van de teelt van gg-maïs zou mogelijke contaminatie van zaden vooral in partijen afkomstig uit Zuid-Amerika aanwezig kunnen zijn.

Een aantal publicaties is verschenen betreffende pollenverspreiding en uitkruising bij maïs. Hierbij is onder meer gekeken naar de verspreiding van pollen, de vitaliteit van pollen en de het percentage uitkruising tussen velden.

Pollenverspreiding

Maïs heeft een éénslachtige bloeiwijze. De mannelijke bloeiwijze is aanwezig op de top van de plant terwijl de vrouwelijke bloeiwijzen (grotendeels verborgen) in de oksels van de middelste stengelbladen zitten. Maïs is een kruisbestuiver maar zelfbestuiving kan in lage percentages voorkomen (5%). Alle in de landbouw geteelde variëteiten lijken met elkaar te kunnen kruisen.

Maïs is overwegend een windbestuiver. Insectenbestuiving speelt bij maïs nauwelijks een rol, maar kan niet volledig worden uitgesloten. Bijen lijken de pollen van maïs wel te verzamelen, maar de vrouwelijke bloemen niet te bezoeken. De pollenkorrels van maïs zijn relatief groot (90-125 μm) en zwaar (0,25 μg) waardoor de afstand waarover de korrels verspreid worden gering is^{44,45}. Experimenten hebben aangetoond dat 90% van de geproduceerde pollen binnen 5 meter en 98% binnen 25 tot 50 meter van de grens van het veld neerkomen^{5,46}. De (overheersende) windrichting is daarbij sterk van invloed op het verspreidingspatroon en ook de vorm en grootte van de velden lijkt van invloed te zijn.

Pollenvitaliteit

Er bestaan grote verschillen tussen de gepubliceerde gegevens over de levensduur of vitaliteit van maïspollen. Volgens sommige publicaties bedraagt deze 30 minuten terwijl anderen een levensduur van 9 dagen rapporteren⁴⁷. De vitaliteit van de pollen lijkt bepaald te worden door de luchtvochtigheid en de temperatuur. In het algemeen kan gesteld worden dat bij een hoge luchtvochtigheid en lage temperaturen de pollen het langst vitaal blijven^{48,49,50}.

Uitkruising en isolatieafstanden

Een aantal onderzoekers heeft uitkruising onder veldomstandigheden onderzocht. Vaak is gekozen voor een opzet waarbij gebruik gemaakt wordt van twee verschillende variëteiten waarvan de zaden morfologisch eenvoudig te onderscheiden zijn. De gepubliceerde gegevens verschillen vaak aanzienlijk. Omdat veel oudere gegevens vaak in de grijze literatuur (zoals bulletins en proceedings van congressen) zijn gepubliceerd is de proefopzet meestal lastig te achterhalen. Een verklaring voor de grote verschillen is dat in een aantal gevallen geen rekening lijkt gehouden te zijn met de windrichting⁵¹. Uitkruising bij maïs vindt grotendeels alleen aan de lizijde plaats^{53,54}. In veel andere experimenten is gekozen voor zeer kleine proefvelden of zelfs slechts enkele planten waardoor deze resultaten niet bruikbaar zijn om voorspellingen te doen voor teeltomstandigheden.

In een driejarig experiment hebben Jones en Brooks⁵⁵ gekeken naar de uitkruising tussen relatief grote maïsvelden, waarbij de ontvangende velden op verschillende afstanden (van 0 tot 500 meter) van het bronveld waren gesitueerd. De ruimte tussen de velden werd opgevuld met een lage graansoort die geoogst werd voordat de maïsplanten pollen zetten. Bij een dergelijke veldsituatie, het opvullen van de tussenliggende ruimte met een laag gewas óf afwezigheid van een gewas, geven we de benaming ‘open ruimte’ mee.

Jones en Brooks vonden gemiddelde inkruisingspercentages van 28,6% voor een veld op 0 meter van het donorveld, 1,2% voor een veld op 200 meter en 0,20% op 500 meter afstand. Uit hun resultaten bleek verder dat uitkruising voornamelijk plaatsvindt aan de rand van het gewas. Bij ontvangende velden gesitueerd op verschillende afstanden (van 0 tot 500 meter) van het donorveld werden voor de eerste 25 rijen het percentage inkruising bepaald. Circa 50% van het totaal aantal inkruisingen in deze rijen vond plaats in rij 1 tot en met 5 (= ca. de eerste 5 meter van het veld). Aangetekend hierbij moet worden dat de afstand tussen de rijen groter was dan onder normale teeltomstandigheden.

Ook de aanwezigheid van bomen of planten tussen de velden kan een remmende invloed op het optreden van uitkruising hebben. Jones en Brooks⁵⁶ rapporteerden een afname van uitkruising met 50% door de aanwezigheid van een bomenrij met onderbegroeiing. Deze bomenrij, vergelijkbaar met een isolatieafstand van 75 meter zonder barrière, was echter niet zo effectief als het beplanten van de rand ter grootte van de bomenrij met maïsplanten.

In het kader van de ‘farm scale evaluations’ (FSE) is grootschalig onderzoek gedaan naar uitkruising van snijmaïs⁵³. In totaal zijn gedurende drie jaar 55 velden getest op uitkruising. In dit onderzoek was steeds een akker voor de helft ingezaaid met gg-maïs en voor de andere helft met conventionele maïs. De velden lagen verspreid door Engeland, zowel in gebieden waar veel als weinig maïs wordt verbouwd. Vermenging door uitkruising werd vastgesteld door analyse van het DNA in de maïskolf.

Uit het onderzoek bleek dat inkruising sterk daalt over de eerste 20 meter, waarna de daling verder afvlakt tot aan ca. 125 meter. De auteurs concluderen dat over het algemeen een isolatieafstand van 24,4 meter voldoende is om binnen de 0,9% drempelwaarde voor vermenging van het eindproduct te blijven. Verder stellen zij dat een isolatieafstand van 80 meter (zoals voorgesteld door de SCIMAC) in de meeste gevallen voldoende is om het vermengingspercentage onder de 0,3% te houden. Aangetekend hierbij moet worden dat de resultaten en gegevens van het FSE-onderzoek zoals beschreven in het DEFRA-rapport niet altijd volledig in overeenstemming lijken te zijn met de conclusies die door de auteurs worden getrokken. De COGEM baseert haar opinie dan ook hoofdzakelijk op de gepresenteerde gegevens.

Andere factoren voor vermenging op het veld

Maïs heeft in Europa geen wilde verwanten en in Nederland zijn geen mogelijkheden tot verwildering. Opslag van maïsplanten is in Europa zelden van landbouwkundige betekenis, en in Nederland in het geheel niet.

Bij maïs moet een onderscheidt gemaakt worden tussen snij-, suiker- of korrelmaïs. Bij snijmaïs worden alle bovengrondse delen geoogst. Inkruising heeft alleen betrekking op de kolf, die slechts een deel van het totale product uitmaakt. Kolfontwikkeling en grootte is sterk afhankelijk van de weersomstandigheden gedurende het groeiseizoen, tijd van oogsten en cultivar. Volgens Ingram¹⁹ bestaat de oogst van snijmaïs in Engeland voor ten hoogste 50% (gewicht) uit maïskolven. Het is aannemelijk dat het in Nederland ongeveer gelijk zal zijn.

Bij suiker- en korrelmaïs wordt de kolf geoogst en heeft inkruising een direct effect op het geoogste product en zal leiden tot een hogere vermenging van het eindproduct, dan bij snijmaïs. Dit betekent overigens niet dat inkruising bij suiker- of korrelmaïs leidt tot een evenredige vermenging in het eindproduct. Een verwerkingsproduct van maïskorrels, zoals maïsmeel, zal bij een inkruising slechts ca. 1/3 deel 'gg-DNA' bevatten. Het endosperm in de maïskorrel bevat namelijk twee genoomkopieën van de moederplant en één genoomkopie van de vaderplant (het inkruisende deel).

Overwegingen

Resultaten van Jones en Brooks (1950) laten zien dat de mate waarop inkruising optreedt sterk afvlakt bij een isolatieafstand 400 meter. Vergroten van deze afstand zal niet bijdragen aan een lagere inkruising. Uit gegevens afkomstig uit het FSE-onderzoek blijkt dit punt bij ca. 125 meter te liggen. De verschillen in afstanden zijn te verklaren door de verschillen in de proefopzet. Bij de experimenten van Jones en Brooks liggen de velden op afstand van elkaar waarbij de tussenliggende ruimte niet beplant is met een gewas. Anders is dat voor het FSE-onderzoek waarbij uitgegaan wordt van naast elkaar liggende velden. Wanneer in het FSE-onderzoek geconcludeerd wordt dat bij 125 meter afvlakking plaats vindt moet hierbij in gedachten worden gehouden dat de voorliggende 125 meter, gezien vanaf het donorveld, als buffergewas fungeert. Jones en Brooks toonde aan dat het wanneer de open ruimte opgevuld werd met een barrière de afstand waarover pollen zich verspreiden afnam. Waarbij zij constateerden dat het opvullen van de open ruimte met maïs tot hogere pollenreductie leidde dan opvullen met bomen.

Daarnaast is door meerdere onderzoekers aangetoond dat de meeste pollen en daardoor inkruising aangetroffen worden in de eerste rijen van het ontvangende veld. Stanley en Horn zagen dat 90% van de pollen in de eerste vijf meter terecht komen. Jones en Brooks vonden percentages van 50 tot 70%. Deze lagere waardes kunnen logischerwijs verklaard worden door het feit dat Jones en Brooks niet naar het aantal pollen keken maar naar inkruising. Niet elke verspreide pollenkorrel zal tot bevruchting leiden.

Wanneer uitgegaan wordt van een zo laag mogelijke vermenging op het veld (= overeenkomstig de detectielimiet van ca. 0,1%) wordt het hanteren van een isolatieafstand, indien tussen ontvangend en bronveld een open ruimte (braakliggend of beplant met een laagblijvend gewas) bevindt, van 400 meter noodzakelijk. Wanneer de open ruimte wordt opgevuld met een buffergewas (zijnde niet-gg-maïs) lijkt hiervoor een afstand van 125 meter te volstaan.

Wanneer betrokken partijen overeenkomen dat een percentage vermenging wordt toegestaan kunnen deze afstanden worden verkleind. Kijkend naar de gegevens van Brooks en Jones zal indien de afstand tussen bron en ontvanger niet opgevuld wordt met een buffergewas een afstand van ca. 125 meter volstaan om inkruising beneden het percentage van 0,9% in het eindproduct te houden een afstand van ca. 200 meter om onder de 0,3% te blijven. Hierbij is gecorrigeerd voor de bijdrage van het vaderlijk genoom aan het eindproduct (= ca. 33% van het endosperm). Door van de ontvangende (niet-gg)velden de eerste rijen te verwijderen voorafgaand aan de oogst kan met kortere afstanden worden volstaan. Zoals eerder gesteld vindt het merendeel van inkruising namelijk in de eerste rijen plaats. Alternatief kan zijn om de buitenste rijen van het gg-veld te beplanten met niet-gg-maïs dat uiteindelijk met het gg-veld wordt meege oogst. Echter gegevens hierover ontbreken.

Ook het gebruik van bufferzones leidt tot lagere afstanden. FSE-onderzoek toont aan dat met het gebruik van buffergewassen afstanden van ca. 25 meter voor een inkruisingspercentage van 0,9% en 80 meter voor 0,3% volstaan. Waarbij opgemerkt dat deze percentages gelden voor rijen op genoemde afstanden en niet voor het perceel. Gezien het feit dat inkruising naarmate de afstand tot de bron groter wordt afneemt, zal het gemiddelde percentage inkruising en vermenging op de akker aanzienlijk lager zijn dan deze waarde. Waarbij uiteraard telt hoe dieper het ontvangende perceel ten opzichte van de bron, hoe lager deze waarde zal uitvallen.

Geredeneerd vanuit de gedachte dat bij een afstand van 125 meter en meer een percentage vergelijkbaar aan de detectielimiet van 0,1% aanwezig is en een lineaire afname voor uitkruising geldt vanaf 25 meter tot aan 125, zal bij een isolatieafstand van 25 meter en een velddiepte van 100 meter een gemiddeld vermengingspercentage van 0,35% worden gevonden. Bij een afstand van 80 meter en een velddiepte van 100 meter wordt deze waarde tot ca. 0,15% teruggebracht. De aanwezigheid van een buffergewas is hierbij essentieel. Bij ontvangende velden dieper dan 100 meter zullen deze waarden verder afnemen. Bij minder diepe velden daarentegen, waarbij de diepte van het veld en de isolatieafstand beneden de 125 meter blijven zal veldverdunding in veel minder mate bijdragen. Bij bovenstaande berekeningen is uitgegaan van een lineair verband. Zeer waarschijnlijk verloopt de afname sneller, waardoor lagere percentages aannemelijk zijn.

Slotopmerkingen

Maïs wordt beschouwd als een gewas met een hoog uitkruisingspotentieel^{5,6,19}. Voor vermenging op het veld is inkruising de belangrijkste factor. Opslag en verwildering dragen onder Nederlandse omstandigheden niet bij aan vermenging. Gecontamineerd zaaigoed kan een andere bron voor vermenging zijn.

Door het hanteren van een isolatieafstand van 400 meter bij een open ruimte of 125 meter met een buffergewas kan vermenging op het veld zo laag mogelijk worden gehouden. In de praktijk betekenen dergelijke afstanden echter dat telers belemmerd worden in hun keuze om gg-gewassen te telen, aangezien teelt onder die omstandigheden financieel-economisch niet haalbaar is. Dit lijkt in strijd met de regel dat bij coëxistentie alle mogelijke vormen van landbouw naast elkaar moeten kunnen bestaan zonder wederzijdse uitsluiting.

Experimenten hebben laten zien dat het merendeel van de inkruisingen plaatsvinden in de eerste rijen van het ontvangende veld en dat buffergewassen ertoe leiden dat vermenging in het ontvangende veld tot aanzienlijk lagere percentages kunnen leiden. Hierdoor is het mogelijk om met buffergewassen op meer praktische toepasbare isolatieafstanden (van 25 tot 80 meter) inkruisingpercentages ver beneden de door de EU gestelde drempelwaarden te bereiken. De keuze voor een isolatieafstand zal derhalve een compromis moeten zijn tussen enerzijds de praktisch en economische haalbaarheid, waarbij een teeltvorm niet uitgesloten mag worden, en anderzijds de maatschappelijk aanvaardbaarheid van contaminatie in eindproducten. Ook de mogelijke bijdrage van gecontamineerd zaaigoed aan de vermenging op het veld zal in overweging genomen moeten worden.

Geen van de genoemde isolatieafstanden, zelfs niet degenen die leiden tot een zo laag mogelijke vermenging op het veld, kan uitsluiten dat zogeheten 'hotspots' worden aangetroffen. Uit het FSE-onderzoek blijkt dat ongunstige omstandigheden, zoals windturbulentie door stormen, plaatselijk in velden op grotere afstanden tot onverwacht hoge inkruising kunnen leiden. Het optreden van 'hotspots' wordt waarschijnlijk ook sterk beïnvloedt door de lokale geografische omstandigheden. Hoewel deze in Nederland sterk verschillen van die in Engeland is het te verwachten dat 'hotspots' ook in Nederland zullen optreden. Daarom zal hierover tussen de betrokken partijen afspraken ten aanzien van aansprakelijkheid gemaakt moeten worden.

In voornoemde is uitgegaan van scheiding van teelten in afstand. De COGEM wijst erop dat scheiding in tijd ook tot de mogelijkheden behoort om vermenging tegen te gaan. Hiervoor zullen teeltrotaties van enerzijds telers van gg-gewassen en anderzijds telers van niet gg-gewassen op elkaar afgestemd moeten worden. Dit zal in goed overleg tussen de betrokken telers moeten gebeuren.

3.3 Aardappel

Gewas en teelt

De aardappelplant (*Solanum tuberosum*) behoort tot de familie van de *Solanaceae* waartoe ook de tomaat, aubergine, tabak en peper behoren en is als landbouwgewas afkomstig uit Zuid-Amerika. *S. tuberosum* is onderverdeeld in twee ondersoorten: *tuberosum* en *andigena*. Alleen de ondersoort *tuberosum* wordt in Europa geteeld.

De aardappel komt in de Nederlandse flora niet voor, wel heeft zij een aantal wilde verwanten: de zwarte nachtschade, (*S. nigrum* subsp. *nigrum*), de beklierde nachtschade (*S. nigrum* subsp. *schultesii*), bitterzoet (*S. dulcamara*), glansbesnachtschade (*S. physalifolium*) en driebloemige nachtschade (*S. triflorum*). Uitkruising naar deze verwanten is echter niet mogelijk.

Aardappel is een economisch belangrijke teelt in Nederland. Het areaal aardappelen is ongeveer 160.000 ha groot²⁸. In Nederland worden zowel pootaardappelen, consumptieaardappelen als zetmeelaardappelen verbouwd. Deze drie teelten verschillen onderling in teeltwijze, opslagwijze en verwerking. Van alle in Nederland geteelde pootaardappelen wordt 70% geëxporteerd. Zetmeelaardappelen worden in Nederland verwerkt. De meeste consumptieaardappelen (70%) worden tot frites (producten) verwerkt. Een groot deel van deze frites wordt naar het buitenland geëxporteerd.

De teelt van gg-consumptieaardappelen lijkt weinig succesvol en in de Verenigde Staten worden gg-consumptieaardappelen inmiddels niet meer verbouwd. Het is dan ook niet te verwachten dat de teelt van gg-consumptieaardappelen op korte termijn ingang zal vinden in Nederland. Wel mag verwacht worden dat de teelt van gg-zetmeelaardappelen op korte termijn op commerciële schaal toegepast zal worden.

Uitkruising

Aardappel wordt via knollen vegetatief vermeerderd. Bij de teelt wordt uitgegaan van pootgoed. Productie van dit pootgoed gebeurt door gespecialiseerde bedrijven. In veel gevallen vind de eerste stap van het productieproces plaats door *in vitro* vermeerdering. Door het systeem van certificering en controle op de vermeerdering van pootgoed is de kans op onbedoelde vermenging van variëteiten nagenoeg uitgesloten. In Nederland wordt hoofdzakelijk lokaal geproduceerd pootgoed gebruikt.

Kruising tussen variëteiten en vermeerdering door zaad speelt alleen een rol in het veredelingsproces. Aardappel is hoofdzakelijk een zelfbestuiver, het percentage kruisbestuiving varieert tussen de 0 en 20%⁵². Verspreiding van pollen kan zowel door de wind als insecten plaatsvinden. Veel maar niet alle in Europa geteelde aardappelvariëteiten zijn steriel. Sommige in Nederland geteelde variëteiten zijn wel in staat om fertiele bloemen te vormen en te kruisen met andere variëteiten in het veld. De

verspreiding van pollen lijkt beperkt tot 5 à 10 meter van de grens van het veld⁴.

Gegevens over de frequentie van uitkruising tussen aardappelplanten in het veld zijn nauwelijks voorhanden. Het afgelopen seizoen heeft het bedrijf AVEBE in het kader van een veldproef met genetisch gemodificeerde zetmeelaardappelen onderzoek laten doen naar uitkruising met niet gg-aardappelen. In totaal zijn 5459 zaailingen (zaden) getest uit de randrijen van het proefveld. De voorlopige resultaten geven aan dat op een afstand van 1,5 meter een inkruisingspercentage gevonden is van 0,7%. Op 5 meter van het gg-veld kon geen inkruising meer aangetoond worden. Deze, overigens niet gevalideerde, gegevens zijn in overeenstemming met de eerder genoemde gegevens over de verspreiding van pollenkorrels.

Kruising tussen gg-aardappelen en conventionele variëteiten heeft geen gevolgen voor het direct te oogsten product. Alleen als het gevormde zaad in staat is om tot een volwaardige plant uit te groeien en zich te vermeerderen door knolvorming kan bij een latere oogst door opslag vermenging optreden. Echter de bij inkruising gevormde plantjes zijn klein en zwak en niet in staat zich in een opvolgend gewas te handhaven of knollen te vormen. Vruchtwisseling, de koude Nederlandse winters en verplichte bestrijding van opslag vormen in de praktijk een afdoende onoverkoombare blokkade voor overleving. Aardappelknollen zijn koudegevoelig en overleven de winter in Nederland gewoonlijk niet. Alleen tijdens zachte winters zijn de knollen in staat te overleven en het volgende jaar uit te lopen. Achterblijvende knollen (of delen hiervan) kunnen hierdoor een probleem vormen. Echter in het kader van de verplichte bestrijding van *Phytophthora infestans* wordt eventuele aardappelopslag verwijderd. Verwildering van de aardappelplant is in Nederland nog nooit waargenomen.

Slotopmerking

Het risico van onbedoelde vermenging met gg-aardappelen lijkt voornamelijk aanwezig te zijn bij vervoer, opslag of later in de keten bij verwerking. Opslagbestrijding is in Nederland in het kader van de bestrijding van aardappelziekte (*Phytophthora infestans*) en aardappelmoehheid (*Globodera rostochiensis* en *G. pallida*) verplicht. Bij correcte naleving van de voorschriften is de bijdrage van mogelijke opslag aan vermenging verwaarloosbaar klein. Verder merkt de COGEM op dat haar inziens de kans op en frequentie van besmetting van pootgoed zeer klein tot nihil is.

Gezien de minimale kansen op het optreden van inkruising en de minimale kans op gevolgen van het mogelijke optreden van inkruising maakt dat het hanteren van isolatieafstanden bij de teelt in Nederland van aardappelen om de gevolgen van inkruising tegen te gaan niet noodzakelijk lijkt. Echter het hanteren van een manoeuvreerruimte van een paar meter (ca. 2 tot 3 meter) kan wel voorkomen dat tijdens het oogsten per vergissing gg-aardappelen uit een belendend perceel worden mee geoogst.

3.4 Suikerbiet en voederbiet

Gewas en teeltwijze

Suikerbieten, voederbieten, rode biet en snijbiet behoren allen tot één species, *Beta vulgaris* (familie *Chenopodiaceae*). Suikerbiet wordt op grote schaal in Nederland verbouwd. Het areaal bedraagt ongeveer 107.000 ha, met een oogst van bijna 6 miljoen ton bieten (Eurostat, 2002). Het areaal biologisch geteelde suikerbieten bedroeg in 2002 ca. 300 ha²⁸. Het areaal voederbieten is kleiner dan 1000 ha met een oogst van 49.000 ton. Rode biet en snijbiet zijn groentegewassen die op kleine schaal in Nederland verbouwd worden.

Biet is een tweejarig gewas waarbij in het tweede jaar de plant bloeit en zaadzet. Bij de bietenteelt wordt de wortel of biet na het eerste groeiseizoen geogst. De suikerbieten worden in de fabriek verwerkt tot suiker. Bijproducten hiervan, hoofdzakelijk bietenpulp, worden verwerkt tot veevoer. Voederbieten worden gebruikt als veevoeder.

Bietenzaad wordt veelal vermeerderd in Frankrijk of Italië. In Nederland vindt geen zaadvermeerdering voor suiker- en voederbieten plaats en wordt het gewas altijd na het eerste groeiseizoen geogst. Wel worden in het gewas zogenaamde schieters aangetroffen. Dit zijn planten die in het eerste jaar bloeien en zaadzetten. Schieters zijn een gevolg van koude (vernalisisatie) gedurende het groeiseizoen of van verontreinigingen in het zaaizaad met kruisingsproducten van suikerbiet en een wilde verwant, de strandbiet. Deze laatste is inheems in Europa en komt voor in gebieden in Frankrijk waar zaadteelt plaatsvindt.

De meeste telers verwijderen schieters handmatig om te voorkomen dat deze kiemkrachtig zaad zetten die in opvolgende jaren problemen kunnen veroorzaken. Wanneer schieters niet verwijderd worden kunnen onkruidbieten ontstaan. Bietenzaad is in staat gedurende langere periodes in de bodem te overleven en onder gunstige teeltmaatregelen te kiemen en uit te groeien. Dit is vaak op het moment dat bietenteelt op het perceel plaatsvindt. In Nederland zijn percelen aanwezig waar op deze wijze grote populaties van deze onkruidbieten zijn ontstaan die moeilijk zijn te bestrijden. Wanneer bietenopslag ook in andere gewassen in staat is de concurrentie aan te gaan dan kan opslag vruchtwisseling en daarmee de ziektebestrijding verstoren.

Uitkruising

Biet is hoofdzakelijk een windbestuiver hoewel insectenbestuiving ook kan optreden^{5,57}. Pollen kunnen over grote afstanden door de wind verspreid worden.

Over pollenvitaliteit is relatief weinig bekend. Pollen die gekoeld en droog worden opgeslagen kunnen over een periode van 50 dagen hun vitaliteit behouden. Echter pollen verliezen hun vitaliteit door bevochtiging bij dauwvorming en verliezen hun vitaliteit meestal na één dag⁵¹.

De species, *B. vulgaris*, omvat een aantal verschillende bietensoorten zoals

suikerbiet, voederbiet, rode biet, snijbiet etc.. Al deze ondersoorten kunnen onderling kruisen. Bieten kunnen ook uitkruisen met de wilde verwant strandbiet, *B. vulgaris* ssp. *maritima*. De strandbiet komt voor in de kuststreken van Europa en kan sporadisch ook in Nederland worden aangetroffen. Uitkruising met de strandbiet is bij de zaadteelt een punt van aandacht. Uitkruising leidt tot éénjarige hybriden die leiden tot schieters en bloemvorming in het gewas.

Bij zaadvermeerdering van biet worden soms randbeplantingen met hennep (*Cannabis sativa*) toegepast om uitkruising in te perken. Uitkruising kan over aanzienlijke afstanden plaatsvinden en de aanplant van buffergewassen zoals hennep kan dit niet voorkomen. In experimenten met mannelijke steriele planten en een veld omringd met hennepaanplant werd 200 meter buiten de bufferbegroeiing nog hybridenvorming waargenomen⁵⁸.

In de zaadteelt worden aanzienlijke isolatieafstanden aangehouden om de zaadzuiverheid te garanderen. Voor de productie van zogenaamd basiszaad geldt in Europa een isolatieafstand van 500 meter van verwante subspecies en 1000 meter voor andere subspecies van *B. vulgaris*⁵⁹.

Slotopmerkingen

In de teelt van bieten in Nederland speelt uitkruising nauwelijks een rol van betekenis. Bieten worden veelal geoogst voordat de plant het generatieve stadium bereikt. In Nederland vindt geen zaadvermeerdering voor suiker- en voederbieten plaats. Alleen voor de groentevormen van de biet zoals rode biet vindt op zeer beperkte schaal zaadteelt plaats. Een mogelijke vermenging op het veld kan optreden als zogenaamde schieters uitkruisen. Deze bron van vermenging kan worden tegengegaan door schieters te verwijderen.

Het instellen van isolatieafstanden bij suiker- en voederbienteelt om inkruising te voorkomen is niet noodzakelijk aangezien het hier om een in principe niet bloeiend gewas gaat waarvan het eindproduct (de biet) ook geen kruisingsproduct is. Echter, het hanteren van een manoeuvreerruimte voor de oogstmachine van 2 à 3 meter kan wel voorkomen dat tijdens het oogsten per vergissing gg-bieten uit een belendend perceel worden meegenomen of op een naburig perceel terechtkomen.

Indien op een perceel veel (verwilderde) onkruidbieten aanwezig zijn is het af te raden dit perceel voor de teelt van gg-bieten te gebruiken. Door het grote aantal schieters van de verwilderde bieten op het veld wordt het verwijderen van alle schieters lastig. Bij een onvolledige bestrijding van schieters is de kans op uitkruising aanwezig. Indien de gg-biet een herbicidentolerantie bevat lijkt de teelt van de gg-bieten een middel om de onkruidbiet te bestrijden. Immers door bespuitingen met het betreffende herbicide kan de onkruidbiet betreden worden terwijl de gg-biet geteeld wordt. Hierbij moet echter opgemerkt worden dat een effectieve verwijdering van schieters uit agronomisch oogpunt van het grootste belang is. Onkruidbieten kunnen een belangrijk

probleem vormen die op sommige percelen teelt van suikerbieten onmogelijk maken. Bespuitingen met herbiciden zijn thans de enige methode om onkruidbieten te bestrijden. Uitkruising van een herbicidentolerantie naar de onkruidbiet is dan ook ongewenst. Zeker indien bedacht wordt dat het aantal herbiciden en tolerantiegenen beperkt is en de laatste jaren nauwelijks nieuwe herbiciden ontwikkeld zijn.

3.5 Vermenging in verschillende stadia van de teelt

Zoals in de inleiding aangegeven onderscheidt de COGEM in de teelt vier stadia die van belang zijn voor vermenging. In elk stadium kan vermenging optreden en bijdragen aan het uiteindelijke percentage vermenging in het eindproduct. Om deze vermenging in te perken zal per gewas voor elk stadium gekeken moeten worden welke maatregelen getroffen moeten worden. De stadia en de daardoor optredende vermengingen kunnen niet los gezien worden, maar beïnvloeden elkaar.

Uit voorgaande paragrafen blijkt dat niet alle elementen voor alle gewassen even zwaar wegen. Met als gevolg dat de te treffen maatregelen om vermenging tegen te gaan per gewas verschillen. Waar voor maïs en koolzaad het hanteren van isolatieafstanden noodzakelijk zijn om de gevolgen van pollenverspreiding tegen te gaan is een dergelijke maatregel voor biet en aardappel niet relevant. Een vergelijkbaar verhaal geldt voor opslag en te hanteren opslagbestrijding. Voor aardappel maar in nog belangrijker mate voor koolzaad zullen maatregelen om opslag tegen te gaan bijdragen aan een verlaagde kans op vermenging. Voor maïs, waarvan bekend is dat op de akker achtergebleven zaad onder de Nederlandse omstandigheden niet tot opslag leidt, zijn maatregelen om op deze wijze vermenging tegen te gaan niet van belang.

De COGEM heeft zich in dit advies beperkt tot een viertal gewassen. Echter de door haar gehanteerde lijn hoeft zich niet te beperken tot deze vier, maar is breder toepasbaar. Door de vijf bovengenoemde elementen afzonderlijk in ogenschouw te nemen kan voor elk ander gewas op vergelijkbare wijze het effect van elk element op vermenging worden bepaald. Waarna beoordeeld kan worden of de huidige teeltmaatregelen voldoen of aangescherpt moeten worden. Hierbij dient aangetekend te worden dat wanneer voor één van de elementen een grote mate van onduidelijkheid bestaat, het treffen van maatregelen voor één van de overige elementen niet zinvol lijkt. Een voorbeeld hiervan is het in deze signalering behandelde gewas koolzaad. Ingeval van koolzaad bestaat te veel onduidelijkheid over de rol van de zaadbank onder Nederlandse omstandigheden. Hierdoor is het niet mogelijk om een uitspraak te doen over te hanteren isolatieafstanden om inkruising door pollenverspreiding tegen te gaan.

4. Slotopmerkingen

- Het lijkt onvermijdelijk dat een zekere mate van vermenging van niet gg-producten met ggo's zal optreden. Deze vermenging kan optreden in de gehele productieketen, van het zaaigoed tot de verwerking tot eindproducten. Te nemen maatregelen moeten dan ook gericht zijn op het terugdringen van vermenging onder een gestelde drempelwaarde van het eindproduct.
- De COGEM onderscheidt in de teeltfase vier stadia die van belang zijn voor vermenging zijnde zaaien, verbouwen, oogsten en als laatste opslagbestrijding.
- Door de vier bovengenoemde stadia afzonderlijk in ogenschouw te nemen kan voor elk gewas het effect van elk element op vermenging worden bepaald.
- Om vermenging in te perken zal per gewas gekeken moeten worden welke maatregelen getroffen moeten worden.
- Vermenging in het veld kan tegengegaan worden door het toepassen van een aantal maatregelen waaronder teeltmaatregelen zoals grondbewerking, bloeitijddifferentiatie, opslagbestrijding, borderbeplanting en het instellen van isolatieafstanden.
- De COGEM constateert dat gegevens met betrekking tot de persistentie van de zaadbank bij de teelt van koolzaad onder Nederlandse teeltomstandigheden ontbreken, evenals gegevens over het belang van 'wilde' koolzaad in bermen en akkerranden. Nader onderzoek is gewenst.
- De COGEM wijst erop dat door het instellen van isolatieafstanden van 25 tot 80 meter en het gebruik van buffergewassen bij de teelt van genetisch gemodificeerde maïs contaminatie onder de door de EU gestelde normen blijft.
- De COGEM is van mening dat inkruising geen rol speelt bij mogelijke vermenging bij de teelt van zowel gg-aardappelen als van gg-bieten. Echter het instellen van een manoeuvreerruimte (ca. 2 à 3 meter) kan wel voorkomen dat tijdens het oogsten per vergissing gg-aardappelen of gg-bieten uit een belendend perceel worden meegenomen of op een naburig perceel terechtkomen.
- De COGEM wijst erop dat het raadzaam lijkt om de teler van gg-bieten verplicht te stellen schieters te verwijderen voordat deze tot bloemvorming en zaadzetting kunnen overgaan.
- De discussie over maatregelen voor coëxistentie mag niet verengd worden tot de instelling van isolatieafstanden. Behalve een scheiding in ruimte kan ook een scheiding in tijd door niet-synchrone teeltplannen worden verkregen.
- Ook afspraken betreffende ruimtelijke ordening, grondbewerkingregimes, en teeltmaatregelen zijn noodzakelijk.
- Het maken van dergelijke afspraken vraagt om overleg en samenwerking tussen lokale telers onderling.

- De COGEM constateert dat gegevens betreffende de uitkruising en vermenging over meerdere jaren onder Nederlandse omstandigheden gewenst zijn. Dergelijke gegevens zijn noodzakelijk om tot een betere onderbouwing van maatregelen om vermenging terug te dringen te komen.

Referenties

1. COGEM (2003). COGEM signalering CGM\031126-01. Coëxistentie in de landbouw.
2. Europese Commissie (2003). Verordening 1830/2003 betreffende de traceerbaarheid en etikettering van genetisch gemodificeerde organismen en de traceerbaarheid van met genetisch gemodificeerde organismen geproduceerde levensmiddelen en diervoeders en tot wijziging van richtlijn 2001/18/EG.
3. Van de Wiel C & Lotz B (2004). Actualisering uitkruisingsgegevens t.b.v. coëxistentieoverleg 2004 voor aardappel, suikerbiet, maïs en koolzaad.
4. Bock A-K, Iheureux K, Libeau-Dulos M, Nilsagård H & Rodriguez-Cerezo E (2002). scenarios for co-existence of genetically modified, conventional and organic crops in european agriculture. Joint Research Centre European Commission.
5. Eastham K & Sweet J (2002). Genetically modified organisms (GMOs). The significance of gene flow through pollen transfer. European Environment Agency, Environmental issue report, 28.
6. Glover J (2002). Gene flow study: Implications for the release of genetically modified crops in Australia. Bureau of rural sciences. Canberra. Australia.
7. Europese Commissie. Richtlijn 2001/18/EG inzake de doelbewuste introductie van genetisch gemodificeerde organismen in het milieu en tot intrekking van richtlijn 90/220/EG.
8. Colbach N, Clermont-Dauphin C & Meynard JM (2001). GENESYS: a model of the influence of cropping system on gene escape from herbicide tolerant rapeseed crops to rape volunteers - I. Temporal evolution of a population of rapeseed volunteers in a field. *Agriculture Ecosystems & Environment* 83(3): 235-253.
9. Ellstrand NC (2003). *Dangerous Liaisons? When cultivated plants mate with their wild relatives.* Johns Hopkins University Press, Baltimore.
10. Wilkinson MJ, Elliott LJ, Allainguillaume J, Shaw MW, Norris C, Welters R, Alexander M, Sweet J & Mason DC (2003). Hybridization between *Brassica napus* and *B. rapa* on a national scale in the United Kingdom. *Science* 302 (5644): 457-459
11. Raybould AF & Gray AJ (1993). Genetically modified crops and hybridisation with wild relatives: a UK perspective. *Journal of Applied Ecology* 30: 199-219
12. Lavigne C, Godelle B, Reboud X & Gouyon PH (1996). A method to determine the mean pollen dispersal of individual plants growing within a large pollen source. *Theoretical and Applied Genetics*. 93:1319-1326
13. Hirst JM, Stedman OJ & Hurst GW (1967). Long distance transport: Vertical Sections of Spore Clouds over the Sea. *Journal of General Microbiology* 48: 357-377.
14. Mandrioli P, Negrini MG, Cesari G & Morgan G (1984). Evidence for long range transport of biological and anthropogenic aerosol particles in the atmosphere. *Grana* 23: 43-53.
15. Heslop-Harrison Y (2000). Control gates and micro-ecology: The pollen-stigma interaction in perspective. *Ann. Bot.* 85 Suppl. A 5-13
16. Nepi M, Franchi GG & Pacini E (2001). Pollen hydration status at dispersal: cytophysiological features and strategies. *Protoplasma* 216 (3-4): 171-80
17. Morris WF, Kareiva PM & Raymer PL (1994). Do barren zones and pollen traps reduce gene escape from transgenic crops? *Ecological Applications* 41: 157-165
18. Soil Association (2003)NPRU GM contamination risk summary with advised separation

- distances. <http://www.soilassociation/web/sa/saweb.nsf/librarytitles/GMO09052003.html>
19. Ingram J (2000). Report on the separation distances requires to ensure cross-pollination is below specified limits in non-seed crops of sugar beet, maize and oilseed rape. MAFF. UK.
 20. Gerber J (1983). American vegetable grower. September 1983. USA
 21. European Commission. Draft commission decision establishing, in accordance with directive 2001/18/EC of the European Parliament and of the Council, thresholds for adventitious or technically unavoidable traces of genetically modified seeds in other products.
 22. Squire GR, Begg GS & Askew M (2003). The potential for oilseed rape feral (volunteer) weeds to cause impurities in later oilseed rape crops. In: Final report of the DEFRA project: Consequences for agriculture of the introduction of genetically modified crops, RG0114.
 23. Lutman PJW (2003). Co-existence of conventional, organic and GM crops – role of temporal and spatial behaviour of seeds. The 1st European Conference on the co-existence of genetically modified crops with conventional and organic crops. Denmark
 25. Norris C & Sweet J (2002). Monitoring large scale releases of genetically modified crops. Report of DEFRA commission EPG 1/5/84.
 26. COGEM (2004). Achtergrondstudies. Trendanalyse biotechnologie 2004.
 27. Van der Meijden R (1996). Heukels' flora van Nederland, 22^e druk, Wolters-Noordhoff, Groningen. Nederland
 28. Kempenaar C, van den Brink L, Bus CB, Groten JAM, de Visser CLM & Lotz LAP (2003). Gangbare landbouwkundige praktijk en recente ontwikkelingen voor vier akkerbouwgewassen in Nederland. Plant Research International. Nota 249.
 29. Eurostat (2002). Agriculture statistical yearbook, data 1992-2001
 30. Hin CJA (2001). Landbouwkundige risico's van uitkruising van GGO-gewassen. Centrum voor Landbouw en Milieu. Nederland.
 31. Timmons AM, O'Brien ET, Charters YM, Dubbels SJ & Wilkinson MJ (1995). Assessing the risks of wind pollination from fields of genetically modified *Brassica napus* ssp. *oleifera*. Euphytica 85: 417-423
 32. Ramsay G, Thompson C, & Squire G (2002) Quantifying landscape-scale gene flow in oilseed rape. Final report of DEFRA project RG0216. United Kingdom
 33. Ranito-Lehtimäki A (1995). Aerobiology of pollen and pollen antigens. In Cox C & Wathes C (Eds). Bioaerosol Handbook. CRC Lewis.
 34. Vaissiere BE, Malaboef F & Rodet G (1996). Viability of Cantaloupe pollen carried by honeybees *Apis mellifera* varies with foraging behavior. Naturwissenschaften 83-2: 84-86.
 35. Scheffler JA, Parkinson R & Dale PJ (1995). Evaluating the effectiveness of isolation distances for field plots of oilseed rape (*Brassica napus*) using a herbicideresistance transgene as a selectable marker. Plant Breeding 114: 317-321.
 36. Stringham GR & Downey RK (1982). Effectiveness of isolation distance in seed production of rape seed (*Brassica napus*). Agronomy abstracts 136-137
 37. Scheffler JC, Parkinson R & Dale PJ (1993). Frequency and distance of pollen dispersal from transgenic oilseed rape (*Brassica napus*). Transgenic Research 2: 356-364.

38. Downey RK (1999). Gene flow and rape – the Canadian experience. In: 1999 BCPC Symposium proceedings N0 72: Gene flow and agriculture: Relevance for transgenic crops.
39. Rieger MA, Potter TD, Preston C & Powles SB (2001). Hybridisation between *Brassica napus* L. and *Raphanus raphanistrum* L. under agronomic field conditions. *Theoretical and Applied Genetics* **103**(4): 555-560
40. Staniland BK, McVetty PBE, Friesen LF, Yarrow S, Freyssinet G & Freyssinet M (2000). Effectiveness of border areas in confining the spread of transgenic *Brassica napus* pollen. *Canadian journal of plant science* **80**: 521-526
41. Damgaard C & Kjellson G (2004). A meta-analysis of gene flow between fields of oilseed rape: consequences to management measures to reduce GM-pollination in organic and conventional farming. <http://orgprints.org/00001434>
42. Colbach N, Angevin F, Meynard JM & Messéan A (2004). Using the GENESYS model quantifying the effect of cropping systems on gene escape from GM rape varieties to evaluate and design cropping systems. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides* **11**(1): 11-20.
43. SIGMEA 2004-2006. EU FP6 Project SSP1-2003-502981 SIGMEA, Sustainable Introduction of GMOs into European Agriculture.
44. Smith EG (1990). Sampling and identifying allergenic pollens and molds. Blewstone Press, Texas.
45. Miller PD (1985). Maize Pollen: Collection and Enzymology, pp 279-282. In: Sheridan WF (ed.). *Maize for Biological Research*. A Special Publication of the Plant Molecular Biology Association, USA.
46. Sears MK & 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.
47. Emberlin J, Adams-Groom B & Tidmarsh J (1999). The dispersal of maize (*Zea mays*) pollen. A report commissioned by the Soil Association: National Pollen Research Unit, University College Worcester, UK.
48. Jones MD & Newell LC (1948). Longevity of pollen and stigmas of grasses: Buffalograss, *Buchloe dactyloides* (NUTT) Engelm., and corn, *Zea mays* L. *Journal of the American Society of Agronomy*, **40** (3): 195 – 204.
49. Luna VS, Figueroa MJ, Baltazar MB, Gomez LR, Townsend R & Schoper JB (2001). Maize pollen longevity and distance isolation requirements for effective pollen control. *Crop Sci* **41** (5): 1551-1557
50. Aylor DE (2004). Survival of maize (*Zea mays*) pollen exposed in the atmosphere. *Agr For Meteorol* **123**(3,4): 125-133.
51. Treu R & Emberlin J (2000). Pollen dispersal in the crops Maize (*Zea mays*), Oil seed rape (*Brassica napus* ssp. *olifeira*), Potatoes (*Solanum tuberosum*), Sugar beet (*Beta vulgaris* ssp. *vulgaris*) and Wheat (*Triticum aestivum*). Evidence from publications. A report commissioned by the Soil Association: National Pollen Research Unit, University College Worcester, UK.
52. Plaisted RL (1980). Potato. In: Fehr WR & Hadley HH (Eds). *Hybridization of crop plants*. Am. Soc. Agr. Wisconsin. USA
53. Henry C, Morgan D, Weekes R, Daniel R & Boffey C (2003). Farm scale evaluations of GM crops: monitoring gene flow from GM crops to non-GM equivalent crops in the vicinity of contract reference EPG 1/5/138). Part I: forage maize. DEFRA

54. Ma BL, Subedi KD & Reid LM (2004). Crop ecology. Extent of cross-fertilization in maize by pollen from transgenic hybrids. *Crop Science* 44:1273-1282
55. Jones MD & Brooks JS (1950). Effectiveness of distance and border rows in preventing outcrossing in corn. Oklahoma Agricultural Experimental Station, Technical Bulletin No T-38.
56. Jones MD & Brooks JS (1952). Effect of tree barriers on outcrossing in corn. Oklahoma Agricultural Experimental Station, Technical Bulletin No T-45.
57. Vigouroux X, Darmency H, Gestat de Garambe T & Richard-Molard M (1999). Gene flow between sugar beet and weed beet. In: *Gene flow and agriculture: relevance for transgenic crops*. Lutman P (Ed.) BCPC Symposium proceedings No 72.
58. Saeglitz C, Pohl M & Bartsch D (2000). Monitoring gene flow from transgenic sugar beet using cytoplasmic male-sterile plants. *Molecular Ecology* 9: 2035-2040.
59. Europese Commissie (1966) Richtlijn 66/401/EEG betreffende het in de handel brengen van zaai­zaad van groen­voedergewassen.

Bijlage 1: Elementen voor vermenging bij de teelt en mogelijke maatregelen om vermenging tegen te gaan.

	Uitgangsmateriaal	Uitkruising door pollenverspreiding			Opslag		Oogst	
		Ordering teeltperiode	Ordering ruimtegebruik		zaden	plantendelen	insleep door machines (ook gedurende teelt)	vermenging in oogstmachine
<i>Aspect</i>	zuiverheid zaai- en pootgoed		vorm en omvang velden	ligging velden				
Koolzaad*	x	x	x	x	x		x	x
Maïs	x	x	x	x	x		x	x
Aardappel	x	x				x	x	x
Biet	x	x			x	x	x	x
<i>Mogelijke maatregel</i>	productie en inkoop 'schoon' materiaal	scheiding bloeiperiode		isolatie-afstanden	verwijderen schieters		reinigen machines	
		rotatie teeltplan		barrières vang- of buffergewassen	opslagbestrijding (toepassing herbiciden, wieden) grondbewerkingsmaatregelen		manoeuvrerruimte machines	

Ad *: Per gewas zijn de relevante elementen aangegeven. Niet alle elementen hebben dezelfde invloed op de uiteindelijke vermenging.