

# Europese visies op de risico's van genetisch gemodificeerde gewassen (1)

J.C. Zadoks

Herengracht 96-c, 1015 BS Amsterdam, e-mail: jczadoks@euronet.nl

**De genetische modificatie van gewassen houdt de gemoederen in Europa en de Verenigde Staten intensief bezig. Echte en vermeende risico's, voordelen voor de gewasbescherming, en morele, biologische, commerciële en politieke overwegingen spelen daarbij een hoofdrol. Amerikanen gaan anders om met dit complex van overwegingen dan Europeanen. Jan-Carel Zadoks analyseert dit verschil in zienswijze vanuit het Europese perspectief in twee afleveringen. Hieronder volgt de eerste aflevering.**

**Noot redactie: Dit artikel bevat een groot aantal literatuurverwijzingen. Wegens ruimtegebrek zijn deze verwijzingen niet bij dit artikel zelf afgedrukt, maar alleen toegankelijk gemaakt via de KNPV-website (<http://www.knpv.org/literatuur.htm>).**

Binnen de Europese Unie leven een aantal bedenkingen jegens genetisch gemodificeerde gewassen (GGGs). Deze bedenkingen worden gerangschikt in vier groepen van achtereenvolgens morele, biologische, commerciële en politieke aard. De bespreking wordt voorafgegaan door een korte beschouwing over het omgaan met risico's. Bij de voorbeelden zal ik mij beperken tot gewassen gemodificeerd ten behoeve van de gewasbescherming.

In dit artikel probeer ik een aantal Europese overwegingen te ordenen<sup>1</sup>. Keuze en rangschikking van de bedenkingen zijn persoonlijk. Het nu in Europa overheersende pessimisme<sup>2</sup> inzake GGGs deel ik persoonlijk niet maar ik doe hier geen moeite om de eventuele voordelen van GGGs te belichten, in lijn met het beleid van de Europese Unie (EU).

Ook in de Verenigde Staten bestaan bedenkingen tegen GGGs, die relatief laat tot uitdrukking zijn

gekomen. Zij hebben de opmars van GGGs niet noemenswaardig tegengehouden. De inhoudelijke verschillen tussen de Amerikaanse en Europese overwegingen zijn niet groot maar er zijn wel verschillen in accent.

## Omgaan met risico's

**Wetenschappelijke overwegingen**  
**Gevaren-identificatie** (hazard identification). De gebruikelijke stappen in een risico-analyse zijn de aanwijzing (wat?), de omschrijving (hoe?), de kwantificering (hoe groot/veel?) en de valorisering (hoe veel kost het?) van een 'gevaar'. In zaken van Genetische Modificatie (GM) is de aanwijzing van een gevaar vaak vol fantasie, de omschrijving dikwijls moeilijk: werkelijkheid of verzinsel? Vooral nog zijn kwantificering en valorisering vrijwel ondoenlijk.

**Waarschijnlijkheidsschatting** (probability estimation) in termen

als 'het vermeende gevaar wordt werkelijkheid met een kans van 1:1000 per jaar' is voorlopig niet mogelijk. Soms wordt de Wet van Murphy te hulp geroepen 'wat kan gebeuren zal gebeuren'. Aldus is de kans op een gevaarlijke gebeurtenis (hazardous event) 100%. Blijft de vraag 'wanneer zal het gebeuren'?

Een **risico-schatting** (risk assessment) wordt berekend als product van gevaar x kans (Levin en Strauss, 1991; Adams, 1995; Zadoks, 1999; Letourneau en Burrows, 2001). De berekening wordt moeilijk als er een reeks gevaren wordt onderscheiden, ieder met een eigen kanswaarde. Helaas, de wetenschappelijke onzekerheid is groot, misschien zelfs alarme-rend.

**Risico-communicatie** (risk communication) zou moeten plaatsvinden tussen belanghebbenden (stakeholders), waaronder fabrikanten (bioscience industry), telers, consumenten, levensmiddelenhandelaars, behartigers van derdenbelangen (advocacy groups) en overheden, teneinde besluitvorming en risicobeheersing voor te bereiden. Daarbij zijn twee trefwoorden van belang, 'wetenschappelijk gefundeerde risicoschatting' (science based risk assessment) en 'voorzorgbeginsel' (precautionary principle) (Foster *et al.*, 2000). Deze termen doen opgeld in zowel de USA als de EU, maar de interpretaties verschillen (Marie-Vivien, 2001).

ARTIKEL

**Risicobeheersing** (risk management) is wel degelijk mogelijk maar 100% veiligheid bestaat niet. De USA en de EU (EC Directive, 2001) hebben de risicobeheersing goed geregeld, soms met sterk verschillende woordkeus, maar doorgaans met overeenkomstige inhoud.

#### **Bestuurlijke overwegingen**

In zaken van GM kan zelfs een strikt wetenschappelijke redenering leiden tot grote onzekerheden, waar bestuurders en politici slecht mee om kunnen gaan. Mede daarom vraagt de politieke besluitvorming om aanvullende overwegingen.

In het angelsaksische taalgebied wordt 'science' als natuurwetenschap gesteld tegenover de menswetenschappen. 'Science based risk assessment' wordt daar gezien als een risico-schatting op grond van natuurwetenschappelijke inzichten. De continentaal Europese talen gebruiken de term 'wetenschap' in een bredere zin, natuurwetenschappen plus menswetenschappen (? + ? + ?). Eén van onze milieuministers, Jan Pronk, wilde nadrukkelijk de term 'wetenschap' in deze brede zin gebruiken, met inbegrip van de emotionele en sociale aspecten van GM<sup>3</sup>.

Gaat de discussie over bewezen risico's of over veronderstelde dan wel onbekende risico's? Het voorzorgbeginsel (Anonymous, 1993; Paarlberg, 2001) stelt dat het in geval van wetenschappelijke onzekerheid beter is van GM af te zien<sup>4</sup>. 'In dubiis abstinence' zeiden de oude Romeinen; 'no regret' zeggen moderne industriëlen. De Amerikanen aanvaardden GM als de (natuur)wetenschappelijke risico-analyse tot een negatief resultaat komt: 'geen risico'. De huidige Europese opvatting wijst GM af tenzij de veiligheid is bewezen. Zo'n bewijs is vrijwel onmogelijk.

Een volgend punt is de baten-risico analyse<sup>5</sup>. In de landbouw is een

afweging van baten tegen risico's moeilijk omdat een goede vergelijkingsbasis (reference system) ontbreekt. Uiteraard gaat het dan om een landbouw zonder GM, maar welke? Is het de huidige landbouw met hoge inputs en hoge vervuiling of de puristische biologische landbouw met minder vervuiling, of iets daar tussen in? (Zadoks en Waibel, 2000). De USA heeft de neiging de verwachte baten af te wegen tegen de te verwachten risico's. De EU is duidelijk. Baten worden niet meegenomen<sup>6</sup> (Carpen-ter, 2001; Pinstrup-Andersen, 2000; Phipps en Park, 2002); een afweging van risico's tegen baten is niet toegestaan.

#### **Morele overwegingen**

Twee groepen van morele overwegingen (Sterckx, 2000) worden onderscheiden, religieuze en niet-religieuze overwegingen.

#### **Religieuze overwegingen**

Rechtzinnige gelovigen kunnen stellen dat de soorten door God geschapen zijn en dat (dus) de mens de soortsgrenzen niet mag overschrijden. Merkwaardigerwijs hebben noch de Rooms-katholieke Kerk noch de Anglicaanse Kerk dat standpunt ingenomen. Zij meenden dat GM van planten en dieren 'binnen de grenzen lag van aanvaardbaar menselijk handelen' (Pinstrup-Andersen en Schiøler, 2001)<sup>7</sup>, daarbij uitdrukkelijk GM van mensen uitsluitend. Voor zo ver mij bekend hadden mijn orthodox protestante studenten een dergelijke opvatting.

#### **Niet-religieuze overwegingen**

Uit respect voor de natuur verwerpen verscheidene niet-religieuze milieubeschermers de interspecifieke overdracht van genen en daarmee het overgrote deel van de GGGs. Sommige filosofen kennen ieder organisme, dus ook een plant, extrinsieke en intrinsieke waarden toe (Heaf en Wirz, 2001). De extrinsieke waarden of kortweg het *nut* (utility) van bv een eikenboom zijn landschappelijke

schoonheid, schaduw voor het vee, eikels voor de varkens en timmerhout. Zijn intrinsieke waarde, ook aangeduid als *waardigheid* (dignity), is zijn loutere bestaan als organisme, als genetische eenheid op zich<sup>8</sup>. De waardigheid van organismen is in enkele Europese staten als begrip in de regelgeving opgenomen (Schmidt, 2001), zelfs een keer in een grondwet. Dit begrip beïnvloedt beslissingen inzake GM.

In kringen van de biologische landbouw is *natuurlijkheid* (naturalness) een punt van discussie (Lammerts van Bueren, 2001). Een gewas moet *natuurlijk* groeien van zaad tot zaad. Bij GM wordt een plant tijdelijk gereduceerd tot een enkele cel, die op kunstmatige voedingsbodem gekweekt, gemodificeerd, geselecteerd en geregeneerd wordt. Deze procedure is in strijd met het criterium van natuurlijkheid en dus moet GM verworpen worden (Heaf en Wirz, 2001).

De geschetste morele overwegingen zijn alleszins respectabel maar zij gaan voorbij aan moderne biologische inzichten<sup>9</sup> inzake soortgrenzen en natuurlijke interspecifieke genoverdracht.

#### **Biologische overwegingen**

De biologische gevaren, werkelijke of ingebeelde, worden hier in twee groepen ingedeeld, gevaren voor de mens en gevaren voor het milieu (Letourneau en Burrows, 2001).

#### **Humane gezondheid**

Twee belangrijke mogelijke gevaren voor de menselijke gezondheid zijn de allergene werking en de antibiotische werking van producten gemaakt uit GGGs.

**Allergieën** zijn wijdverbreid en zij nemen toe in frequentie. Vijf tot tien procent van alle mensen is allergisch voor iets. Veel allergische aandoeningen zijn alleen maar hinderlijk maar in uitzonderlijke gevallen kunnen allergieën fataal

zijn. Allerlei bestanddelen van ons voedsel kunnen als allergeen werken. Nieuwe eiwitten in voedselplanten via GM verkregen zouden allergenen kunnen zijn. Een bekend geval is de paranoot (*Bert-holletia excelsa*) die bij een aantal mensen sterk allergeen werkt. Het gen coderend voor het desbetreffende eiwit werd overgebracht naar soyaboon. Ook in soyaboon bleek dit eiwit sterk allergeen te zijn (Nordlee *et al.*, 1996). De ontwikkeling van deze GM-soyabonen, bedoeld als hoogwaardig veevoer, werd gestaakt. Alle GM producten worden getoetst op allergeniciteit en deze toetsen zijn redelijk betrouwbaar (Gilissen en Nap, 1997), hoewel voor verbetering vatbaar (Fu en Gendel, 2002).

Omdat allergieën heel individueel zijn, kunnen gevallen met lage frequentie gemist worden en daaraan is weinig te doen. Honderd procent veiligheid voor 100% van de mensen bestaat niet. Een residu van kwade kansen, zelden dodelijk, met lage waarschijnlijkheden zal men moeten aanvaarden<sup>10</sup>. Merkwaardige discrepanties in beoordeling bestaan er tussen product-groepen. Aan de ene kant worden moderne cosmetica, algemeen als veilig beschouwd, zeer streng getoetst op allergeniciteit terwijl anderzijds nieuwe producten zonder GM, zoals bv de kiwi (*Actinidia chinensis*), helemaal niet zijn getoetst.

**Antibiosis** wordt vaak genoemd als mogelijk gevaar voor de gezondheid. De redenatie is als volgt. Klassieke GM van planten had merker-genen nodig om gemodificeerde cellen in het laboratorium te herkennen en te selecteren. Daartoe werd veelal een gen gebruikt dat codeerde voor resistentie tegen een antibioticum, meestal neomycine. De consument krijgt dat gen, een stukje van een DNA-keten, met het GM-product binnen. Kwaadwillenden vereenvoudigden die boodschap gemakshalve tot 'mensen eten anti-

biotica', een evidente leugen. De boodschap kan worden verzacht tot het bericht dat het gen over kan springen naar de darmbacteriën, ook naar pathogene bacteriën, met gevaar voor het leven van mensen die antibioticum-behandeling nodig hebben. Bij dergelijke beweringen moet een groot vraagteken geplaatst worden<sup>11</sup>.

#### Milieugezondheid

GGGs brengen zowel baten als gevaren met zich mee voor het milieu. Twee gevaren worden hier uitgewerkt, genetische verontreiniging, met veronkruiding als bijzonder geval, en niet-genetische verontreiniging.

#### Genetische verontreiniging

Deze term slaat op de genenstroom van gewassen, hier GGGs, naar andere gewassen en naar (half)wilde planten (Lutman, 1999). De genenstroom van gewassen naar hun wilde verwanten is zo oud als de landbouw zelf (Van Raamsdonk en van der Maesen, 1996; Gray, 2000; Ellstrand *et al.*, 2002). Sommige effecten zijn ongewenst. 1. Subspecifieke taxa met een beperkt verspreidingsgebied kunnen teruggedrongen worden, tot plaatselijke uitsterving toe, zoals bij een lokale rijst op Taiwan (*Oryza rufipogon* ssp *formosana*; Ellstrand *et al.*, 2002) en bij luzerne (*Medicago sativa*) in Zwitserland (Savova *et al.*, 1996). 2. De mate van veronkruiding kan toenemen zoals bv in de USA bij Johnson grass (*Sorghum halepense*) (Ellstrand *et al.*, 2002).

Dergelijke voorvallen, met zowel positieve (meer veronkruiding) als negatieve (uitsterving) gevolgen voor de agro-biodiversiteit (Gilissen en Nap, 1998), vonden plaats zonder GM en zij zullen blijven gebeuren (Parker en Kareiva, 1996). Met GM kunnen gloednieuwe genen van GGGs naar verwante (half)wilde planten overgaan. Als dat resistentiegenen zijn kan de ecologische status quo veranderen, soortsfrequenties in plantengemeenschappen zouden kunnen

veranderen evenals soortsfrequenties van fytofagen en hun belagers<sup>12</sup> (Crawley *et al.*, 2001).

Veel gewassen hebben stuifmeel dat met de wind of met insecten ver verspreid wordt<sup>13</sup>, ook van GM-velden naar niet-GM-percelen. GGGs zijn verboden in de biologische landbouw, zowel in de EU als in de USA (Brown en Haward, 2001). Influx van GM-pollen wordt dan ook om principiële en zakelijke redenen als ongewenst beschouwd. Producten van gewassen bevrucht door GM-pollen van buitenaf zouden GM-zaden kunnen bevatten in lage maar aantoonbare hoeveelheden. De aldus besmette producten zouden afgekeurd kunnen worden als biologische producten, met aanzienlijke financiële schade voor de teler<sup>14</sup>. Waarom dan niet de productie van GM-pollen verbieden<sup>15</sup>?

**Veronkruiding** (weediness) ten gevolge van genetische verontreiniging is een bijzonder geval. Gewasplanten kunnen tot onkruid worden in de vorm van opslag in het veld en van verwilderde, feral populaties rond het veld. Als zulke planten GM-resistentie tegen een herbicide hebben wordt hun bestrijding bemoeilijkt. Ernstiger wordt het probleem bij multiële herbicidenresistentie (Kempenaar en Lotz, 1999), met planten resistent tegen meer dan een herbicide, zoals bij koolzaad in Canada (Friesen, 2002). In de loop der jaren kan de situatie rampzalig worden als opslagplanten, die alle herbiciden-besputtingen overleven, zich gaan vermenigvuldigen.

Zaad van GM-gewassen kan onbewust verspreid worden, bijvoorbeeld als het van de vrachtwagen valt tijdens het transport van de oogst. Prangende sociale problemen ontstaan als een 'bioscience company' een teler, die beweert geen GM-rassen te telen, gaat aanklagen wegens illegaal gebruik van een GM-ras, terwijl het bedrijf slechts gekoloniseerd zou zijn door natuurlijk verspreid GM-

koolzaad; het bekende geval Schmeiser in Canada (Schmeiser, 2002).

### Niet-genetische verontreiniging

Vrijwel alle planten bevatten natuurlijke pesticiden (van Genderen *et al.*, 1996) maar enkele planten zijn genetisch gemodificeerd om een voor hen nieuw pesticide te maken<sup>16</sup>, met als bekendste het *Bt*-toxine. GM-stuifmeel met dit toxine kan per ongeluk gegeten worden door niet-plaaginsecten, zoals het geval is bij de 'heilige' vlinder van de USA, de monarch vlinder (*Danaus plexippus*). De rupsen eten het blad van 'milkweed' (*Asclepias curassavica*) dat in of bij maisvelden groeit en zij kunnen aanklevend GM-pollen binnen krijgen. Een laboratorium-studie veroorzaakte groot alarm (Losey *et al.*, 1999) en schudde zowel natuurbeschermers als politici<sup>17</sup> wakker. Latere veldstudies suggereerden dat het hier om een vals alarm ging<sup>18</sup> (Stanley-Horn *et al.*, 2001).

Het lot van GM-pesticiden in het milieu verdient nadere aandacht. Aardappels werden resistent gemaakt tegen de Coloradokever (*Leptinotarsa decemlineata*). Zui-gende insecten zoals bladluizen bleven ongedeerd. De lieveheersbeestjes (coccinelliden), natuurlijke vijanden van de bladluizen, hadden echter te lijden van het toxine dat met de bladluizen werd ingenomen (Birch *et al.*, 1996). Rijst de vraag wat erger is, bijna 100% verlies van lieveheersbeestjes door de wettelijk verplichte bespuiting tegen de Coloradokever of een 40% verlies ten gevolge van het toxine. We worstelen hier met een voedselketen-probleem, al lang bekend bij synthetische pesticiden. Andere problemen zijn denkbaar, bv als GM-pesticiden bodemverontreiniging veroorzaken na uitscheiding door GM-plantenwortels (exudatie) of als GM-plantendelen vergaan<sup>19</sup>.

De komst van GM-gewassen is een grote verandering<sup>20</sup>, niet zozeer

omdat nieuwe resistentie-genen zijn gebruikt, maar veeleer omdat zo weinig resistentie-genen jaar-in-jaar-uit over zeer grote oppervlakten worden gebruikt. De ecologische gevolgen van zo'n verandering zijn complex (Shelton *et al.*, 2002), vaak tegenstrijdig en steeds moeilijk te interpreteren (Watkinson *et al.*, 2000). Daarom kan het publiek makkelijk beïnvloed worden door selectieve interpretatie (bv Xue, 2002). Een goede reactie is het langdurig volgen (monitoring) van de ecologische effecten van GGGs (Kjellson en Strandberg, 2001), uitvoerbaar maar kostbaar. Wie betaalt de rekening?

## Literatuur

Zie <http://www.knpv.org/literatuur.htm>

### Voetnoten

1. Dit artikel is een bewerking van een voordracht, 'A European perspective on the risks of genetically modified crops', gehouden in October 2002 in Cornell University, USA, als onderdeel van een serie voordrachten over het begrip 'risico'.
2. Zie ook PABE, 2002.
3. Charles (2001) bespreekt diepgaand aspecten van reële en ingebeelde/verzonnen risico's, met een USA tintje.
4. De 1994 Conventie over Biologische Diversiteit omschrijft het Voorzorgbeginsel als 'lack of full scientific certainty should not be used as a reason for postponing measures to avoid or minimize ... a threat' (Letourneau en Burrows, 2001, p.397).
5. Baten-*risico* analyse liever dan baten-kosten analyse.
6. Alleen voor medische toepassing is het afwegen van het voordeel van GM voor de mens tegen de schade door GM aan de waardigheid van het organisme voorgeschreven (Heaf en Wirz, 2001).
7. De auteurs ontlenen hun bewering aan een publicatie van de Nuffield Council on Bioethics (Nuffield, 1999. Vertegenwoordigers van de kerken namen deel aan het overleg, maar de kerken deden geen expliciete uitspraak.
8. Van hier naar een moderne vorm van animisme, dat planten een geest toedent en planten vereert, en naar shamanisme, dat ook communiceert met planten, is nog een grote stap (Narby in Heaf en Wirz, 2001).
9. Voorbeelden:
  - A1 – De huidige grenzen tussen soorten zijn geleidelijk ontstaan, en
  - A2 – die grenzen zijn niet altijd zo scherp als we eens op school leerden.
  - B1 – De natuur zelf heeft diverse vormen van genenoverdracht benut, zoals het scheppen van nieuwe soorten door allopolyploidie, terwijl
  - B2 – over een evolutionair tijdsbestek hori-

zontale genenoverdracht zonder GM herhaalde malen plaats vond (Shapiro, 1992).

- C1 – Veredelaars gebruikten interspecifieke kruisingen al ver voor 1900, en
  - C2 – zij passen nog steeds interspecifieke kruisingen zonder GM toe.
10. GM kan ook benut worden om allergenen uit voedsel te verwijderen, een hoopvol perspectief voor velen.
  11. Enkele opmerkingen: A. Veel DNA wordt ontwapend door vertering, de rest wordt uitgescheiden. B. Een deel van de ingewandsbacteriën is toch al resistent tegen antibiotica. C. Opname van aan planten aangepast bacterie-DNA is in de praktijk nog niet voorgenomen, maar de mogelijkheid kan niet volledig uitgesloten worden (Syvanen en Kado, 2002). D. Neomycine wordt nauwelijks gebruikt in de geneeskunde maar is gangbaar (zeker in de USA) in de kippenteelt en vrijwel alle ingewandsbacteriën van pluimvee zijn (daar) resistent tegen neomycine. Deze bacteriën zijn wijdverbreid in het milieu en zij kunnen ook mensen besmetten (Syvanen en Kado, 2002). E. Hoewel het gevaar verwaarloosbaar lijkt is het psychologisch gezien wijs om merkers voor antibioticum-resistentie te vermijden en dat kan tegenwoordig ook.
  12. Aangezien (half)wilde soorten talloze resistentiegenen kunnen bevatten, zoals bij wilde peen (*Daucus carota*) in Nederland, lijkt het selectieve voordeel van een nieuw GM-gen beperkt (Schouten, 2002).
  13. Pollen verspreiding van een (niet-GM) herbicide-resistent koolzaadgewas in Australië was aantoonbaar tot 3 kilometer (Rieger *et al.*, 2002); insecten en wind dragen bij aan de verspreiding.
  14. Bijen die op een GM-gewas fourageerden werden niet door het Bt toxine geschaad (Arpaia, 1996). Pollen, ook GM-pollen, kan in honing terecht komen. De consument kan honing met aantoonbaar hoog GM-pollen gehalte weigeren. De honing-producent, zeker de biologische producent, heeft dan een probleem.
  15. Dit door GM veroorzaakte probleem kan, in beginsel, door aanvullende GM opgelost worden (Keenan, 2002).
  16. Alle planten produceren pesticiden voor hun overleving. US-EPA verkoos de misleidende term 'pesticidal plants' voor planten die middels GM een pesticide maken. The US Board on Agriculture (2000) gaf de voorkeur aan een wat mildere term 'genetically modified pest-protected' planten.
  17. De Australische milieu-minister verbood prompt Bt-mais.
  18. Dit artikel is deel van een zestal publicaties in het gezaghebbende USA tijdschrift 'Proceedings of the National Academy of Sciences'.
  19. Tot dusver blijkt dat exudatie voorkomt maar dat de gevolgen voor de bodemgezondheid verwaarloosbaar zijn (Glandorf *et al.*, 2001), Heuer *et al.*, 2002; Saxena *et al.*, 1999, 2001).
  20. In 2000 telde de wereld een vijftig miljoen hectaren met GM-gewassen, ongeveer de omvang van Spanje of Thailand, iets minder dan California (James, 2000).