



WAGENINGENUR

For quality of life

# Duurzaamheid van de huidige genetisch gemodificeerde gewassen

Effecten van de teelt van genetisch gemodificeerde soja, maïs en katoen op *People*, *Planet* en *Profit* (mens, milieu en economie)







# Duurzaamheid van de huidige genetisch gemodificeerde gewassen

Effecten van de teelt van genetisch gemodificeerde soja, maïs en katoen op *People, Planet* en *Profit* (mens, milieu en economie)

L.A.P. Lotz<sup>1</sup>, M.L.H. Breukers<sup>2</sup>, W. Broer<sup>3</sup>, F. Bunte<sup>2</sup>, O. Dolstra<sup>1</sup>,  
F.M. d'Engelbronner-Kolff<sup>4</sup>, A.C. Franke<sup>1</sup>, J. van Montfort<sup>4</sup>, J. Nikoloyuk<sup>4</sup>,  
M.M. Rutten<sup>2</sup>, M.J.M. Smulders<sup>1</sup>, C.C.M. van de Wiel<sup>1</sup>, M. van Zijl<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Plant Research International (PRI), Wageningen UR, Wageningen

<sup>2</sup> LEI, Wageningen UR, Den Haag

<sup>3</sup> CREM, Amsterdam

<sup>4</sup> Aidenvironment, Amsterdam

Plant Research International, onderdeel van Wageningen UR

April 2011

---

© 2011 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Plant Research International. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Plant Research International.

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

## **Plant Research International, onderdeel van Wageningen UR**

Adres : Postbus 616, 6700 AP Wageningen  
: Wageningen Campus, Droevendaalsesteeg 1, Wageningen  
Tel. : 0317 48 60 01  
Fax : 0317 41 80 94  
E-mail : [info.pri@wur.nl](mailto:info.pri@wur.nl)  
Internet : [www.pri.wur.nl](http://www.pri.wur.nl)

# Inhoudsopgave

	pagina
Wat is genetische modificatie?	5
Achtergrond van de studie	5
Methodes	6
Voornaamste uitkomsten per gewas	8
Soja	8
Maïs	12
Katoen	16
Samenvattende conclusies	19
Reflectie	20



## Wat is genetische modificatie?

*Een genetisch gemodificeerd (GG) organisme is een organisme waarvan het genetisch materiaal veranderd is op een wijze welke van nature door voortplanting en/of natuurlijke recombinatie niet mogelijk is<sup>1</sup>.*

Daaraan gerelateerd en meer praktisch geformuleerd, genetische modificatie is een vorm van biotechnologie waarbij genetische eigenschappen van een plant of dier worden gewijzigd door veranderingen aan te brengen in het DNA zónder dat er kruisingen gemaakt hoeven te worden. In de hier besproken gewassen gaat het om rassen waaraan een eigenschap is toegevoegd door het inbrengen van een gen dat hiervoor codeert, in het DNA.

## Achtergrond van de studie

Deze studie richt zich op genetische modificatie bij gewassen (planten). Wereldwijd werden in 2010 op meer dan 140 miljoen hectare GG-gewassen verbouwd. Dit is ongeveer 70 maal het totale Nederlandse landbouwareaal. Het gaat dan met name om de grote handelsgewassen soja, maïs, katoen en koolzaad. Wereldwijd worden nu op meer dan driekwart van het soja-areaal, de helft van het katoenareaal en een kwart van het maïsareaal genetisch gemodificeerde rassen geteeld. Twee GG-gewassen zijn momenteel in de EU toegelaten voor teelt, namelijk een GG-maïs dat resistent is tegen bepaalde insecten en een GG-aardappel met een verhoogd gehalte van een bepaald type zetmeel (amylopectine). Daarnaast zijn 32 genetische modificaties in verschillende gewassen in de EU toegelaten voor import en/of verwerkingen in voedingsproducten en diervoeders. De teelt van GG-gewassen in de EU is zeer beperkt, maar de EU importeert wel volop GG-gewassen.

In Nederland worden op commerciële basis nog geen GG-gewassen verbouwd, maar Nederland importeert dus wel veel producten van deze gewassen. De Nederlandse overheid wil de kansen die biotechnologie inclusief genetische modificatie biedt, verantwoord benutten. Het is daarom een relevante vraag of de teelt van GG-gewassen elders in de wereld ten behoeve van de Nederlandse economie, past binnen het Nederlandse beleid dat onder meer gericht is op het verduurzamen van de landbouw. Om deze vraag te beantwoorden hebben we de duurzaamheid van de huidige commercieel geteelde GG-gewassen vergeleken met die van conventionele (niet-GG) gewassen. De studie geeft een overzicht van de wetenschappelijke kennis over de mate waarin de teelt en de bredere keten van GG-gewassen qua duurzaamheid verschilt van de keten van niet-GG-gewassen. Een uitgebreid wetenschappelijk verslag van deze studie is in een Engelstalig rapport gepubliceerd<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Definitie gehanteerd in richtlijn 2001/18/EG.

<sup>2</sup> A.C. Franke, M.L.H. Breukers, W. Broer, F. Bunte, O. Dolstra, F.M. d'Engelbronner-Kolff, L.A.P. Lotz, J. van Montfort, J. Nikoloyuk, M.M. Rutten, M.J.M. Smulders, C.C.M. van de Wiel, M. van Zijl (2011) Sustainability of current GM crop cultivation. Review of people, planet, profit effects of agricultural production of GM crops, based on the cases of soybean, maize, and cotton. Report 386, Plant Research International, Wageningen University and Research Centre, April 2011. <http://edepot.wur.nl/166665>.

Deze Nederlandstalige versie geeft een samenvatting van de belangrijkste resultaten en de conclusies.

Het ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (EL&I) heeft deze studie geïnitieerd en gefinancierd. De studie is uitgevoerd door twee instituten van Wageningen UR, namelijk Plant Research International en het LEI, en door de onderzoek- en adviesbureaus CREM BV en Aidenvironment.

Hieronder presenteren we eerst de gevolgde methodiek, en vervolgens de belangrijkste bevindingen en conclusies per gewas. Ten slotte bespreken we een aantal aspecten van de relatie GG-gewas en duurzaamheid die gewas-breed naar voren kwamen.

## Methodes

Deze studie richt zich op drie gewassen: soja, maïs en katoen. De producten van deze gewassen zijn belangrijk voor de Nederlandse economie. Buiten Europa worden deze gewassen in toenemende mate met behulp van GG-variëteiten verbouwd.

De duurzaamheid van GG-gewassen is vergeleken met die van niet-GG-gewassen aan de hand van een aantal duurzaamheidsindicatoren die gegroepeerd zijn onder de bekende thema's *People, Planet, Profit* (mens, milieu en economie). In deze rapportage hebben we de volgorde van deze thema's veranderd naar *Planet, Profit, People*, omdat GG-gewassen de meest directe en best meetbare invloeden hebben op het milieu. De gevolgen van de teelt van GG-gewassen voor de mens hangen vooral samen met de milieueffecten en economische effecten van GG-gewassen. Daarom worden de *Profit* aspecten van duurzaamheid vóór de *People* aspecten behandeld. Het thema voedsel- en milieuveiligheid maakt geen deel uit van deze studie, omdat alle GG-gewassen hierop zijn beoordeeld voordat ze voor teelt en/of import in de EU worden toegelaten. Onder ieder thema zijn een aantal duurzaamheidsindicatoren geïdentificeerd. De indicatoren zijn geselecteerd op basis van bestaande duurzaamheidsschema's en internationale verdragen. De indicatoren vormen de basis voor de vergelijking tussen GG- en niet-GG-gewassen.

Onder '*Planet*' zijn de volgende indicatoren beoordeeld:

- Efficiëntie van productie (inzet van land, water, biociden, nutriënten en energie)
- Behoud bodemkwaliteit
- Behoud waterkwaliteit
- Biodiversiteit
- Klimaatverandering



Onder '*Profit*:

- Bedrijfsinkomen van primaire producenten (boeren)
- Nationaal inkomen
- Verdeling van welvaart
- Financiële en andere risico's

Onder '*People*:

- Arbeidsomstandigheden
- Landrechten en rechten van de lokale bevolking en inheemse gemeenschappen
- Keuzevrijheid en autonomie
- Concurrentie met voedselproductie
- Bijdrage aan de middelen van bestaan van producenten en lokale gemeenschappen

Deze studie is gebaseerd op gegevens uit literatuur. Deze literatuur bestaat uit publicaties in wetenschappelijke tijdschriften, aangevuld met andere informatiebronnen, zoals rapporten van academische instituten, internationale instituten zoals de FAO, boerenorganisaties, biotechnologiebedrijven, en niet-gouvernementele organisaties (NGO's).

We gebruiken de afkorting GG (genetisch gemodificeerd) om alle varianten van GG-gewassen aan te duiden. Veel duurzaamheidsaspecten zijn echter afhankelijk van het type eigenschap die is ingebracht, dus waar nodig onderscheiden we herbicide-tolerant (HT), zoals Roundup Ready (RR) soja, en insecten-resistent, zoals Bt-katoen.

Momenteel worden in toenemende mate herbicide-tolerantie en insecten-resistentie gecombineerd in nieuwe GG-rassen, de zogenaamde 'stacks'. In de toekomst zullen ook allerlei GG-gewassen op de markt komen met andere typen eigenschappen, zoals verhoogde droogtetolerantie of een veranderde vetzuursamenstelling. Deze nieuwe GG-eigenschappen of nieuwe combinaties van GG-eigenschappen zijn in deze studie niet meegenomen, omdat ze nog niet op enige schaal commercieel geteeld worden.

## Voornaamste uitkomsten per gewas

### Soja

#### *Algemeen*

Soja is wereldwijd het belangrijkste olie- en eiwitgewas. Het mondiale soja-areaal is de laatste 20 jaar sterk gestegen, voor een deel ten koste van natuur. De grootste sojaproductanten en voornaamste leveranciers van soja aan de EU zijn Brazilië, Argentinië en de VS. De EU importeert jaarlijks zo'n 15 miljoen ton sojabonen en 24 miljoen ton sojameel. Veruit het grootste deel van deze import wordt gebruikt in de veevoerindustrie.

Een groot deel van de soja die boeren in Noord- en Zuid-Amerika telen, komt van GG-variëteiten. In Brazilië, Argentinië en de VS was in 2009 respectievelijk 65%, 99% en 92% van alle soja GG. Van deze drie landen wordt dus alleen in Brazilië nog op een groot deel van het areaal niet-GG-soja geteeld.

Tot voor kort werd slechts één type GG-soja verbouwd: Roundup Ready (RR) soja, die tolerant is voor het gebruik van het herbicide (chemisch onkruidbestrijdingsmiddel) glyfosaat. Omdat glyfosaat een breed-werkend herbicide is, hoeft een RR-soja teler geen combinaties van meer specifiek werkende herbiciden in te zetten of (aanvullende) mechanische onkruidbestrijding uit te voeren. Daardoor kunnen onkruiden effectiever, met meer gebruikersgemak en/of goedkoper bestreden worden.

#### *Planet*

Uit de literatuurstudie blijkt dat het herbicidegebruik van boeren die overschakelen van niet-GG- naar RR-soja drastisch verandert. Glyfosaat vervangt de diverse herbiciden die in niet-GG-soja gebruikt worden. Het totale gebruik van herbiciden kan zowel af- als toenemen. Glyfosaat is een herbicide met een relatief lage giftigheid en daarmee samenhangend relatief geringe milieueffecten in vergelijking met de herbiciden die in niet-GG-soja gebruikt worden. RR-soja biedt dus de mogelijkheid om de milieueffecten van het herbicidegebruik in soja te verminderen. Dat dit in de praktijk na introductie ook gebeurt, blijkt uit studies. Het eenzijdig (jaarlijks) gebruik van glyfosaat in soja en in



volggewassen in de rotatie heeft echter geleid tot de ontwikkeling van glyfosaat-resistente onkruiden in veel sojaproductiegebieden. Hierdoor wordt glyfosaat minder effectief als onkruidbestrijder. Als reactie hierop hebben GG-sojatelers in sommige gebieden het glyfosaatverbruik verhoogd of andere herbiciden ingezet. Hierdoor is het oorspronkelijke milieuvoordeel van glyfosaat-tolerante gewassen in sommige van die gebieden weer verloren gegaan. De ontwikkeling van glyfosaat-resistente onkruiden kan worden tegengegaan door het eenzijdig gebruik van glyfosaat in soja en de volgteelten te verminderen. Dit kan bijvoorbeeld door af te wisselen met herbiciden die een ander werkingsmechanisme in de plant hebben dan glyfosaat. In principe zouden onkruiden in soja ook mechanisch bestreden kunnen worden. Dit is in de praktijk van Noord- en Zuid-Amerika geen breed toepasbare optie vanwege het risico op bodemerosie of omdat mechanische bestrijding te duur is of te veel arbeid vraagt.

Wat betreft nutriënten- en watergebruik zijn de verschillen tussen GG- en niet-GG-soja klein. Er zijn aanwijzingen dat sojaplanten die met glyfosaat behandeld zijn, iets minder goed in staat zijn stikstof te binden uit de lucht en iets minder goed bepaalde nutriënten (bijvoorbeeld mangaan) kunnen opnemen. In de praktijk leidt dit echter niet tot problemen of de noodzaak van aanvullende maatregelen. De opbrengsten (per hectare) van GG- en niet-GG-soja zijn in de huidige teeltsystemen vergelijkbaar. De beschikbaarheid van RR-soja heeft bijgedragen aan het gebruik van niet-ploegsystemen in Noord- en Zuid-Amerika. Deze systemen kennen vaak een hogere onkruiddruk en het gebruik van glyfosaat in RR-soja biedt de mogelijkheid onkruiden effectief te bestrijden. Teeltsystemen waarin niet wordt geploegd besparen vaak energie en zorgen voor een betere bescherming van het bodemoppervlak, waardoor minder erosie optreedt. Bodemerosie als gevolg van landbouwactiviteiten heeft wereldwijd aanzienlijke gevolgen voor het milieu en de economie. In landbouwsystemen waarin niet wordt geploegd, kan meer organische stof in de bodem opgeslagen worden. Dit gecombineerd met een verminderd energiegebruik voor bodembewerking, kan in de niet-ploegsystemen leiden tot een verminderde emissie van broeikasgassen. Of dit in de praktijk inderdaad het geval is, is nog onzeker, onder andere omdat de in de bodem vastgelegde koolstof in een later stadium weer kan vrijkomen. Voor wat betreft de invloed op de biodiversiteit, zijn er geen aanwijzingen gevonden dat GG-soja andere effecten zou hebben dan niet-GG-soja. Het verdwijnen van natuurlijke vegetatie als gevolg van een uitbreiding van de sojateelt, bijvoorbeeld in de Amazone en de Cerrado van Brazilië, kan niet of nauwelijks geweten worden aan de beschikbaarheid van GG-soja. In de streken die grenzen aan de Amazone regenwouden, worden voornamelijk conventionele niet-GG-sojarassen verbouwd.

### *Profit*

RR soja heeft een positief effect op het inkomen van boeren dankzij besparingen op herbicidenkosten en/of arbeidskosten. Deze besparingen zijn doorgaans groter dan de meerkosten van het GG zaad. Andere economische voordelen van glyfosaat-tolerante soja voor boeren zijn een grotere flexibiliteit bij het uitvoeren van teeltmaatregelen en de lagere productierisico's. Voor een teler zijn dat vaak zwaarwegende voordelen. De grotere flexibiliteit heeft het, in combinatie met niet-

ploegsystemen, ook mogelijk gemaakt dat in sommige delen van Argentinië twee gewassen in één seizoen verbouwd kunnen worden.

Op wereldschaal heeft GG-soja waarschijnlijk bijgedragen aan een verhoging van de welvaart. Verschillende modelstudies maken dat aannemelijk. Wel treden er ruimtelijke verschuivingen op in de productie van soja. Daarvan profiteren de meeste landen, maar een enkel land ondervindt nadelen. De verdeling van die extra welvaart over de keten (zaadproducenten, telers, verwerkers en consumenten) is onder andere afhankelijk van de manier waarop de bescherming van het intellectuele eigendom (IP) dat rust op GG zaden, geëffectueerd wordt. In landen met een zwakke bescherming van het intellectuele eigendom op glyfosaat-tolerante soja, zoals Argentinië, hebben telers een groter deel van de welvaart verkregen dan in andere landen, waar de zaadindustrie meer geprofiteerd heeft.

Institutionele belemmeringen in de productie van en handel in GG-soja brengen risico's met zich mee voor telers en het overige bedrijfsleven. Een belangrijk voorbeeld is het risico aansprakelijk gesteld te worden voor de aanwezigheid van sporen van GG-soja varianten die in de EU niet zijn toegestaan, in partijen die naar de EU geëxporteerd worden. Dergelijke risico's kunnen leiden tot terughoudendheid in de adoptie van GG-variëteiten in exporterende landen en tot hogere productiekosten voor het bedrijfsleven in importerende (EU) landen.

### *People*

Een lagere arbeidsbehoefte voor de teelt van GG-soja kan de werkgelegenheid op het platteland doen afnemen. Voor boeren betekent een lagere arbeidsbehoefte kostenbesparingen of het vrijkomen van tijd voor andere activiteiten. Kinderarbeid en dwangarbeid komen voor in landen waar het relevante juridisch kader of de handhaving daarvan niet op orde is. Terwijl kinderarbeid en dwangarbeid voorkomen in de sojasector van sommige landen, zijn er geen aanwijzingen dat dit meer of minder voorkomt in de teelt van GG- of niet-GG-soja. Evenmin zijn er wetenschappelijke studies gevonden die aangeven dat er verschillen zijn in blootstelling aan landbouwchemicaliën van gemeenschappen in de buurt van GG-sojavelden en die in de buurt van niet-GG-sojavelden. Er wordt wel melding gemaakt van het gebruik van sproeivliegtuigen in de buurt van bewoning. Voor glyfosaatbespuitingen hebben gerechtelijke veroordelingen plaatsgevonden in Argentinië. Vermeerderde blootstelling heeft vooral te maken met dit gebruik van sproeivliegtuigen. Deze worden het meest ingezet in grootschalige teelten. Zowel GG- als niet-GG-soja worden grootschalig geteeld.

De enorme expansie van sojateelt in Latijns Amerika van de afgelopen tientallen jaren is ook een belangrijke oorzaak van conflicten over landrechten en de rechten van de inheemse bevolking in Latijns Amerika. De beschikbaarheid van GG-soja is echter geen belangrijke drijvende kracht achter deze expansie. In diezelfde periode trad namelijk op basis van niet GG-variëteiten ook schaalvergroting op, bijvoorbeeld in de provincie Mato Grosso in Brazilië.

Boeren in de belangrijke soja-producerende landen zijn in principe vrij om te kiezen tussen GG- en niet-GG-soja. Deze keuze wordt wel beïnvloed door onder andere de beschikbaarheid van verschillende soorten zaad, het type bescherming van het intellectuele eigendom op de zaden, voorkeuren van marktpartijen, en de aanwezigheid van gescheiden transport- en verwerkingsketens voor GG- en niet-GG-soja. Er zijn geen wetenschappelijke aanwijzingen dat de eigen voedselproductie of de voedselzekerheid van een gemeenschap verminderd is door overgang naar de teelt van GG-soja. GG-soja heeft waarschijnlijk in het algemeen een positief effect gehad op het inkomen en de inkomenszekerheid van boeren. Er zijn geen goede gegevens over hoe dit voordeel doorwerkt in lokale gemeenschappen. De grootte van dit effect op lokale gemeenschappen hangt sterk af van politieke en sociaal-maatschappelijke krachtenvelden in een land.

# Maïs

## *Algemeen*

Bij maïs worden twee typen GG-variëteiten op ruime schaal geteeld, namelijk gewassen met herbicidetolerantie en gewassen met insecten-resistentie. Voor de herbicidetolerantie (HT) wordt tot nu toe voornamelijk gebruik gemaakt van glyfosaat-tolerantie, de Roundup Ready (RR) maïs. Bij insecten-resistentie gaat het om verschillende typen met resistentie tegen enkele zeer schadelijke insecten, namelijk maïsstengelboorders (rupsen van motten) en de larven van de maïswortelkever, in het Nederlands ook maïswortelboorder genoemd. Deze GG-maïs is uitgerust met zogenaamde Bt-genen. Bt staat voor *Bacillus thuringiensis*. Dit is een bacterie die van nature eiwitten maakt die giftig zijn voor specifieke insectengroepen. Door een gen dat codeert voor een dergelijk eiwit in te bouwen in het DNA van maïs, wordt de maïs resistent tegen die bepaalde groep insecten, bijvoorbeeld de al genoemde maïsstengelboorders of de maïswortelkever.

## *Planet*

De voornaamste milieueffecten van RR-maïs zijn vergelijkbaar met die van RR-soja en liggen in een verandering van het herbicidegebruik en de toepassing van niet-ploegsystemen. Bij grote maïsproducenten, zoals de VS, vindt de maïsteelt ook vaak in rotatie met soja plaats en is er dus een sterke relatie tussen beide teelten. De adoptie van RR-maïs is wel langzamer verlopen dan die van RR-soja, doordat de efficiëntievoordelen ten opzichte van de conventionele chemische onkruidbestrijding minder waren dan bij RR-soja. Ook in maïs kunnen mogelijke positieve effecten van een RR-gewas op termijn teniet worden gedaan door de ontwikkeling van herbicideresistente onkruiden. De relatie met niet-ploegsystemen, met name of een RR-gewas vaker verbouwd wordt in een bouwplan waarbij minder of niet geploegd wordt, kon bij maïs minder goed vastgesteld worden dan bij soja. Dit komt mede door het goeddeels ontbreken van gegevens hierover in de literatuur.

De voornaamste milieueffecten van Bt-maïs liggen in een verhoogde opbrengst bij een ongeveer gelijk gebruik van bemesting en gewasbeschermingsmiddelen, of in een verlaagd insecticidegebruik bij gelijkblijvende opbrengst. Met het Bt-systeem tegen de maïsstengelboorder zijn de verschillen met het conventionele systeem over het algemeen minder opvallend dan bij Bt-katoen (zie hierna).



Het vóórkomen van dit plaaginsect in maïs is namelijk nogal onregelmatig en het effectief toepassen van insecticiden ertegen is moeilijk doordat de rups het grootste deel van de tijd in de stengels verborgen zit. Veel conventionele telers passen dan ook geen insecticiden toe tegen de maïsstengelboorder en accepteren de kans op verlies aan opbrengst, zodat het verschil in insecticidegebruik tussen conventionele en Bt-maïs geringer is. Bij andere plaagsoorten van maïs, zoals de maïswortelkever, kan de vermindering in insecticidegebruik en ook het effect op opbrengsten, afhankelijk van lokale omstandigheden, groter zijn. De grootschalige teelt van Bt-maïs heeft voor conventionele telers ook voordelen gebracht. In de loop van de jaren zijn de populaties van de plaaginsecten in omvang afgenomen. Conventionele telers profiteren zo van burenen die grootschalig Bt-maïs verbouwen.

De biodiversiteit van verschillende insectengroepen is in Bt-maïs doorgaans hoger dan die in conventionele maïs waarin gespoten wordt met insecticiden, aangezien de insecticiden vaak een breed scala aan insecten doden. In de literatuur wordt geen consistent effect van Bt-maïs op het bodemleven gerapporteerd; incidenteel gevonden effecten vallen in het niet bij effecten van teeltomstandigheden of gebruikte rassen. In herbicidetolerante (HT) maïs hebben effecten op agrobiodiversiteit vooral te maken met de gerealiseerde effectiviteit van de onkruidbestrijding, aangezien minder onkruid logischerwijs tot een geringer voorkomen van daarvan afhankelijke organismen leidt. Net als bij soja mag verwacht worden dat de teelt van HT-maïs gepaard gaat met een andere emissie van broeikasgassen dan de teelt van niet-GG-maïs. Wat het netto effect is, is net als bij soja nog onduidelijk.

### *Profit*

HT-maïs heeft over het algemeen een positief effect op bedrijfsinkomsten van telers, dankzij het verminderde en efficiëntere herbicidengebruik. Hoe groot dit positieve effect is, hangt echter af van de effectiviteit van onkruidbestrijding in conventionele teelt en van prijsontwikkelingen in herbiciden ten opzichte van de meerprijs van het zaad. Daarnaast maakt het gebruik van HT-maïs een efficiëntere bedrijfsvoering mogelijk, waardoor de teler bijvoorbeeld in de overgebleven tijd extra inkomsten kan genereren.

Ook Bt-maïs heeft in het algemeen een positief effect op bedrijfsinkomsten door het omlaag brengen van productiekosten (bij resistentie tegen maïswortelkever) en/of het verbeteren van de opbrengst (bij resistenties tegen maïswortelkever en maïsstengelboorder). Hoe groot dit positief effect uitpakt is afhankelijk van de plaagdruk en de effectiviteit van bestrijding in conventionele teelten. Daarbij geldt tevens dat vanwege sterk fluctuerende populaties van plaaginsecten Bt-maïs toch ook aantrekkelijk is voor telers vanwege het verminderde productierisico.

Via modellering is aannemelijk gemaakt dat de introductie van HT-maïs tot een netto toename in welvaart wereldwijd heeft geleid. Aannemelijk is ook dat een dergelijke toename groter wordt naarmate meer landen de technologie overnemen. Volgens deze modelstudies ervaren vrijwel alle

landen een welvaartsstijging als gevolg van mondiale introductie van de onderzochte GG-mais, zowel landen die zelf GG-mais produceren als landen die dat niet doen. Het netto welvaartseffect van introductie van de onderzochte GG-mais is dan ook positief. De welvaartsverdeling in de keten is afhankelijk van de mate van IP bescherming.

Exporteurs van GG-mais naar regio's met een terughoudend toelatingsbeleid van GG-gewassen lopen het risico aansprakelijk gesteld te worden voor de eventuele aanwezigheid van GG-sporen van niet-toegelaten GMO's. Dit kan leiden tot hogere productiekosten voor partijen die afhankelijk zijn van de invoer van mais, omdat de hogere risico's voor export naar landen met een terughoudend toelatingsbeleid doorberekend worden in de prijzen.

Ook tijdens de teelt kunnen conventionele gewassen mengen met GG-mais, met als gevolg dat deze conventionele gewassen niet meer als niet-GG-gewassen verhandeld kunnen worden. Om dit risico zo veel mogelijk te elimineren, zijn in Europa co-existentiemaatregelen van kracht. Dit zijn maatregelen die een teler van GG-mais moet nemen om ervoor te zorgen dat een naburig niet-GG-maisgewas niet zodanig wordt bestoven met GG-pollen dat de oogst van dit naburige gewas afgezet moet worden als een GG-product of niet meer verkocht kan worden als een biologisch product. Een voorbeeld van deze maatregelen is het hanteren van een isolatieafstand tussen GG- en naburige niet-GG-mais. Dergelijke maatregelen kunnen de nodige kosten voor telers en andere ketenpartijen met zich meebrengen, afhankelijk van de praktische implementatie van maatregelen in een lidstaat.

### *People*

De teelt van Bt-mais leidt naar alle waarschijnlijkheid tot minder vraag naar arbeid, ook op kleinschalige bedrijven. Voor zowel geïndustrialiseerde als ontwikkelingslanden kon niet worden vastgesteld of dit tot uitstoot van arbeid geleid heeft of tot verplaatsing van personeel naar andere banen of regio's. Een voordeel voor werknemers in de teelt van Bt-mais is de verminderde blootstelling aan insecticiden die voor de mens schadelijk zijn. De teelt van Bt-mais leidt in de meeste gevallen tot een positieve bijdrage aan de middelen van bestaan van producenten. Kinderarbeid komt in the maïssector in ontwikkelingslanden voor, vooral op kleine bedrijven. Er zijn geen wetenschappelijk onderbouwde aanwijzingen gevonden dat een verminderde vraag naar arbeid ten gevolge van de teelt van GG-mais (HT en Bt) door kleine boeren, zoals in Zuid-Afrika, leidt tot een vermindering van kinderarbeid.

Naast de gebruikelijke beperkingen door diverse marktkrachten is de keuzevrijheid voor telers afhankelijk van institutionele randvoorwaarden. Die kunnen sterk verschillen tussen landen, afhankelijk van bestaande juridische kaders. Het gaat dan bijvoorbeeld om de regels die moeten zorgen voor co-existent van GG- en niet-GG-teelten, zoals maatregelen tegen vermenging via uitkruising, en van goed overleg bij de introductie van GG-gewassen, bijvoorbeeld met in de omgeving gelegen agrarische ondernemingen, alsmede de effectieve afdwingbaarheid van regels



door overheden. Daarbij moet aangetekend worden dat het ontbreken van een goede juridische basis voor co-existentie ook een 'Profit'-aspect heeft als vermenging een goede afzet kan blokkeren.

Maïs is een gewas dat met name in Midden- en Zuid-Amerika en in Afrika door inheemse volken verbouwd wordt. Sommige publicaties bespreken de inperking van de rechten van inheemse volkeren en kleinschalige boeren in deze gemeenschappen met betrekking tot het op traditionele wijze telen van lokale maïsrassen en hun recht om als gesprekspartner betrokken te zijn bij de introductie van GG-maïs rassen. In deze studie is, als casus, gekeken naar de manier waarop lokale gemeenschappen en inheemse volkeren in Mexico en Colombia in aanraking zijn gekomen met GG-maïs. In Mexico is vermenging met GG-maïs (HT en Bt) in landrassen waargenomen, die naar alle waarschijnlijkheid grotendeels het gevolg is van de invoer van GG-maïs voor voeding. De teelt van GG-maïs was tot voor kort niet toegestaan in Mexico. Daarom was er geen directe aanleiding voor voorlichting en consultatie van de boeren en de bevolking in dit gebied. In Colombia werden inheemse gemeenschappen niet betrokken bij de ontwikkeling van toelatingsprocedures voor GG-gewassen, ondanks de bestaande nationale regelgeving en internationale verdragen die daar wel in voorzagen. Deze tekortkoming kan gezien worden als een schending van de rechten van lokale gemeenschappen. Het verbeteren van voorlichtingscampagnes en consultatieprocessen zal bijdragen aan de implementatie van de rechten van inheemse volkeren en lokale gemeenschappen om als gesprekspartner betrokken te zijn bij de introductie van GG-maïs rassen.

# Katoen

## *Algemeen*

Katoen is 's werelds belangrijkste vezelgewas. De grootste katoenproducenten zijn China, India, de VS, Pakistan, Brazilië en Oezbekistan. In de EU vindt katoenteelt alleen op bescheiden schaal plaats in Zuid-Europa. Door de betrokkenheid van vele partijen zijn de ketens die ruwe katoen tot eindproducten verwerken vaak complex. Vooral China, India en Pakistan zijn belangrijke verwerkers van katoen en exporteurs van katoenproducten. De katoenproductie kent wereldwijd diverse duurzaamheidsproblemen. Katoenproductie gaat vaak gepaard met het gebruik van insecticiden zoals organofosfaten en pyrethroïden die, in vergelijking met andere gewasbeschermingsmiddelen, een erg schadelijk effect op de menselijke gezondheid en het milieu hebben. Bovendien vraagt de teelt en verwerking van katoen veel water. Ook rondom de 'People' dimensie van katoenproductie zijn er problemen. Katoenproductie en -verwerking worden soms geassocieerd met kinderarbeid (in het bijzonder de katoenzaadproductie) en de blootstelling van boeren en veldwerkers aan de reeds genoemde insecticiden en de chemicaliën die gebruikt worden bij de verwerking van de katoen.

Insecten-resistente Bt-katoen is een populair GG-gewas onder boeren buiten Europa. Zowel kleinschalige boeren in landen als China, India, Pakistan en Zuid-Afrika als grootschalige boeren in bijvoorbeeld de VS, Australië en Brazilië verbouwen Bt-katoen. Bt-katoen maakt een eiwit dat giftig is voor rupsen van bepaalde mottensoorten. Bt-katoen wordt vooral geteeld om de schade door vraat van de katoenbolworm (de rups van een bepaalde mot) te beperken.

## *Planet*

Diverse studies geven aan dat de teelt van Bt-katoen wereldwijd heeft geleid tot meer opbrengst per hectare en/of een lager gebruik van insecticiden. De voordelen van Bt-katoen die sommige studies op basis van veldstudies met boeren rapporteren, kunnen echter geflatteerd zijn, wanneer voornamelijk de boeren die toch al hoge opbrengsten halen en weinig chemische gewasbeschermingsmiddelen gebruikten, als eerste zijn overgeschakeld op Bt-katoen, terwijl de minder kapitaalcrachtige boeren niet-GG-katoen zijn blijven verbouwen. Ook wanneer deze



versturende management-factoren worden uitgefilterd, laat de teelt van Bt-katoen in India een opbrengstverhoging per hectare zien. Dit betekent een lager landbeslag bij gelijke productie in vergelijking met conventionele katoen. Het verminderde gebruik van breed-werkende insecticiden en de selectieve werking van Bt-eiwitten kan leiden tot een hogere diversiteit van nuttige insecten in Bt-katoen dan in niet-GG-katoen en tot een verminderde belasting van de bodem en het oppervlaktewater en daarmee tot een verhoogde biodiversiteit. Er zijn geen studies die duidelijke effecten van Bt-gewasresten op de bodemecologie gevonden hebben. Gevallen van plaaginsecten in het veld die resistentie ontwikkelen tegen Bt-eiwitten zijn tot nu toe zeldzaam gebleken. Hoewel er in de teelt van Bt-katoen minder energie gebruikt wordt, doordat er minder wordt gespoten, is nog niet duidelijk hoe groot de invloed hiervan is op emissie van broeikasgassen.

### *Profit*

Bt-katoen zorgt doorgaans voor een beter inkomen van boeren doordat de opbrengsten hoger zijn en er minder insecticiden gebruikt hoeven te worden. De baten van Bt-katoen variëren aanzienlijk, door onder andere verschillen in plaagdruk, lokale omstandigheden en verschillen in de teeltwijzen die katoenboeren hanteren. De meerkosten van Bt-katoenzaden kunnen een deel van de voordelen teniet doen en kunnen financiële risico's voor kleinschalige boeren ook juist vergroten. Modelstudies maken aannemelijk dat Bt-katoen een positief effect heeft gehad op de wereldwijde welvaart, en dat dit effect toeneemt naarmate meer landen Bt katoen adopteren. Ook landen die geen Bt-katoen telen ervaren veelal een stijging in de welvaart. De verdeling van de welvaart over de verschillende ketenpartijen verschilt per land en is onder andere afhankelijk van de mate van bescherming van het intellectuele eigendom. Naarmate deze lager is gaat een groter aandeel van de welvaart naar producenten (boeren) en consumenten. De welvaart op wereldschaal neemt toe naarmate meer landen Bt-katoen gaan produceren. Bt-katoen kan een bijdrage leveren aan het verminderen van armoede en aan plattelandontwikkeling, mits de technologie bruikbaar en toegankelijk is voor kleinschalige katoenboeren. De opbrengst van katoen (GG én niet-GG) hangt sterk af van de beschikbaarheid van kwalitatief goede en lokaal aangepaste rassen.

In de wetenschappelijke literatuur wordt melding gemaakt dat grote internationale zaadbedrijven zich bewust afzijdig houden op markten in ontwikkelingslanden waar nog geen goede wettelijke kaders en regelgeving zijn voor de teelt van GG-gewassen. Belangrijke redenen hiervoor zouden zijn het vermijden van problemen met aansprakelijkheid en de ondermijning van IP-rechten door illegale verkoop van GG-katoenzaad. In India zijn echter in toenemende mate lokaal aangepaste legale GG-katoenrassen op de markt gebracht door een reeks van lokale bedrijven.

*People*

Het gebruik van Bt-katoen heeft geleid tot een sterk verminderde blootstelling van boeren en veldwerkers aan voor de mens schadelijke insecticiden. Naast kostenbesparingen en/of opbrengstverhogingen is voor veel boeren de geruststelling dat katoenbolwormen voldoende onder controle gehouden worden, een belangrijke reden om Bt-katoen te verbouwen. Het geregeld monitoren van populaties bolwormen in het veld is immers in veel geringere mate nodig.

Kinderarbeid komt voor in conventionele en GG-katoen. Er zijn geen duidelijke aanwijzingen dat de teelt van Bt-katoen een af- of toename betekent van kinderarbeid. Veel kleinschalige boeren kunnen zich de meerkosten van Bt-katoenzaad veroorloven. De extra investering die nodig is om Bt-katoenzaad te kopen kan pas later of aan het eind van het seizoen terugverdiend worden. Daardoor blijft dit zaad buiten het bereik van sommige arme boeren in een land als India. Toch zijn er duidelijke aanwijzingen dat in India in allerlei lagen van de agrarische bevolking meer geprofiteerd wordt van de teelt van Bt-katoen dan van niet-GG-katoen. Dit is het resultaat van meer werkgelegenheid binnen de katoenteelt als gevolg van de toegenomen oogsten, en van de mogelijkheid om vrijgekomen arbeid als gevolg van een verminderd aantal pesticidenbespuitingen, in alternatieve bezigheden in te zetten. Er werd geen bewijs gevonden dat de lonen in de productie van katoen hoger of lager zijn voor Bt-katoen dan voor niet-GG-katoen.

Er zijn voor Pakistan en Zuid-Afrika NGO-rapporten waaruit blijkt dat, in elk geval incidenteel, de verhoogde winstgevendheid van Bt-katoen heeft geleid tot landeigendomsconflicten. Eén studie in Zuid-Afrika laat zien dat marktvraag vanuit één verwerker die tegelijk ook voorfinancier van de telers was, invloed kan hebben op de vrijheid van boeren om te kiezen voor niet-GG-katoen zaad. Op basis van de beschikbare literatuur kan niet geconcludeerd worden dat rechten van intellectueel eigendom rondom Bt-katoen van invloed waren op de beschikbaarheid van niet-GG-zaad en de vrijheid om te kiezen voor niet-GG-rassen.

Er zijn aanwijzingen dat op bedrijfsniveau in lokale gemeenschappen in China en in West-Afrika, de teelt van voedsel voor eigen consumptie, vervangen wordt door de teelt van Bt-katoen. Modelstudies maken aannemelijk dat dit niet gepaard gaat met een verminderde voedselzekerheid in deze gemeenschappen doordat de verhoogde winstgevendheid van de teelt van Bt-katoen tot een hoger budget leidt voor aanschaf van voedsel en voor scholing.

## Samenvattende conclusies

De duurzaamheid van de huidige commercieel geteelde GG-gewassen hangt af van de GG-eigenschap en verschilt onder meer per gewas, regio, institutionele omgeving en met de tijd. Dit is niet specifiek voor GG-gewassen, maar geldt voor landbouwsystemen en landbouwinnovaties in het algemeen. Het zijn déze factoren gezamenlijk die bepalen of een teelt, GG of niet-GG, past in een beleid dat streeft naar verdere verduurzaming van de landbouw. Hoewel er geen simpel generaliseerbare conclusies te trekken zijn, schetst onze studie wel een kader waarmee ook nieuwe GG eigenschappen anders dan herbicidetolerantie (HT) en Bt 'case-by-case' op duurzaamheid bekeken kunnen worden.

De eerste generatie GG-gewassen is ontwikkeld voor verschillende doelen. Bt-rassen zijn ontwikkeld om resistent te zijn tegen bepaalde plaaginsecten, terwijl herbicide-tolerante rassen zijn bedoeld om de boer meer flexibiliteit te geven in het onkruidmanagement. Bt-gewassen dragen over het algemeen bij aan duurzaamheid ten aanzien van de *Planet* aspecten. Voor beide typen GG-gewassen geldt dat de vraag of een bepaalde GG-teelt meer of minder duurzaam is dan de niet-GG-teelt, in belangrijke mate afhangt van een goede landbouwpraktijk waarbij effectief gebruik wordt gemaakt van actuele agro-ecologische inzichten. Worden GG-gewassen geteeld zonder effectief gebruik te maken van deze inzichten, bijvoorbeeld als onkruidbestrijding in HT-gewassen sterk afhankelijk wordt gemaakt van één type herbicide waardoor onkruiden resistent kunnen worden tegen dit herbicide, dan worden duurzaamheidsvoordelen minder groot of kunnen ze zelfs omslaan in nadelen.

Ten aanzien van de *People* en *Profit* aspecten concluderen we bovendien dat de duurzaamheidseffecten ook in belangrijke mate afhangen van de wijze waarop een samenleving juridisch en sociaal-economisch gestructureerd is.

## Reflectie

Deze studie laat zien dat de duurzaamheidsaspecten van de huidige commercieel geteelde GG-gewassen verschillen per gewas, GG-eigenschap, regio en institutionele omgeving en afhangt van andere factoren, zoals het aantal jaar dat verstreken is sinds de introductie van het betreffende GG-gewas en de variatie van jaar tot jaar.

Deze studie heeft zich gericht op de relatieve verschillen tussen GG-en niet-GG-gewassen en niet op de absolute duurzaamheid van GG- en niet-GG-gewassen. Als de verschillen in duurzaamheid tussen GG- en niet-GG-gewassen klein zijn, dan zegt dit niets over de duurzaamheid van de productie van dit gewas in het algemeen. Zo blijkt de beschikbaarheid van GG-soja als zodanig weinig invloed te hebben op het verdwijnen van natuurlijke vegetatie en de daarmee gepaard gaande vermindering van biodiversiteit ten behoeve van de uitbreidende landbouw in Brazilië. De sterke uitbreiding van het totale soja-areaal, GG plus niet-GG, draagt hier wél in ruime mate aan bij.

De opzet van deze studie, gebaseerd op een vergelijking tussen GG- en niet-GG-teelten, leidt daarnaast tot de volgende observaties:

1. De niet-GG-teelt waarmee een GG-gewas vergeleken wordt, is soms lastig te definiëren. Niet-GG-teelten omvatten een breed scala aan landbouwsystemen waaronder intensieve landbouw (met gebruikmaking van veel 'inputs'), biologische landbouw en geïntegreerde landbouw. De verschillen tussen niet-GG-teelten kunnen zeer groot zijn, zeker als ook lokale, traditionele systemen daarbij in ogenschouw worden genomen. De meeste studies gebruiken de gangbare niet-GG-teelt in een regio als referentiekader. In een aantal landen is de adoptie van GG-gewassen echter zo wijdverbreid, dat het moeilijk, dan wel onmogelijk is om goede data te verzamelen over de niet-GG-teelt ter plekke. In de VS en Argentinië bijvoorbeeld, verbouwt respectievelijk 92% en 99% van de boeren GG-soja. Een niet-GG-referentiegewas wordt amper nog verbouwd of enkel verbouwd in bepaalde streken. Data van niet-GG-teelten moet dan dus in het verleden verzameld zijn of uit andere regio's of landen komen, waardoor in dat geval een vergelijking minder goed gemaakt kan worden.



2. De onderzoeksvraag en onderzoeksopzet legt veel nadruk op de verschillen tussen GG- en niet-GG-gewassen. Hierdoor komen de verschillen tussen landbouwsystemen en regio's weinig aan bod. De verschillen tussen GG- en niet-GG-teelten binnen een regio zijn echter veelal kleiner dan de verschillen tussen de teelten (GG of niet-GG) in verschillende regio's. Zo leidt het gebruik van Bt-katoen tot gerapporteerde opbrengstverhogingen tussen 0 en 83% ten opzichte van niet-GG katoen. De gemiddelde nationale katoenopbrengst in 2007/2008 varieerde tussen landen echter met 566%, van 367 kg per ha in Burkino Faso tot 2077 kg per ha in Australië. Dit geeft duidelijk aan dat voor het verbeteren van opbrengsten naar een samenspel van factoren moet worden gekeken.
  
3. De gevolgen van een teelt worden vaak tegelijkertijd beïnvloed door vele factoren die lastig te onderscheiden zijn van één specifieke factor, zoals het al dan niet GG zijn. Zo paste GG-soja waarschijnlijk goed in de expansie en schaalvergroting die plaatsvond in de sojateelt in Argentinië en Brazilië in het afgelopen decennium. Deze expansie en schaalvergroting heeft nogal wat milieue- en sociaaleconomische consequenties. De voornaamste motor achter deze veranderingen was echter de toenemende vraag naar sojaproducten op de wereldmarkt. GG-soja heeft op zijn hoogst een faciliterende rol hierbij gespeeld, want ook niet-GG-sojateelt is onder invloed van de wereldwijd toegenomen vraag naar soja grootschalig geëxpandeerd in bijvoorbeeld Brazilië.

Hieronder worden drie onderwerpen besproken die vaak naar voren komen in de discussie over GG-gewassen en die we graag in het licht van de resultaten van deze studie willen bezien.

### *Intellectueel eigendom*

Het intellectueel eigendom op variëteiten van conventionele gewassen wordt meestal beschermd met behulp van het kwekersrecht. Hiermee kunnen veredelaars de kosten van het ontwikkelen van rassen terugverdienen. Het ontwikkelen van GG-gewassen is erg duur, en dit is één van de drijvende factoren achter de concentratie van veredelingsbedrijven. GG-eigenschappen zijn vaak beschermd met patenten. Zowel de concentratie als de patenten kunnen leiden tot een herverdeling van de gecreëerde welvaart naar de patenthouder. Een competitieve markt kan bijdragen aan een evenwichtigere verdeling van de welvaart. In een dergelijke markt wordt de waarde van het patent mede bepaald door de voordelen die de gepatenteerde producten bieden. GG-eigenschappen kunnen alleen langdurig succesvol zijn als ze duidelijke voordelen bieden aan de boeren, bijvoorbeeld doordat de bedrijfsvoering flexibeler wordt, de risico's worden verlaagd en/of de productie of kwaliteit verhoogd. Boeren betalen een verschillende 'technologie-opslag' voor GG-zaden, en dat lijkt samen te hangen met het verwachte voordeel van de GG-eigenschap. De prijs van Bt-maïszaad, bijvoorbeeld, is hoger in regio's in Spanje met meer last van het plaaginsect waartegen het Bt-eiwit gericht is, de maïsstengelboorder.

De vergelijking van kwekersrecht en patenten is een complexe zaak. Patenten op zaden leiden tot restricties op het vermeerderen van zaad door boeren. Dit is echter geen geheel nieuwe

ontwikkeling voor boeren, want ook de keuze voor hybride rassen betekent dat het niet meer mogelijk is om zelf zaden te vermeerderen zonder het voordeel van de hogere opbrengst van hybride zaad te verliezen. Veredelaars beschermen ook andere innovatieve veredelingsmethodes en niet-GG-eigenschappen met patenten. De discussie over patenten versus kwekersrecht zal daarom voorlopig nog doorgaan, ook los van de discussie over genetische modificatie.

### *Technische lock-in*

Als iedereen tegelijk een bepaalde nieuwe technologie gaat gebruiken, bestaat het risico van een technische 'lock-in' situatie, waarin niemand meer de oude technieken gebruikt en de kennis daarover verloren gaat. Zo ging in de jaren '60 en '70 van de vorige eeuw veel expertise over mechanische onkruidbestrijding in Nederland verloren doordat herbiciden in gebruik kwamen. Een vergelijkbare situatie zou zich kunnen voordoen voor onkruidmanagement in grootschalige teelt van herbicide-tolerante GG-gewassen, als boeren niet roteren met conventionele gewassen en alternatieve onkruidbestrijdingsmethodes. Dat wordt een probleem als onkruiden glyfosaatresistentie gaan ontwikkelen. Het diversifiëren van onkruidbestrijding is daarom gewenst, bijvoorbeeld door af te wisselen met andere herbiciden, mechanische onkruidbestrijding, of beide. Die alternatieven moeten dan nog wel beschikbaar zijn.

Katoenboeren in sommige gebieden in India liepen ten tijde van de introductie van Bt-rassen een risico op een technische lock-in. Het kiezen van kwalitatief goede en lokaal aangepaste Bt-zaden was soms een probleem voor telers, onder meer door snel opeenvolgende zaadpartijen met een slecht controleerbare identiteit. Hoewel illegale zaadmarkten in India en China aanvankelijk Bt-rassen meer toegankelijk hebben gemaakt voor lokale boeren, bleek ook dat hierdoor de marktsituatie zich zodanig ontwikkelde dat het voor boeren in die landen moeilijker werd om op basis van gedegen informatie de optimale rassen te kiezen voor hun lokale omstandigheden. Meer recent is door staatsbemoeyen in beide landen deze situatie verbeterd, onder andere door het op de markt komen van een grotere diversiteit aan lokaal aangepaste rassen met diverse Bt-constructen waaronder ook lokaal gemaakte, deels afkomstig uit overheidsveredelingsprogramma's.

Het is ook de vraag of het ontwikkelen van GG-gewassen ten koste is gegaan van de ontwikkeling van gewassen via klassieke veredeling of van alternatieve systemen om plagen te bestrijden, zoals mengteelten (intercropping) of het gebruik van natuurlijke vijanden van de plagen. Sommige auteurs beargumenteren dat een technische lock-in reeds bij de opstart van R&D trajecten kan optreden, omdat GG-oplossingen goed passen in competitief onderzoek dat in toptijdschriften wordt gepubliceerd en waarvan de resultaten in commerciële veredelingsbedrijven worden toegepast. Dit geldt niet voor alternatieve oplossingen in de sfeer van de agro-ecologie. Verschillende onderzoekers beschouwen dit als twee benaderingen die elkaar uitsluiten. Er komen nu echter publicaties uit die de mogelijkheid onderzoeken om beide benaderingen, namelijk GG-oplossingen en agro-ecologische oplossingen, te combineren in geïntegreerde pestbestrijdingsprogramma's (IPM).



*Keuzevrijheid, een gewasoverschrijdende reflectie*

Keuzevrijheid is in het gentech debat een belangrijk onderwerp. De keuzevrijheid van de boer om wel of geen GG-gewassen te telen, wordt in de literatuur vaak gepresenteerd als een uniek fenomeen. Enige nuancering daarvan is echter op zijn plaats.

Ten eerste is een boer nooit volledig vrij om te kiezen voor een bepaald gewas of ras, want dit hangt af van de vooruitzichten om het product op de markt te kunnen afzetten. Zo kunnen boeren in het noordwestelijke deel van de Braziliaanse deelstaat Mato Grosso hun soja alleen economisch rendabel afzetten indien gebruik wordt gemaakt van havens in het Amazonebekken. Handelaren in twee van de havens aldaar accepteren alleen niet-GG-sojabonen die ze exporteren naar Europa en Japan. De grote afstanden en infrastructurele beperkingen beperken de boeren in deze regio in hun keuzevrijheid voor GG-soja. Elders in Brazilië bestaan gescheiden handelskanalen. In Argentinië is feitelijk alles GG-soja. De keuzevrijheid van kleine katoenboeren in India kan beperkt worden als ze de hogere prijs van de zaden van de Bt-katoen aan het begin van de teelt niet kunnen opbrengen, ook al verdienen ze dat bij de oogst terug. Eenzelfde beperking geldt ook voor de aankoop van hybride niet-GG-katoenzaad, dat weer duurder is dan zelf vermeerderd zaad.

De keuzevrijheid is ook afhankelijk van R&D trajecten die leiden tot het op de markt komen van nieuwe rassen. Op de lange duur zou de keuzevrijheid om wél of niet GG-gewassen te telen kunnen worden bedreigd als alle nieuwe, verbeterde rassen, ook die met verbeteringen door conventionele veredelingsmethodes bereikt zijn, alleen nog in een GG-variant op de markt worden gebracht. Het is een commerciële keuze van veredelaars óf en in hoeverre ze nieuwe, verbeterde rassen zowel in een GG- als in een niet-GG-variant op de markt gaan brengen. Een afweging die zaadbodrijven hierbij maken is dat voor GG-rassen enerzijds de mogelijkheid bestaat een hogere prijs te rekenen en de bescherming van het bijbehorende intellectueel eigendom beter is, maar dat anderzijds de kosten van ontwikkeling, toelating, marketing en eventuele schadeclaims hoger zijn. Voor niet-GG-rassen kunnen ook nichemarkten ontstaan waarop kleinere veredelaars zich kunnen specialiseren. In de USA gebeurt dat nu al. Verder hangt de beschikbaarheid van goed-aangepaste niet-GG rassen ook af van de aanwezigheid en activiteit van lokale veredelingsbedrijven, zoals bij katoen in India, en instituten. Zo heeft het publieke onderzoeksinstituut Embrapa in Brazilië als opdracht om ook niet-GG-rassen te blijven veredelen.

De keuzevrijheid kan ook beperkt worden door het verloop van toelatingsprocedures. Een bijzondere situatie in dit opzicht ontstond bij toetreding van Roemenië tot de EU. Roemeense boeren teelden herbicide-tolerante GG-soja, wat enkele jaren een belangrijk agronomisch voordeel opleverde vanwege lokaal grote problemen met onkruiden ontstaan in de jaren na de val van het communisme. Na toetreding van Roemenië tot de EU was de teelt van deze rassen echter niet meer toegestaan.

Keuzevrijheid om GG- of niet-GG-gewassen te telen hangt ook af van regelingen om het naast elkaar bestaan ('co-existentie') van GG- en niet-GG-teelt mogelijk te maken, en daarmee ruimte te geven aan keuzevrijheid. Deze regelingen moeten bijvoorbeeld de kans op bestuiving van niet-GG-gewassen met

GG-stuifmeel en vermenging in de productieketen beperken. Kruisbestuiving is een biologisch fenomeen dat vrijwel altijd optreedt, het sterkste in obligaat uitkruisende gewassen. Als voor een uitkruisend gewas als maïs een GG- naast een niet-GG-variant geteeld wordt, zal er dus altijd een bepaalde mate van uitkruising zijn, hoe miniem ook. Daarom worden in de EU co-existentiemaatregelen ontwikkeld op basis van drempelwaarden. Zo worden er isolatieafstanden voorgeschreven om te voorkomen dat een uitkruising leidt tot een vermenging van GG-product in een niet GG-product van meer dan 0,9% (huidige EU-drempel waarboven een product als GG geëtiketteerd moet worden). Op zijn beurt kunnen deze maatregelen vanwege de extra kosten de keuze voor GG-gewassen weer bemoeilijken.



