

Genetische modificatie – maatschappelijk debat

Rol van kennis

Clemens van de Wiel, Jan Schaart & Bert Lotz



Ethiek in debat

- Beginsletheik:
 - Integriteit van levende organismen (holisme)
 - Natuurlijkheid: biologische landbouw
 - Rol van Schepper
 - Keuzevrijheid - symmetrie > Co-existentie
- Gevolgethiek:
 - Afweging van voor- en nadelen
 - Van geval tot geval
 - Wetenschappelijk onderzoek



2

Holisme is het beschouwen van levende wezens als één sterk samenhangend geheel. Het uit elkaar halen/aanpassen van onderdelen van de plant (weefsels, genen) wordt dan gezien als het aantasten van de natuur (“integriteit”) van de plant. In de biologische landbouw bestaat daarom weerstand tegen gentechnologie, maar niet alleen dat, bijv. planten manipuleren via weefselkweek of kweek van losse cellen, of muteren van het DNA, wordt eigenlijk ook als strijdig met de ethiek gezien. Deze ethische kwesties zijn gebaseerd op overtuigingen. Ze zijn beperkt geschikt voor een aanpak met wetenschappelijke studies. Hoogstens kan wetenschap iets zeggen over wat in de natuur allemaal voorkomt, maar daarmee valt nog niet iets definitiefs over wat te verstaan onder “natuurlijkheid” te zeggen. Ethische kwesties vragen om een uitwisseling van ideeën onder wederzijds respect. Om verschillende opvattingen naast elkaar te kunnen laten bestaan is keuzevrijheid van belang. Om keuzevrijheid mogelijk te maken heeft de overheid regelingen voor co-existentie gemaakt, d.w.z. het produceren van GG gewassen naast niet-GG gewassen, maar dan zoveel mogelijk zonder vermenging (zie ppt Co-existentie).

Bij gevolgethiek spelen principes ook een rol, maar in dit geval kan men kijken naar een aantal doelstellingen van duurzaamheid (“people - planet - profit” PPP) waarover een behoorlijke maatschappelijke consensus bestaat. Er kan dan nog discussie over details bestaan, zeker in complexere aspecten als sociaaleconomische kwesties en met voortgaande ontwikkelingen in de maatschappij. Maar zodra bepaalde PPP doelen gesteld zijn, kan men naar de eigenschappen en effecten van individuele GG gewassen (voor- en nadelen) kijken in hoeverre die met die duurzaamheidsdoelen in overeenstemming zijn. Hiervoor kan men goed naar wetenschappelijke studies kijken.

Maatschappelijk debat



Discussie tijdens een bezichtiging van veldproeven van DuRPh aardappel met cisgene resistentie tegen aardappelziekte *Phytophthora*, zie dia's verderop.

Weging van voor- en nadelen: voorbeelden

- Risico's voor gezondheid en milieu
 - Onvoorziene effecten van een nieuwe techniek
 - Transgen introductie verstoort andere functies van de plant > mogelijke verandering in giftigheid of allergie-opwekkend
 - Controle op DNA-niveau en op samenstelling van GG plant onderdeel van regelgeving

Bij transformatie van een plant komt een transgen op een willekeurige plek in het DNA van de plant terecht. Het zou dan op een plek terecht kunnen komen waarmee functies van de plant verstoord raken. Het kan bijv. in of bij een plantgen terecht komen waardoor de expressie of de functie van het gen verstoord wordt. Vervolgens zou bijv. de productie van bepaalde stoffen in een plant kunnen veranderen. Dit zou dan weer de voedingswaarde kunnen aantasten of in het ergste geval tot de vorming van giftige stoffen kunnen leiden. Eén van de weinige voorbeelden van gifstoffen in klassiek veredelde gewassen is bij aardappelen: daar wordt gecontroleerd op de hoeveelheid glycoalkaloïden. Voor geen enkel GG gewas is ooit de vorming van nieuwe giftige stoffen gerapporteerd. Ook is er niet meer allergeniciteit gevonden dan in conventionele gewassen.

Veredelaars selecteren succesvolle transformaties ("events") op de beste eigenschappen. In de praktijk blijkt een transgene plant veel sterker te lijken op de ouderplant die voor de transformatie gebruikt is dan (verwante) plantenrassen op elkaar. Dit is ook wat je zou verwachten. Voor de regelgeving dient voor introductie van een GG gewas gecontroleerd te worden waar het transgen in het plant DNA terechtgekomen is, d.w.z. er wordt gekeken of er één of meerdere transgenen in het plant DNA zitten, of de transgenen "compleet" zijn (zoals ze in het construct zaten waarmee de plant getransformeerd is) en wat voor plant DNA sequentie om het transgen zit (dus of daar bijvoorbeeld een gen van de plant ligt). Oogsten uit veldproeven worden bekeken op de gehalten van een aantal voedingsstoffen om te kijken of de samenstelling van het GG product binnen de normale waarden van het gewas valt (tenzij de GM gericht was op het aanzienlijk veranderen van het gehalte van een bepaalde voedingsstof, bijv. caroteen (vitamine A) in de Gouden Rijst, zie ppt Toepassingen).

Weging van voor- en nadelen: voorbeelden

- Risico's voor gezondheid en milieu
 - Ongewenste effecten in de natuur
 - Bt tegen rupsen van mot (stengelboorder in maïs)
 - Effecten op andere insecten
 - I.h.a. gering vergeleken met insecticidegebruik
 - Voorbeeld: vlinder Dagpauwoog
 - Bt maïs stuifmeel negatief effect op rups
 - Kans voor rups ermee in aanraking te komen: stuifmeel neergedaald op brandnetels nabij maïs (volgens modelonderzoek gering, verschilt per regio)

Belangrijk is overlap van bloeiperiode maïs met rupsperiode vlinder: kleinere kans in N Europa met één generatie per jaar dan Z Europa met twee. EFSA adviseert isolatieafstand van 20-30 m tot beschermde gebieden met bedreigde vlindersoorten om contact met stuifmeel te minimaliseren (gehandhaafd door EFSA, ook na enige discussie in literatuur). Denk ook aan isolatieafstanden voor pollenverspreiding bij co-existentie (zie ppt).

Weging van voor- en nadelen: voorbeelden

- Risico's voor gezondheid en milieu
 - Ongewenste effecten in de natuur
 - Bt uitkruising met wilde plant buiten agrarische velden ("ontsnappen" van transgen naar natuur)
 - Wilde plant dankzij Bt minder aangevreten en gaat daardoor overheersen in vegetatie ten koste van andere plantensoorten
 - Voorbeelden: koolzaad, zonnebloem
 - Hangt ervan af of de plantenpopulatie in de natuur ook in toom gehouden wordt door insectenvraat
 - Weinig praktijkvoorbeelden: meeste GM geteeld in regio's zonder wilde verwanten (maïs, soja)

De angst bij "ontsnappen" van transgenen naar wilde populaties in de natuur (of half natuurlijke vegetaties in de directe omgeving van akkers) is dat een transgen zoals Bt de planten tot "superonkruiden" maakt. Denk aan beruchte invasieve planten zoals Japanse Duizendknoop die vegetaties kan overheersen en in het ergste geval zelfs schade aan wegen of gebouwen kan aanrichten, of Grote Waternavel, die waterlopen laat dichtgroeien. Wat een plant invasief maakt is over het algemeen echter een complexe samenloop van omstandigheden. Het is zeer de vraag of enkel het toevoegen van een gen zoals Bt tot een "invasieve" plant leidt. Denk alleen al aan het gegeven dat op de akker plaaginsecten op den duur in staat zijn het Bt te overwinnen. Een plaaginsect onder landbouwomstandigheden heeft ook niet noodzakelijkerwijs hetzelfde effect in de natuur. Verder spelen allerlei andere factoren een rol bij het succes van een plant, zoals gevoeligheid voor andere ziekten en plagen, groeisnelheid etc. Dat neemt niet weg dat het uiteindelijke precieze effect van Bt in natuurlijke populaties moeilijk te voorspellen is, ook met verfijnde modellen. Er zijn ook systemen bedacht om verspreiding tegen te gaan, maar die kunnen ook als nadeel voor de teler gezien worden, omdat zaad dan niet meer zelf vermeerderd kan worden.

Weging van voor- en nadelen: voorbeelden

- Risico's voor gezondheid en milieu
 - Ongewenste effecten in de natuur
 - GM herbicidetolerantie (HT) uitkruising met wilde plant buiten agrarische velden
 - Geen voordeel voor HT planten in natuur, waar geen herbiciden gespoten worden
 - Voorbeeld: koolzaad
 - Opslag in bermen uit gemorst zaad, maar geen andere groei dan gangbare koolzaad
 - Mogelijk probleem met beheer met herbiciden (glyphosaat op spoorwegen)

GM koolzaad wordt als opslag bij havens aangetroffen, bijv. in Japan. In Nederland is koolzaad niet zo algemeen (wordt ook niet zoveel meer geteeld), meeste planten afkomstig van gemorst zaad en deze planten handhaven zich vaak niet in latere jaren. Zaad kan wel in bodem bewaard blijven. Meeste gele kruisbloemigen die in grote aantallen in bermen voorkomen, behoren tot andere soorten die soms moeilijk van koolzaad te onderscheiden zijn, bijv. Raapzaad of Herik. Met Raapzaad kan koolzaad kruisen, maar dat gebeurt niet zo vaak. COGEM (zie Regelgeving ppt) adviseert bij toelating van GG koolzaad voor import te monitoren op plekken waar koolzaad op zou kunnen slaan (havens, spoorwegen).

Weging van voor- en nadelen: voorbeelden

- Risico's voor gezondheid en milieu
 - Voorzorgsprincipe: bij onzekerheid voorzichtig te werk gaan, afweging van:
 - Welke mate van zekerheid is vereist voor optimale regelgeving, 100% veiligst maar in praktijk vrijwel nooit haalbaar
 - Bij te strikte veiligheidseisen zou een nieuwe plant tegengehouden kunnen worden die grote voordelen had kunnen bieden, een gemiste kans voor verbeteren van duurzaamheid is ook een verlies voor de samenleving ("innovatieprincipe")

Weging van voor- en nadelen: voorbeelden

- Duurzaamheid, drie pijlers:
 - "People": leef- en werkomstandigheden voor mensen
 - "Planet": verminderen van milieudruk
 - "Profit": commerciële haalbaarheid en verdiensten voor telers, verwerkers en consumenten

Weging van voor- en nadelen: voorbeelden

- Duurzaamheid: GM herbicidetolerantie (HT), Roundup Ready (RR) (glyfosaat) - voordelen
 - Glyfosaat minder giftig dan veel andere herbiciden ("Planet")
 - Onkruidbestrijding makkelijker en goedkoper, mits zaai-zaad betaalbaar (GM duurder) ("Profit")
 - Voordeel voor grootschalige bedrijven
 - Ook mogelijk voordeel voor kleine telers: houden tijd over voor andere inkomstenbronnen, mits beschikbaar ("People")

Veel discussie in media over glyfosaat. EFSA (= European Food Safety Authority, zie Regelgeving ppt) heeft aangegeven dat het veilig gebruikt kan worden in de landbouw.

Weging van voor- en nadelen: voorbeelden

- Duurzaamheid: GM herbicidetolerantie (HT), Roundup Ready (RR) (glyfosaat) - nadelen
 - Verleiding tot overmatige toepassing van glyfosaat
 - Vruchtwisseling van soja en maïs, beide RR > jaarlijkse glyfosaat bespuiting
 - Ontstaan van glyfosaat-resistente onkruiden
 - Meer herbiciden nodig, die ook een negatiever effect op het milieu hebben dan glyfosaat

In praktijk niet eenvoudig vast te stellen welke invloed GM gewassen specifiek in toename van herbicidegebruik hebben. In de VS is herbicidegebruik ook toegenomen in gangbare teelten. Ook toxiciteit van verschillende gebruikte herbiciden van belang voor vaststellen van effecten op milieu. Daarnaast is vaak niet goed gekeken tot nu toe.

Weging van voor- en nadelen: voorbeelden

- Duurzaamheid: GM herbicidetolerantie (HT), Roundup Ready RR (glyfosaat)
 - Goede Landbouw Praktijk (GLP) – verstandige mix van maatregelen van belang
 - Vruchtwisseling met niet-RR tarwe of groenbemesters
 - Aangepast ploegregime
 - VS meestal niet-ploegen (extra milieuvoordeel tegen bodemerrosie), aanpassing waar nodig
 - Producenten van HT rassen brengen nieuwe op de markt met andere herbiciden met een grotere milieu-impact
 - Zuinig gebruik ook i.v.m. onkruidresistentie, resistentie ook al aanwezig in EU

Van tarwe is nog geen GM herbicide-tolerante versie op de markt. HT heeft een voordeel voor telen zonder of met verminderd ploegen: onkruid kan makkelijk met herbicide bestreden worden i.p.v. ploegen, zaaien van GM HT zaad kan direct gedaan worden na een herbicidebehandeling. Verminderd ploegen heeft voordelen voor bodemkwaliteit en wordt ook zonder GM HT gewassen wel toegepast.

Weging van voor- en nadelen: voorbeelden

- Duurzaamheid: Resistenties tegen ziekten en plagen
 - Bt tegen rupsen van mot of kever (stengelboorder of wortelkever in mais)
 - Resistentiegenen uit wilde aardappelsoorten tegen *Phytophthora*
 - Minder pesticiden: insecticiden, resp. fungiciden ("Planet")
 - Minder spuitgangen, minder opbrengstverlies ("Profit")

Bij ruime toepassing van Bt in de VS bleken ook niet-Bt telers te profiteren doordat het plaaginsect sterk verminderd werd.

Weging van voor- en nadelen: voorbeelden

- Duurzaamheid: Resistenties tegen ziekten en plagen
 - Bt tegen rupsen van mot of kever (stengelboorder of wortelkever in mais)
 - Resistentiegenen uit wilde aardappelsoorten tegen *Phytophthora*
 - GLP: voorkomen van resistentie-ontwikkeling bij plaaginsect of ziekteverwekker
 - Meerdere resistentiegenen of afwisseling van verschillende genen bemoeilijkt doorbraak door ziekteverwekker
 - Voor Bt ook deel van akker met niet-Bt inzaaien om druk op insect om resistent te worden te verminderen

GLP: Goede Landbouw Praktijk: geen eenzijdige toepassing van bijv. slechts één herbicide, maar een afwisseling van maatregelen, aangepast aan de omstandigheden (bijv. aanwezigheid van ziekteverwekkers). Er zijn inmiddels voorbeelden van plaaginsecten die weerstand tegen Bt ontwikkeld hebben, bijv. wortelkever in VS.

Resistentie tegen plantenziekten: aardappelziekte (Phytophthora)



Van voor naar achteren: Desiree, Desiree met 1 R gen, 2 R genen, 3 R genen. Links: ondersteuning van resistentie met fungicidenbespuiting; rechts: geen bespuiting.

Weging van voor- en nadelen: voorbeelden

- Duurzaamheid: Verdeling van inkomsten over productieketen (veredelaars, telers, consumenten...)
 - GM makkelijk te octrooieren > zaaizaad duurder (ook om ontwikkelingskosten terug te verdienen)
 - Geen mogelijkheid voor nateelt van zaaizaad door teler, zoals voorheen bijv. in soja
 - Teler kan kiezen voor gangbaar zaaizaad, zo lang dit ontwikkeld blijft worden
 - Zonder marktverstoringen moet profijt van GM in evenwicht zijn met hogere zaaizaadprijzen
 - Interessante voorloper voor vergelijking: hybride rassen (ontwikkeld sinds jaren dertig vorige eeuw)

In VS was nateelt van zaaizaad gewoner dan in Europa, bijv. ook voor tarwe. GG tarwe is nog niet op de markt gekomen, mede door de angst dat veel markten het niet af willen nemen. Zaaizaadprijzen van Bt maïs leken in Spanje gerelateerd aan waarde van resistentie: hoger bij hogere plaagdruk van stengelboorders.

Voor vergelijking met hybriden zie ook ppt over hybride rassen. Door hybriden is opbrengst in bijv. maïs aanzienlijk toegenomen en is maïs een aantrekkelijker gewas voor veredelaars dan tarwe, net als soja dat nu is door GM. Er vindt ook onderzoek plaats om hybriden in tarwe te ontwikkelen. In NL (EU) zijn telers vaak meer gewend aan elk jaar gecertificeerd zaad kopen.

Weging van voor- en nadelen: voorbeelden


- Duurzaamheid: Verdeling van inkomsten over productieketen (veredelaars, telers, consumenten...)
 - GM ontwikkelings- & regelgevingskosten en octrooien bevorderen samengaan en groei van steeds grotere bedrijven
 - Bayer (NL groenten: Nunhems) met Monsanto (NL groenten: De Ruiter & Seminis)
 - Ook gangbare veredeling steeds hogere investeringen
 - Steeds grotere bedrijven algemeen verschijnsel in industrie

Dossiers opstellen voor veiligheidsbeoordeling van GM door autoriteiten kost veel geld. Dit maakt het moeilijk voor kleine bedrijven en kleine gewassen GM te ontwikkelen.

Weging van voor- en nadelen: conclusies

- Wetenschappelijk onderzoek gericht op onzekerheden
 - Effecten op mens & milieu

 - Duurzaamheid
 - Afhankelijk van toepassing: Goede Landbouw Praktijk
 - Verdeling van marktmacht in de productieketen: moeilijk om precieze rol van GM vast te stellen
 - Oorzaken vaak niet zo verschillend van ontwikkelingen in gangbare productie
 - Voorbeeld: naast GM HT gewassen ook minder bekende gangbare HT gewassen (bijv. ALS herbiciden) die niet onder regelgeving vallen maar zelfde voor- en nadelen in het gebruik hebben



18

Voorbeelden andere (ALS) HT gewassen (ontwikkeld door induceren van mutaties of selecteren van spontane mutaties in DNA van de plant): Clearfield (IMI) koolzaad en zonnebloem, Conviso-Smart suikerbiet (de kaatste in ontwikkeling voor Europa). Onkruidbestrijding in suikerbiet relatief lastig, GM RR (glyfosaat) suikerbiet was een instant succes in de VS. Telers in EU zouden daarom geïnteresseerd kunnen zijn in RR suikerbiet. Voordeel zou echter verminderen indien de onkruidbiet de resistentie tegen Roundup op zou pikken.