

## Genetische modificatie van planten gevaarlijk voor bijen?



Tjeerd Blacquièr, [bijen@wur](mailto:bijen@wur)

Bij de verhalen over de bijensterfte die de ronde doen worden ook heel vaak de genetisch gemodificeerde organismen als oorzaak genoemd (GGO's of in het Engels GMO's), en dan vooral genetisch gemodificeerde planten. Zijn daar gegronde redenen voor, en wat is dan het risico in samenhang met bijen en andere bestuivers? Zijn negatieve effecten op de bijen ook echt aangetoond? En wat is dan precies het gevaar?

Met genetische modificatie wordt letterlijk bedoeld het veranderen van de erfelijke eigenschappen van een organisme. In principe kan dat langs 'natuurlijke' weg, door veredelen kunnen bepaalde eigenschappen in een organisme worden ingekruist. Meestal wordt dan niet van genetische modificatie gesproken. Het kan ook op 'onnatuurlijke' wijze: via een tussenorganisme worden met behulp van gen-techniek genen van één organisme overgebracht in een heel ander organisme. Dat kunnen genen en bijbehorende eigenschappen zijn die helemaal niet van nature in dat organisme voorkomen. Dit wordt meestal begrepen onder genetische modificatie: het veranderde organisme is dan een GMO (genetically modified organism). Een GMO kan een bacterie zijn, een schimmel, een gist, een dier, een plant.

Omdat bijen zijn aangewezen op planten voor hun voedsel zijn vooral genetisch veranderde planten belangrijk in verband met bijen. Er zijn drie punten van zorg in de interactie tussen GMO-planten en bijen.

1. bijen bezoeken GMO planten en nemen daarvan stuifmeel mee naar de kast, wat in de honing terecht komt. In dat stuifmeel zit het ingebouwde gen, en eventueel het eiwit dat ten gevolge van dat gen wordt aangemaakt. Zulke honing kan niet meer als biologische honing worden verkocht.
2. door hun bloembezoek kunnen bijen de ingebrachte genen, uit het gewas in de akker, overbrengen naar wilde planten rondom de akker. Als daar nauw aan het gewas verwante wilde soorten staan kan het bewuste gen ontsnappen naar de wilde planten door kruisbestuiving. Een gewenste eigenschap in het gewas kan heel erg ongewenst zijn in een akkeronkruid.
3. bijen eten het stuifmeel met daarin het gen en het product van dat gen (vaak een eiwit). Afhankelijk welke stof wordt aangemaakt kan dat al dan niet schadelijk zijn voor de bijen.

Van alle drie zijn veel voorbeelden te geven, in dit artikel wordt alleen punt 3 verder besproken. Ik heb voornamelijk van twee overzichtsartikelen van Louise A. Malone gebruik gemaakt (zie referenties).

### Waarom genetisch gemodificeerde planten?

Het voordeel van genetische modificatie boven gewone veredeling is dat het soms veel sneller en gericht is, maar bovendien dat eigenschappen

uit niet verwante planten of zelfs andere organismen kunnen worden gebruikt. De eigenschappen die ingebracht worden kunnen allerlei zijn:

- hogere productie van het gewas, betere ziekteresistentie, aanmaak van anti-vraatstoffen (tegen bijv. rupsenvraat)
- betere eigenschappen voor het verwerken van het product (goede patat-aardappel)
- productie van medicijnen of gezondheidsbevorderende stoffen
- herbicidenresistentie

In veel gevallen zou het gebruik van ingebouwde eigenschappen er voor kunnen zorgen dat er bijvoorbeeld minder chemische middelen hoeven te worden gebruikt. Soms werkt dat zo, soms ook niet.

### Wanneer zou het voor bijen gevaarlijk worden?

Als een plant stoffen gaat aanmaken die giftig zijn voor rupsen van vlinders, kan dat ook voor bijen een risico zijn: ook bijen zijn insecten, en ook bijen hebben voor de verpoping een "rupsen"-stadium: de larve. Eigenlijk wordt het pas gevaarlijk voor de bijen als:

1. de bij gevoelig is voor het door het ingebouwde gen aangemaakte product (de antivraat-stof)
2. die stof door de plant ook in het stuifmeel of de nectar wordt aangemaakt, zodat de bij het verzamelt.

Heel veel ingebouwde genen komen alleen tot expressie in bijv. de bladeren van planten. Daardoor komt het stofje wel in de bladeren terecht (slecht voor de vlinderrups, maar goed voor de plant), maar niet in het stuifmeel (gunstig voor de bij, maar misschien ook voor de trips).

Hieronder volgt informatie over de gewassen die gemodificeerd worden, informatie over de stoffen die worden aangemaakt ten gevolge van het ingebouwde gen, en de mogelijke en beschreven effecten op bijen.

### Toepassing van GMO gewassen

De meeste toepassingen van GMO-gewassen vinden plaats in de Verenigde Staten, Argentinië, Canada en China. Ook in Mexico en Zuid Afrika staan GMO-gewassen, in Europa betreft het Spanje en Frankrijk. De belangrijkste GMO-gewassen zijn soja, mais, katoen, koolzaad en aardappel. Van de volgende gewassen bestaan ook GMO varianten, die nog in de fase van uittesten zijn (nog geen commerciële teelt): tabak, appel, kiwi, cranberry, druif, meloen, pruim, framboos, aardbei, papaya, tomaat, broccoli, peen, erwt, aubergine, komkommer, petunia, gladiool, chrysant. Van deze gewassen hebben appel, kiwi, cranberry, meloen, pruim, framboos, aardbei, tomaat, aubergine en koolzaad bijen nodig voor een goede bestuiving, terwijl ook soja, katoen, mais, tabak en druif worden bevolgen door bijen (en als er luizen op zitten ook aardappel). Bij al deze gewassen zouden bijen dus in contact met GMO-producten kunnen komen.

### Directe en indirecte effecten

Een ingebracht gen zorgt ervoor dat een speciaal eiwit wordt gemaakt. Als bijen dat eiwit binnenkrijgen kan dat een direct effect hebben op de bij. Maar het inbouwen van genen in een plant kan er ook voor zorgen dat de waarde als voedselplant verandert, waardoor deze minder geschikt (of juist geschikter) wordt als voedselplant voor bijen, bijv. door verandering van de nectarproductie of de bloemvorm.

Ook al maakt een plant een nieuw eiwit aan, het hoeft nog niet perse door bijen te worden opgenomen. Nectar en harsen (propolis) en honingdauw bevatten bijna geen eiwit, en geven dus ook bijna geen GMO-product door. Alleen stuifmeel is rijk aan eiwit. Maar zelfs dan nog bevat stuifmeel het eiwit soms niet, omdat het ingebouwde gen zijn werk alleen maar in de bladeren doet. Bijvoorbeeld bij Bt-mais zit het Bt-toxine wel in de bladeren, maar amper in het stuifmeel.

Tot dusverre gebruikte en geteste GM-constructen

1. Bt-gewassen. Deze bevatten een gen dat een toxine (gif) van de bacterie *Bacillus thuringiensis* (Bt) aanmaakt. *Bacillus thuringiensis* kan ook als bacterie-suspensie worden gebruikt als insecticide, onder andere tegen larven van de wasmot. Het mooie is dat verschillende *Bacillus thuringiensis* stammen heel specifieke toxinen maken tegen bepaalde insecten, die andere groepen insecten ongemoeid laten. Dat geldt ook voor het preparaat tegen wasmotten: bijenlarven hebben er helemaal geen last van.

Schade aan bijen: geen schade aan bijen en broed. Geen gegevens over hommels, maar schade niet te verwachten.

2. Protease-remmers. Deze stoffen remmen de eiwitplitsende enzymen. Een rups die eet van bladeren met deze stoffen kan daardoor het eiwit uit de plant niet verteren, en sterft aan eiwit-gebrek.

Schade aan bijen en hommels: Als een protease-remmer in stuifmeel zit kan het voorkomen dat de voedsterbijen het stuifmeel-eiwit niet goed afbreken, waardoor ze niet goed kunnen voederen. Vooral de groep van de remmers van het enzym dat serine afbreekt zijn schadelijk voor bijen. Ze krijgen eiwitgebrek, en verouderen sneller. Hommels eten hun hele leven stuifmeel en zijn daardoor heel gevoelig voor protease-remmers. Transgeen koolzaad gaf in onderzoek geen schade.

3. Chitinase- en  $\beta$ -1,3-glucanase-genen. Chitinase breekt chitine af, en werkt tegen schimmels. Maar het exo-skelet van bijen is ook van chitine. Dat zou gevaarlijk kunnen zijn.

Schade: er werd in proeven geen directe en geen indirecte schade gevonden.

4. Biotine-bindende eiwitten. Deze binden aan vitamines, maar komen van nature al voor in stuifmeel en bijenbrood.

Schade: geen.

5. Glufosinaat-resistentie. Glufosinaat is een algemeen en breed werkend herbicide, gewassen met resistentie kunnen besproeid worden met het herbicide, om akkers onkruidvrij te maken.

Schade: geen directe en indirecte schade aangetoond.

## Conclusie

Bijna alle tot nu toe beschikbare GMO gewassen zijn ongevaarlijk voor bijen en hommels. Alleen de protease remmers zijn potentieel gevaarlijk, hoewel dat in de praktijk niet werd aangetoond. Natuurlijk geldt deze 'veiligheid' niet voor vlinders, waarvan de rupsen ook van de bladeren eten. Sommige genetische modificaties zijn juist bedoeld tegen de rupsen van vlinders. Daarnaast kunnen indirecte effecten wel degelijk ook belangrijk zijn voor bijen: een akker met een glufosinaat-resistent gewas zal voor bijen weinig of geen bloeiend onkruid herbergen.

De verontrusting van het publiek over GMO berust vaak op gebrek aan kennis, soms aangewakkerd door belangengroepen. Soms nemen die het niet zo nauw met de waarheid. (zie box: Bt-mais en Monarchvlinder). Natuurlijk is het wel zo dat goede richtlijnen nodig zijn voor het testen en toepassen van GMO's. Deze richtlijnen zijn er en worden consciëntieus nageleefd.

### Monarchvlinder bedreigd door Bt-mais?

De Monarch vlinder is een nationaal symbool in de Verenigde Staten van Amerika: bij jubilea en huwelijken laten Amerikanen geen ballonnen op maar ze laten Monarchvlinders los (net zoals in Azië vogels worden losgelaten). Monarchvlinders leven op en van de zijdeplant (*Asclepias curassavica*, milk weed) die als onkruid tussen de maïs staat (op de foto een andere soort milk weed met een monarchvlinder). De emoties liepen dan ook hoog op toen rupsen van de vlinder zich in een laboratoriumstudie slechter ontwikkelden op bladeren bestoven met grote hoeveelheden Bt-maïsstuifmeel. Dit werd klakkeloos vertaald naar het veld waar bladeren van asclepias soms wat maïsstuifmeel opvangen. Maar de hoeveelheid in de laboratoriumstudie was extreem hoog (de larven stikten ongeveer in het stuifmeel), bovendien was een ander Bt-type gebruikt dan dat wat in maïs was ingebouwd. Latere veldstudies hebben geen effecten van het maïsstuifmeel kunnen aantonen. Toch wordt het verhaal van de monarchvlinder nog steeds door tegenstanders van GMO gebruikt.

## Literatuur

- Malone L A, 2004 Potential effects of GM crops on honey bee health. *Bee World* 85 (2), 29-36
- Malone L A & Pham-Delègue M-H, 2001. Effects of transgene products on honey bees (*Apis mellifera*) and bumblebees (*Bombus sp.*). *Apidologie* 32, 287-304.