

Genetisch gemodificeerde gewassen

Een ontwikkeling om rekening mee te houden

Theo Elzenga

Er zijn weinig onderwerpen in de landbouw die meer discussie opleveren dan de introductie van genetisch gemodificeerde gewassen. In dit artikel wil ik een aantal vragen over genetisch gemodificeerde gewassen, ook wel transgene gewassen genoemd, beantwoorden. Wat is genetische modificatie nou precies? Waarin verschilt het van traditionele veredeling? Wie beslist er of een gewas met vreemd genetisch materiaal wordt toegelaten in Nederland? Hoe kom ik erachter of in mijn omgeving transgene gewassen worden geteeld?

Sinds prehistorische tijd zijn mensen bezig om planten en dieren geschikter te maken voor menselijk gebruik. Er bestaat nu een enorme diversiteit aan gekweekte rassen van honden, katten, koeien, duiven etc. In vergelijking met de natuurlijke voorouders geven deze rassen een indruk van de manier waarop door kruising en selectie de mens bijvoorbeeld het uiterlijk, het karakter, de kracht en de snelheid van deze dieren heeft beïnvloed. Voor landbouwgewassen is dat niet anders. De meeste kool-'soorten', spruitjes, boerenkool en koolrabi om er een paar te noemen, zijn, hoe verschillend in uiterlijk ook, afkomstig van één enkele voorouder. Het veredelen van gewassen, zodat deze een betere voedingswaarde of smaak, een hogere opbrengst of een betere ziekteresistentie verkrijgen, heeft een lange geschiedenis. Die gaat terug naar het allereerste begin van de landbouw, zo'n 10.000 jaar geleden. Het uit de natuur selecteren van de meest geschikte planten om deze in een gecontroleerde omgeving op te kweken, was de start van een lange geschiedenis van het door de mens modificeren van planten. Aan deze lange geschiedenis is de laatste tientallen jaren een controversieel nieuw hoofdstuk toegevoegd: de genetische modificatie (= verandering) van gewassen.

Transgeen

Genen zijn de dragers van de erfelijke informatie die van generatie op generatie wordt overgedragen. Genen zijn stukken DNA waarin op een gecodeerde manier deze informatie is vastgelegd. Planten die 'genetisch gemodificeerd' zijn, bevatten in hun genetisch materiaal een stukje DNA van een andere soort en daarom worden deze planten 'transgeen' (aan de andere kant van de soortgrens) genoemd. De beoogde veranderingen in het genetisch materiaal van een gewas kunnen divers zijn, maar bijna altijd gaat het om het inbrengen van een genetische eigenschap wat via traditionele veredeling van gewassen pas na een langdurig proces of in het geheel niet mogelijk is. Daarover verderop meer.

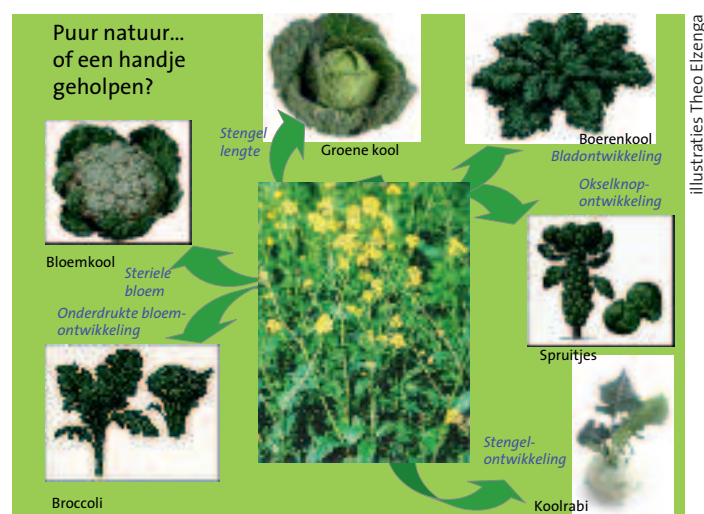
Mutatie

Wetenschappers zijn echter niet de enigen die genetische eigenschappen van de ene soort gebruiken voor verbetering of verandering van een andere soort. In de natuur komt dit proces op grote schaal voor bij bacteriën en virussen. Een zeer recent

voorbeeld is de verwekker van de Mexicaanse of varkensgriep. Het genetisch materiaal van het influenzavirus dat verantwoordelijk is voor deze griep blijkt te bestaan uit stukken van griepvirussen bij vogels, varkens en mensen. Ook bij planten en zelfs dieren zijn stukken DNA in de evolutie van de ene soort naar een andere verhuisd. Het is vrij zeldzaam dat een kruising tussen twee soorten ontstaat waarvan de nakomelingen vruchtbaar zijn, maar er hebben een aantal van dat soort kruisingen plaatsgevonden die voor de ontwikkeling van de landbouw uiterst belangrijk zijn geweest. Ook bij een dergelijke kruising ontstaan volgens de definitie transgene organismen. Zo is tarwe het resultaat van niet één, maar twee van dergelijke kruisingen. Het genetisch materiaal van tarwe bestaat uit delen van drie verschillende voorouders. Koffie heeft twee soorten als voorouders, evenals cacao en tabak. En er zijn veel meer voorbeelden.

De transgene methode

Hoe wordt een plant transgeen? Om een stukje vreemd DNA in een plant in te brengen wordt meestal (er zijn ook een aantal andere methoden) gebruikt gemaakt van de bacterie *Agrobacterium tumefaciens*. Die leeft in de grond en is in de natuur verantwoordelijk voor de knobbels en vergroeiingen op wortels en stammen van vele planten, struiken en bomen, vooral op plaatsen waar de plant beschadigingen heeft gehad. *Agrobacterium* heeft een heel bijzondere manier om aan zijn energie te komen. De bacterie smokkelt namelijk een stukje eigen DNA de plantencel binnen. Op dat stukje DNA zitten een aantal genen die de fysiologische machinerie van de plant 'kapen' en deze stoffen laat produceren die de bacterie voor zijn energiehuishouding nodig heeft. Om dat voor elkaar te krijgen moet het stukje DNA van de bacterie worden ingebouwd in het DNA van de plant. Door in het DNA van de bacterie die genen die zorgen voor de



illustraties Theo Elzenga

Door veredeling voortgekomen uit dezelfde voorouder



Boom met knobbels veroorzaakt door *Agrobacterium tumefaciens*

aanmaak van de stoffen waarvan de bacterie leeft, te vervangen door andere genen, die door de onderzoeker zijn geselecteerd, kan een gewenste eigenschap vrij snel in de plant worden gebracht. Deze techniek klinkt ingewikkeld maar hoort momenteel tot het onderwijspakket van studenten biologie en van leerlingen botanisch analist.

Waarom aandacht voor transgeen?

Wat zijn de principiële verschillen tussen traditionele veredeling en gewasverbetering met behulp van genetische modificatie? Bij traditionele veredeling is het alleen mogelijk om eigenschappen in een gewas te brengen door kruising met een ras van dezelfde soort of met een nauw verwante soort. Met genetische modificaties daarentegen kunnen genen van willekeurig welke achtergrond worden geïntroduceerd. Genen van dieren kunnen met hetzelfde gemak in planten worden ingebracht, als genen van andere planten of van schimmels. Als genen van dezelfde soort via de transgene methode worden overgebracht, noemen we dat cisge-nese (Cis betekent: aan deze kant, dus binnen de soortgrens). Bij fruitgewassen, zoals appel en aardbei, experimenteert men daar



Hoe gaat een genetische modificatie in zijn werk?

Op de wondvlakken verschijnen nieuwe planten

Onder steriele omstandigheden worden deze opgekweekt

De techniek hoort momenteel tot het onderwijspakket van studenten biologie en van leerlingen botanisch analist

illustratie: Theo Elrenga

bijvoorbeeld mee. Overigens vervaagt het verschil tussen traditionele veredeling en gewasverbetering via genetische modificatie steeds meer nu er aanwijzingen zijn dat ook op entplaatsen uitwisseling van andersoortig DNA plaatsvindt van genetisch materiaal van onderstam naar entras en vice versa.

Met een traditionele kruising worden, behalve de gewenste eigenschappen, grote hoeveelheden andere genen met vaak onbekende functie ingebracht. Door terugkruisen en selectie moeten die ongewenste genen weer worden verwijderd. Dat is vaak tijdrovend. Het is dus duidelijk waarom er zoveel aandacht is voor de transgene methode.

Redenen voor modificatie

De modificaties die door transgene technieken zijn aangebracht in gewasplanten vallen binnen de volgende drie categorieën:

- 1 Planten met een eigenschap die gewenst is om teelttechnische redenen. Hieronder versta ik bijvoorbeeld de resistentie tegen vraat door rupsen door inbrengen van het Bt-toxine. Ook de Roundup Ready-mais valt hieronder. Het gewas is resistent gemaakt tegen een bijzonder efficiënt onkruidbestrijdingsmiddel. Behandeling met het herbicide Roundup, met als werkzame stof glyfosaat, kan hierdoor tijdens de teelt plaatsvinden.
- 2 Planten die een betere voedingswaarde hebben of betere grondstoffen voor verdere verwerking leveren. Een voorbeeld hiervan is het 'Golden Rice' (gouden rijst) project. Deze planten synthetiseren door genetische modificatie β -caroteen. Deze stof is essentieel in menselijke voeding en wordt in het menselijk lichaam omgezet in vitamine A. Golden Rice kan daardoor worden ingezet in landen waar vitamine A-gebrek voorkomt. Een ander voorbeeld is de verandering van de zetmeelsamenstelling van aardappelen, waardoor het zetmeel beter geschikt is voor verwerking in biologisch afbreekbare plasticvervangers.
- 3 Planten die speciale, hoogwaardige stoffen kunnen produceren. In principe is het mogelijk om transgene planten vaccins te laten maken voor ziektes zoals hepatitis B, hondsdolheid en cholera. Planten hebben als groot voordeel dat de productie van dergelijke vaccins aanzienlijk is en dat de oogst en zuivering vrij simpel kunnen geschieden.

Teeltvergunning

In Nederland is men lange tijd bijzonder terughoudend gebleven in het afgeven van vergunningen om genetisch gemodificeerde gewassen te telen. In de VS, Argentinië, Brazilië, India, China, Paraguay en Zuid-Afrika bestaat al een aanzienlijk deel van de landbouw uit de verbouw van transgene gewassen. Het gaat hier vooral om sojaboon, mais, katoen en koolzaad. Wereldwijd is 64% van het totale areaal waarop soja wordt verbouwd, ingezaaid met transgeen materiaal. Voor katoen is dat 43%, voor mais 24% en voor koolzaad 20%. In genoemde landen zet men de risico's van de teelt van genetisch gemodificeerde gewassen af tegen de nadelen van de traditionele teelt. Zo wordt daar het nadeel van het gebruik van bestrijdingsmiddelen vergeleken met de voordelen die de teelt van genetisch gemodificeerde gewassen oplevert. Daarentegen wil men in Europa zoveel mogelijk de risico's van het gebruik van genetisch gemodificeerde gewassen beperken. Men beschouwt hier de introductie van transgene gewassen als 'risicovol, totdat het tegendeel is bewezen'. Binnen de Europese Unie is afgesproken dat lidstaten