

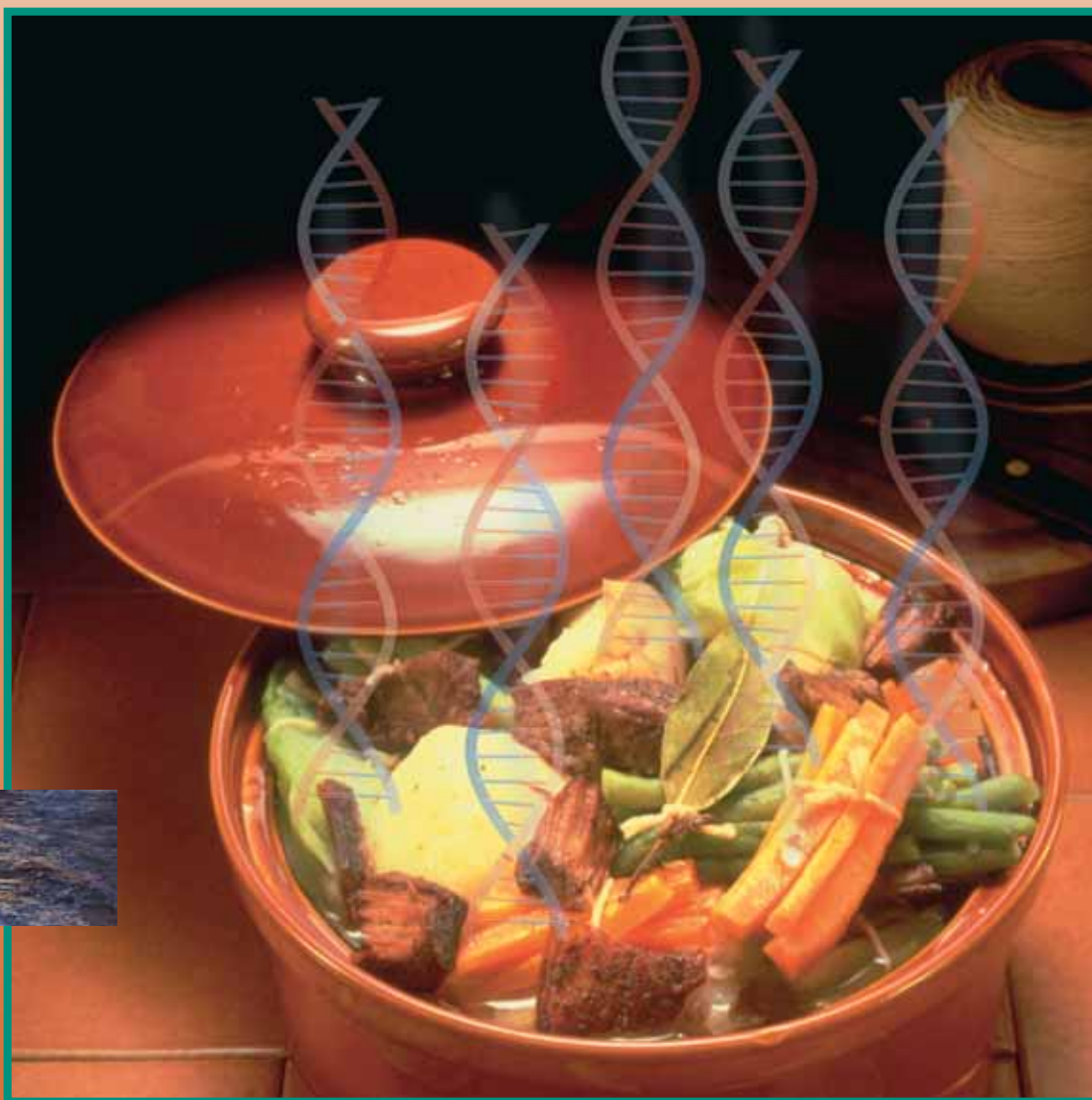
MENS :
een indringende
en educatieve
visie op het
leefmilieu

Dossiers en rubrieken
didactisch gewikt
en gewogen door
eminente specialisten

26

2de kwartaal 1997 Driemaandelijks milieutijdschrift: 'een must voor een mens'

Milieu -
Educatie,
Natuur &
Samenleving



"Gentechnologie
op ons bord"





Inhoud

Redactioneel: "Voorwoord Minister Colla"	2
Dossier: "Gentechnologie op ons bord!"	3
Lessenreeksen en symposia	20

Redactioneel

De toename van de productiviteit, de diversificatie en de kwaliteitsverbetering van voedingsmiddelen zijn sinds mensenheugenis het gevolg van technologische ontwikkelingen.

De meststoffen, de phytopharmaceutische producten, de mechanisatie, de meteorologie, de ruimtelijke waarnemingen en het landbouwkundig onderzoek hebben bijgedragen tot het tot stand komen van de 'agro-alimentatie' sector zoals wij die vandaag kennen.

Sedert een vijftiental jaren is het mogelijk om op een zeer precieze manier een welbepaald deel van het genetisch materiaal van levende organismen, waaronder ook planten en dieren, te wijzigen. Zo kan men door 'genetische modificatie' bepaalde genen uitschakelen of toevoegen aan een aardappel of een maïsplant. Door deze nieuwe technologie te koppelen aan de traditionele technieken van kruising en selectie kan de landbouwsector de dag van vandaag plantaardige variëteiten op de markt brengen met nieuwe landbouwkundige kenmerken of met gewijzigde eigenschappen als levensmiddel. Van de geoogste producten zullen duizenden levensmiddelen afgeleid worden die hetzij volledig gelijkwaardig zijn aan klassieke producten hetzij volledig nieuw zijn.

Zoals dit het geval is voor alle nieuwe ontwikkelingen roept de inbreng van de 'biotechnologie' vragen op met betrekking tot de veiligheid voor de volksgezondheid, de landbouw en het leefmilieu. In Europa en België zijn alle juridische, administratieve en wetenschappelijke middelen aangewend om deze beloftevolle ontwikkeling in goede banen te leiden en het op de markt brengen van producten afgeleid van genetische gemodificeerde organismen te omkaderen met de hoogst mogelijke veiligheid.

De verspreiding en het gebruik van genetisch gemodificeerde planten en de afgeleide voedingsmiddelen is een mondiaal fenomeen dat sedert een tiental jaren geassocieerd is met aanzienlijke en gediversifieerde investeringen.

Het gezond verstand verplicht ons ertoe rekening te houden met dit fenomeen en elke ongewenste nasleep ervan te vermijden door een grondige controle uit te voeren, geval per geval, van elk nieuw genetisch gemodificeerd organisme en afgeleid product.

Een dergelijke aanpak wordt gegarandeerd door de coördinatie tussen de gespecialiseerde federale departementen en tussen de Federale Staat en de gewestelijke verantwoordelijken voor leefmilieu en wetenschapsbeleid in de schoot van de Bioveiligheidsraad.

De actie die is ondernomen om zowel de beroepswereld als het publiek in te lichten en bewust te maken moet in stand worden gehouden door de politieke verantwoordelijken. Dit met als doel een evenwichtige en kritische informatiedoorstroming te garanderen met betrekking tot de biotechnologie in de voeding.



Het initiatief van de Mens is een uitstekend voorbeeld van een dergelijke didactische bijdrage en het is mij een ware eer om de boodschap van optimisme maar ook van voorzichtigheid over te brengen over deze "Gentechnologie op ons bord".

M. Colla

Federaal Minister van Volksgezondheid en Pensioenen

© Alle rechten voorbehouden MENS 1997

Algemene informatie en coördinatie:

Roland Caubergs

RUCA, Groenenborgerlaan, 171 - 2020 Antwerpen

Tel.: 03/218.04.21 Fax: 03/218.04.17

Onder de auspiciën van:

- Vlaamse Vereniging voor Biologie (V.V.B.)
- Belgisch Werk tegen Kanker en Vlaamse Kankerliga
- Koninklijke Vlaamse Chemische Vereniging (K.V.C.V.)
- Koninklijke Vlaamse Ingenieursvereniging (KVIV)
- Vereniging Leraars Wetenschappen (VeLeWe)
- Vereniging voor het Onderwijs in de Biologie (V.O.B.)
- Vereniging Leraars Aardrijkskunde (V.L.A.)
- Vlaamse Ingenieurskamer (V.I.K.)
- Water - Energie - Leefmilieu (WEL)
- Centrum voor Milieusanering, U. Gent
- Verbond der Vlaamse Academië (V.V.A.)
- Nederlands Instituut voor Biologen (NIBI)
- Natuur & Wetenschap
- Provinciaal Instituut voor Milieu-Educatie (PIME)
- Koninklijke Maatschappij voor Dierkunde van Antwerpen (KMDA)
- Zoo Antwerpen en dierenpark Planckendael
- Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN)
- Koninklijk Instituut voor het duurzaam beheer van de Natuurlijke rijkdommen en de bevordering van de schone Technologie (K.I.N.T.)

Kernredactie:

Roland Caubergs, Chris Thoen,

Ann Van der Auweraert, Donald Wellens

Medewerkers:

G. Boecke, J. Bury, W. De Greef, J. De Tavenier, D. Isserentant, W. Moens, M. Poppe, S. Renckens, E. Stevens, G. Van Overwalle, D. Van Steenkiste, D. Van der Straeten, H. Willekens

Adviesraad:

F. Adams, H. Bocken, J. Bosselaers, L. Brandt, A. Buekens, B. Bueno de Mesquita, R. Ceulemans, H. Clijsters, K. De Brabander, M. De Cleene, W. Declair, D. De Keukeleire, L. Deprez, D. Dubois, B. Haest, J. Kretzschmar, G. Laekeman, F. Lox, G. Magnus, F. Ollevier, J. Put, E. Schacht, N. Schamp, J. Tollenaere, A. Valcke, F. Van Assche, P. Van Cauwenberge, W. Van Cotthem, H. Vandendries, P. Van den Sande, O. Vanderborght, R. Van Grieken, J. Vangronsveld, C. van Haeren, J.P. Verbelen, R. Verheyen, W. Verstraete, K. Vlassak, D. Weytjens.

Jaarabonnement door storting op naam van:

R. Caubergs, "Tijdschrift MENS":

België: 700 BF op PCR 000-1610496-05

Verantwoordelijke uitgever:

R. Valcke (Vlaamse Vereniging voor Biologie)

Reimenhof 30, B-3530-Houthalen

Gentechnologie op ons bord!

Biotechnologie is een zeer snel groeiende wetenschap met zeer vele toepassingsgebieden. Eén ervan is de productie van nieuwe voedselvariëteiten. Doelen die men zich hierbij stelt, zijn een verhoogd aanbod aan voedsel, een betere kwaliteit, een gereduceerde prijs en bescherming van het milieu. Bij de introductie van dit 'nieuwe' voedsel rijzen er echter vragen in verband met de veiligheid, etikettering, behoefte en ethische aspecten. Wie wil begrijpen wat op hem afkomt en een bewuste keuze wil maken, heeft nood aan kennis en objectief verantwoorde informatie. 'Mens' speelt hierop in en brengt met 'Gentechnologie op ons bord' wetenschappelijk verantwoorde informatie over biotechnologie in onze voeding, meer bepaald in onze plantaardige voeding. Welke producten zijn er al en welke kunnen we nog verwachten, wat verstaat men onder moderne biotechnologie en is deze ontwikkeling een stap voor- of achteruit? Aan u om na het lezen van dit tijdschriftje zelf te oordelen!

Eten, wat een werk...

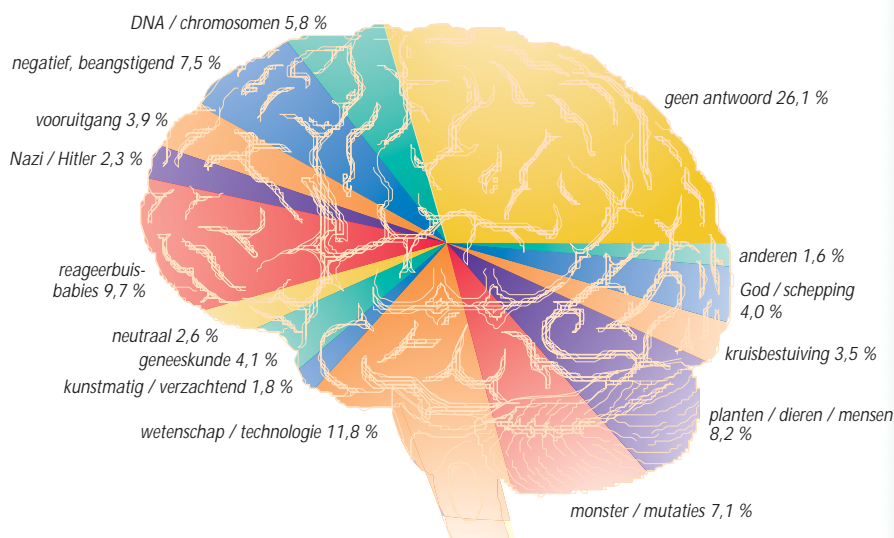
Een belangrijk deel van onze tijd eten wij. En niet zo'n klein beetje. Per dag verorberen we gemiddeld

per persoon zo'n twee en halve kilo. Een aanzienlijk deel daarvan is vocht. Dat betekent dat er per dag in België rond de 25 miljoen kilo voedsel en drank wordt geconsumeerd. Maar waar moet al dat voedsel vandaan komen?

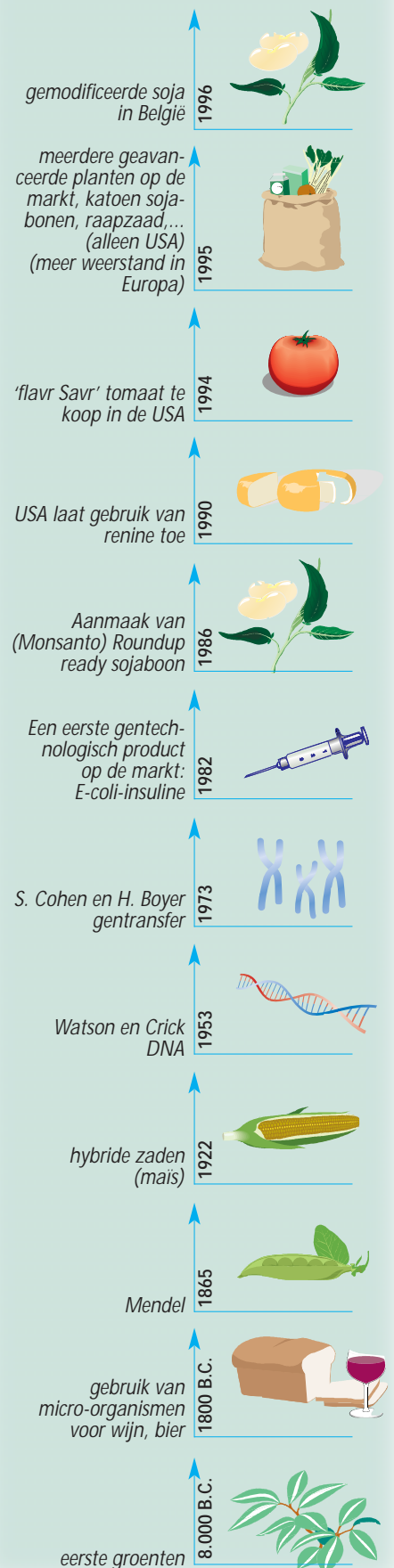
Al zolang er mensen zijn, proberen ze de productie van voedsel te beheersen. Door de eeuwen heen is de mens er steeds op uit geweest zijn voedselvoorziening te verbeteren door de natuur naar zijn hand te zetten. Door bewust opgezette fok- en veredelings technieken verkreeg men in de loop der tijden steeds betere gewassen en landbouwdieren. Het nut van micro-organismen (bacteriën, schimmels en gisten) is ook reeds lang gekend. Denk maar aan de bereiding van wijn, bier en brood. Dat ook yoghurt, kaas, salami en ham door fermentatie worden bekomen, is minder bekend en de meeste mensen zijn totaal verbaasd als ze horen dat producten zoals tabak, cacao, koffie en thee hun gewenste smaak krijgen dank zij de inwerking van micro-organismen.

De eerste bereidingen zijn spontaan ontstaan: druivensap bleek bij bewaring te gisten en een aangename smaakverandering te ondergaan, melk werd zuur en schiftte maar toch kon men uit wat er van overbleef iets eetbaars maken,...

Bevraging door de Rutgers Universiteit (New Brunswick) bij de inwoners van New Brunswick over hun spontane associatie met het begrip biotechnologie.



10.000 jaar voedselproductie



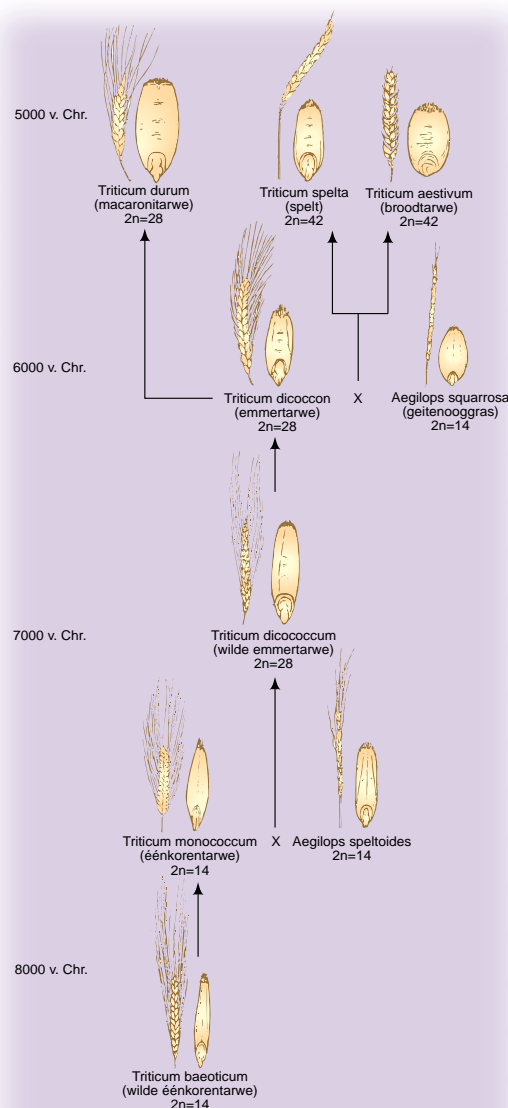
Dergelijke spontane processen liepen echter dikwijls fout en het eindresultaat was niet altijd eetbaar. Daarom werd reeds lang geleden geprobeerd deze vergistingen beter te beheersen, bijvoorbeeld door een betere controle van de temperatuur maar ook door een nieuwe vergisting te laten starten door deze te mengen met een deel van een vorige geslaagde bereiding. Onbewust gebruikte men zo een entcultuur. Eind vorige eeuw, met het werk van Pasteur, kwam er een grote doorbraak. Het werd mogelijk net die micro-organismen af te zonderen die zorgen voor een fijne smaak van het product en enkel deze in de fermentatie te gebruiken. In handen van creatieve mensen gaven reinculturen reeds aanleiding tot ongekende variëteiten aan smaken. Denk maar aan de vele Belgische bierspecialiteiten die in moderne installaties met streng gecontroleerde stammen gemaakt worden.

Biotechnologie in de voeding

Sinds het begin van deze eeuw hanteren landbouwkundigen en biologen systematisch klassieke technieken zoals selectie en kruisbestuiving waarbij ze doelbewust mutaties gebruiken om nieuwe genetische combinaties te vormen. Deze conventionele methoden, die algemeen door het publiek aanvaard worden, resulteren in grotere opbrengsten van gewassen en dieren. De hybride maisvariëteiten die in de jaren 30 in de Verenigde Staten ontwikkeld werden, maakten het bijvoorbeeld mogelijk de productiviteit van maïs te verdubbelen.

En de 'groene revolutie' die Azië in de jaren 60 gekend heeft, vindt haar wortels in het onderzoek dat Japan en China in de jaren 40 naar de genetische eigenschappen van dwergsoorten van graan en rijst uitgevoerd hebben.

De klassieke veredelingsmethoden zijn echter een tijdrovend en daardoor duur proces. De nieuwe variëteit die ontstaat door kruising bevat de helft van de kenmerken van de ene ouderplant, gecombineerd met de helft van de kenmerken van de andere ouderplant.



Enkel nauw verwante organismen kunnen gekruist worden. Hierop is in de biologie de definitie gebaseerd van het soortbegrip: individuen behoren tot één soort wanneer ze in natuurlijke omstandigheden met elkaar kunnen kruisen en vruchtbare nakomelingen produceren. Een soort is dus een voortplantingsgemeenschap waarbinnen erfelijk materiaal kan worden uitgewisseld. In sommige gevallen kunnen twee soorten toch kruisen maar dan zijn de nakomelingen meestal steriel. Zo behoren ezels en paarden tot twee verschillende soorten omdat hun nakomelingen (muilezels en muilrassen) niet vruchtbaar zijn. Soms wordt de barrière tussen soorten doorbroken met vruchtbare nakomelingen als gevolg. Tarwe is zo ontstaan door versmelting van twee wilde grassoorten, die in het Midden-Oosten nog altijd afzonderlijk voorkomen. De kruising van 2 soorten heeft aanleiding gegeven tot vruchtbare nakomelingen. Het verhogen van het chromosomenaantal heeft geleid tot graankorrels met meer zetmeel.

Bij veredeling van de plant komt het er echter op aan slechts één of een beperkt aantal kenmerken (grote vruchten, schimmelresistentie,...) over te dragen. Daarom moet dit kruisingsproces gevolgd worden door een langdurig proces van terugkruisen tot ongewenste kenmerken uitgezuiverd zijn. Bovendien kunnen enkel die variëteiten die nauw met elkaar verwant zijn gekruist worden zodat het aantal mogelijkheden om een verbeterd gewas te ontwikkelen beperkt zijn.

Genetische modificatie - de kern van de moderne biotechnologie

Tegenwoordig maakt de mens steeds meer gebruik van moderne biotechnologische methoden bij het produceren van voedsel, waarbij het tijdrovende selectiewerk drastisch kan worden ingekort.

Recombinant DNA technologie is de term voor een ganse serie aan technieken die gebruikt worden om de erfelijke informatie van organismen te wijzigen door het invoegen (of uitschakelen) van stukjes DNA, de molecule die de erfelijke informatie draagt (zie wetenschappelijk luik). Met behulp van deze technieken is het mogelijk één bepaald kenmerk uit een organisme te isoleren en in een ander organisme binnen te brengen. Deze kunstmatige DNA-inbreng is een nieuw biologisch feit. De extra kracht, in vergelijking met de klassieke en natuurlijke veredelingsprogramma's, ligt hem in de mogelijkheid 1) veel gerichtere nieuwe eigenschappen aan organismen toe te voegen en 2) erfelijke informatie van niet-verwante soorten in organismen in te brengen.

Genetisch gemodificeerde micro-organismen (GGO's) of 'transgene organismen' worden nu reeds gebruikt om enzymen met verbeterde karakteristieken te produceren of om enzymen eenvoudiger te kunnen isoleren. Een gekend voorbeeld is dat van renine, een enzyme dat bij de kaasbereiding wordt gebruikt. Normaal werd dit enzyme geïsoleerd uit de maag van jonge kalveren. Door dit eiwit in gist te laten aanmaken werd de productie ervan niet alleen eenvoudiger maar ook diervriendelijker.

Moderne biotechnologie laat ook toe eigenschappen van schimmels, bacteriën, insecten (eigenlijk van om het even welk ander organisme) aan planten toe te voegen. De mogelijkheden zijn enorm en veelbelovend. Men kan gewassen produceren die niet alleen beter zijn van kwaliteit (voedingswaarde, houdbaarheid,...) maar ook meer bestand zijn tegen ziekten, koude, vorst, droogte,...



Gentechnologie in de supermarkt...

Het veredelen van planten met behulp van biotechnologische technieken is nu zo ver gevorderd dat de eerste producten (genetisch gewijzigde soja, koolzaad, tomaat, cichorei en maïs) op de Europese markt aangeboden worden.

Twee recent commerciële toepassingen, sinds eind 1996 ingevoerd in Europa, zijn de insectresistente maïs van Ciba-Geigy en de glyfosaat-tolerante soja van Monsanto. Ze werden ontwikkeld en geanalyseerd in de Verenigde Staten en zijn het resultaat van meer dan 10 jaar intensief onderzoeks- en ontwikkelingswerk.

Insectresistente maïs

Maïs is één van de drie belangrijkste gewassen ter wereld. Maïskorrels bestaan uit 80% zetmeel, 10% eiwitten, 4,5% vetten, 3,5% vezels en 2% mineralen. Het grootste deel (80 tot 85%) wordt verwerkt als veevoeder, het resterende deel wordt gebruikt in de levensmiddelenindustrie of in industriële producten zoals ethanol en papier.

Maïs is echter zeer gevoelig voor de stengelboorder, een insectenlarve die zich doorheen de maïsstengel vreet en het water en voedingstransport van de plant verstoort. Hierdoor verzwakt de maïsplant en de stengel kan afknakken. In de stengel is de larve relatief goed beschermd tegen de omgeving zodat grote hoeveelheden biologische of chemische insectenverdelgers (pesticiden) gebruikt moeten worden voor haar vernietiging. Alleen al in de Verenigde Staten loopt het bedrag voor pesticiden op tot 20 a 30 miljoen \$ per jaar.

Desondanks gaat jaarlijks nog gemiddeld 7% van de maïs wereldwijd verloren door dit schadelijk insect.

Reeds ongeveer 30 jaar wordt de bodembacterie *Bacillus thuringiensis* gebruikt als biologisch bestrijdingsmiddel. Deze bacterie produceert tijdens haar levenscyclus een eiwit dat als een kristal in de natuur terecht komt en daar onschadelijk is, behalve als het opgenomen wordt door insectenlarven. In de darm van de insectenlarven lost het kristal op en maakt de darmwand lek voor ionen waardoor het metabolisme verstoord wordt en de larve sterft. Enkel een beperkte groep insecten is gevoelig aan dit eiwitkristal. Voor mensen, koeien en andere organismen is het volledig onschadelijk. Het gebruik van het eiwit mag in de groententeelt zelfs gebruikt worden tot de dag van de oogst.

Wetenschappelijk onderzoek toonde aan dat het kristaleiwit van *Bacillus thuringiensis* door slechts één gen gecodeerd wordt, zodat het zeer geschikt is voor biotechnologische gewasveredeling. Gebruik makend van de recombinante DNA-technologie werd dit gen overgebracht naar de maïsplant. Vervolgens werd aangetoond dat deze genetisch gemodificeerde maïsplanten het eiwit dat schadelijk is voor de maïsboorder inderdaad aanmaken en aldus resistent worden aan de larve van de maïsboorder. Bijgevolg sterft de larve zodra ze zich met de plant begint te voeden.

Met deze biotechnologisch veredelde maïsvariëteit kan een belangrijk probleem in de landbouw opgelost worden.



Maïs aangetast door de stengelboorder in vergelijking met BT-getransformeerde maïs.



De stengelboorder: de larve van *Ostrinia nubilalis*.

Als bijkomend voordeel, doch niet minder belangrijk, vermindert de teelt van deze biotechnologische variëteit het gebruik van milieuonvriendelijke pesticiden.

Herbicideresistente soja

Soja is voor de meesten onder ons een vrij onbekend gewas, aangezien slechts 1% van de wereldproductie in Europa geproduceerd wordt. Toch is het een gewas dat een enorme impact heeft op onze voedingsgewoontes. Ongeveer 60% van onze levensmiddelen bevatten sojacomponenten. Soja wordt niet alleen teruggevonden in sojamelk, sojaboter en tofu (eiwitrijk vleesvervangend product) maar ook als meel in brood, gebak en koekjes, als lecithine in vitaminepreparaten, chocolade en ijscreem, als olie in saladedressings, margarine en mayonaise en als bindmiddel in soepen en sauzen.

Het verbouwen van soja wordt bemoeilijkt door het opschieten van allerlei onkruiden die de sojaplant in zijn groei belemmeren of zelfs de plant verstikken. Ter bestrijding nemen de meeste telers hun toevlucht tot herbiciden. Meestal wordt in een groeiseizoen verschillende keren gesproeid met onkruidverdelgers, meestal onder de vorm van een herbicidencocktail. Soms worden deze zelfs aan de grond toegevoegd nog voor de sojaplanten opkomen. Er zijn vele soorten onkruidverdelgers maar zij hebben alle gemeen dat hun werking niet specifiek is voor het onkruid maar ook het gewas aantast. Toch zijn sommige minder schadelijk voor het milieu dan andere.

Eén van de meer milieuvriendelijke onkruidverdelgers is glyfosaat. Zie ook

Resistent koolzaad weerstaat een
behandeling met Basta, een herbicide.



herbicidegebruik met 30%.
Bovendien wordt zo het gebruik
van een minder schadelijke
onkruidverdelger gestimuleerd.

Producten in de pijlijn

De intrede van genetisch gemodificeerde soja en maïs in de Europese Gemeenschap in de herfst van 1996 heeft zodanig de aandacht van de media vastgehouden, dat men erg weinig weet heeft van andere producten die ofwel al op de markt zijn, of er binnenkort aankomen.

Het meest bekende geval is dat van de langer houdbare "Flavr Savr" tomaat, die ook al sinds het voorjaar van 1996 in

Engeland vrij te koop is, tenminste in de vorm van tomatenpuree.

De belangrijkste nieuwe producten die dit jaar zeker verschijnen zijn een aantal toepassingen van insectresistentie in de aardappel en nieuwe insect- en/of herbicide resistente variëteiten van maïs, soja en katoen. Voor Europa is, als 'nieuwigheid', de massale aanplanting in Canada van genetisch gemoduleerd koolzaad, van het meeste belang.

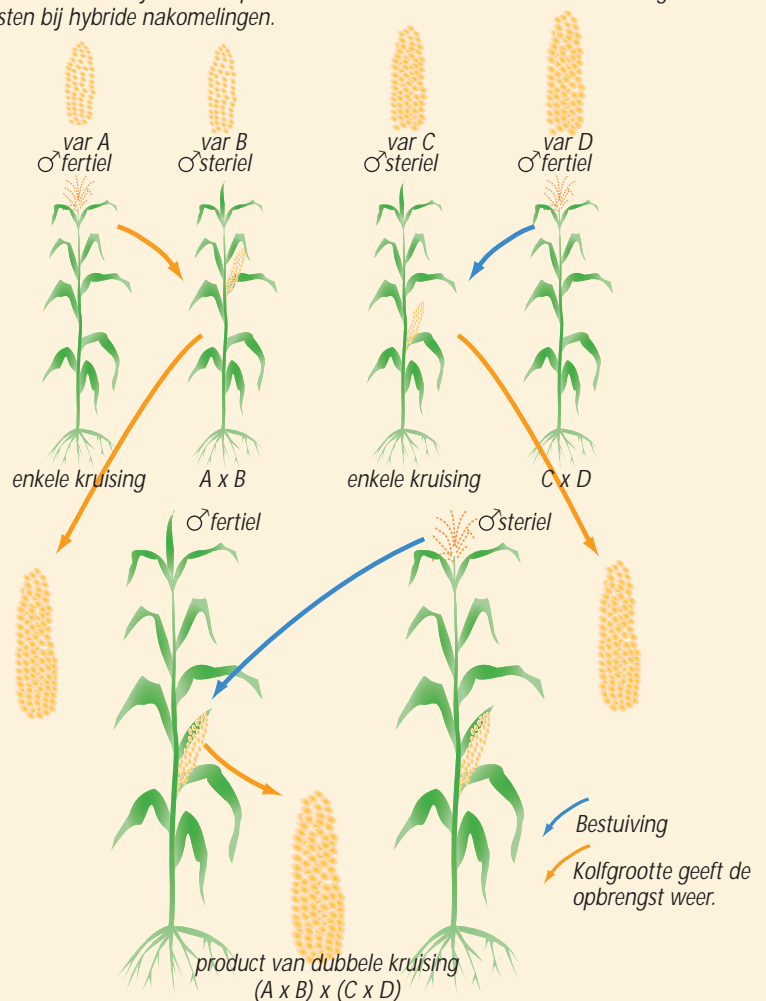
Het is eigenlijk heel eenvoudig om een goed overzicht te krijgen van de producten die er aankomen. Het is namelijk zo dat nogal wat nationale overheden hun besluiten over de toelating om nieuwe gewassen met genetische modificaties,

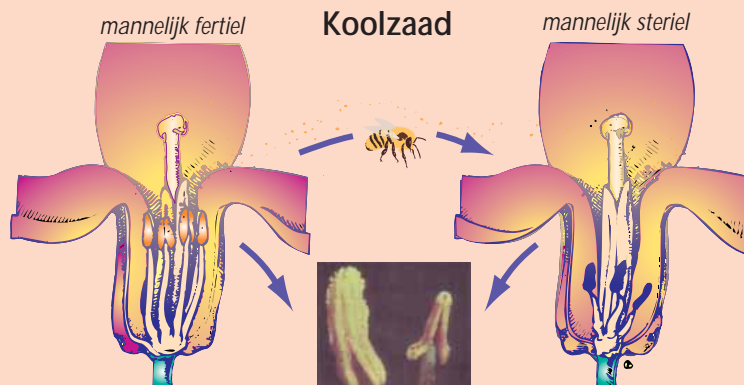
MENS nr 5. Glyfosaat (merknaam Roundup) is niet kankerverwekkend of giftig voor mens en dier, het stapelt zich niet op in de plant en bovendien breekt het product snel af in de bodem. Glyfosaat werkt in op een enzym (EPSPS-5-enoyl-pyruvyl shikiminezuur-3-fosfaat synthase) dat betrokken is bij de aminozuursynthese van planten maar niet van dieren. Aminozuren zijn onontbeerlijk voor de groei zodat na besproeiing met glyfosaat het onkruid maar ook het gewas sterft.

Onderzoekers hebben van een bepaalde bodembacterie een enzym geïsoleerd dat zeer sterk gelijkt op het planten-enzym dat zo belangrijk is in de aminozuursynthese. Het heeft dezelfde functie maar het is niet gevoelig voor glyfosaat. Met behulp van biotechnologische technieken werd het gen van dit enzym, overgebracht van de bacterie naar de plant (in dit geval soja). Wanneer deze genetisch gemodificeerde soja besproeid wordt met Roundup, behoudt het bacterieel enzym zijn activiteit en de plant kan ongehinderd verder groeien. Het ongewenste onkruid sterft echter af.

Het gebruik van deze soja biedt meerdere voordelen, althans volgens de producenten. In plaats van een herbicidecocktail volstaat het om slechts één herbicide te gebruiken. De landbouwer kan wachten met sproeien tot er zich een onkruidprobleem voordoet en hij kan gericht werken op die plaatsen waar overvloedige groei optreedt. Er zouden op die manier minder herbiciden nodig zijn voor een efficiëntere bestrijding van het onkruid. Deskundigen verwachten een vermindering van het

Het gebruik van mannelijke steriele planten leidt via een dubbelcross-methode tot grotere opbrengsten bij hybride nakomelingen.





Kruisbestuiving is een techniek waarbij het stuifmeel van de ene plant terecht komt op de stamper van de andere plant van dezelfde soort. De nakomelingen die na deze kruising en bevruchting bekomen worden noemt men F1-hybriden. De bedoeling is de goede eigenschappen van de twee ouderplanten (lange houdbaarheid, verhoogde opbrengst, gewenste smaak) te combineren. Om natuurlijke zelfbestuiving van de ouderplanten te verhinderen werd vroeger de bloeiwijze die de mannelijke meeldraden bevat manueel weggeknipt. Bij maïs is dit een relatief eenvoudige opdracht.

Voor andere planten zoals koolzaad, is het onmogelijk meeldraden manueel te verwijderen. Mannelijke steriliteit bekomt men hier door chemische besproeiing. Met de komst van de r-DNA-technieken kan men rechtstreeks of onrechtstreeks ingrijpen in het proces van de pollenvorming waardoor mannelijke steriele planten ontstaan die nodig zijn voor de vorming van de gewenste F1 hybriden. Achteraf kan men ervoor zorgen dat de F1 generatie opnieuw fertil is zodat men met deze gewenste variëteit verder kan kweken. Mannelijke steriliteit biedt enorme mogelijkheden om in de toekomst sneller gewenste hybriden te maken.

publiceren op het internet. Een paar kliks laten iedereen toe om bijvoorbeeld te zien welke gewassen dit jaar in de Verenigde Staten mogen verbouwd worden. Automatisch weet men dan ook welke gewassen in het najaar op de markt zullen komen. Deze informatie kan gevonden worden door de website van het VIB (Vlaams Instituut voor Biotechnologie) op te zoeken (<http://www.vib.be>), en van daaruit naar de USDA- APHIS pagina door te klikken.

Het aantal verschillende kenmerken die in gewassen ingebracht worden, neemt ook uitbreiding. Het gaat al lang niet meer alleen over herbicide resistentie, insectresistentie of houdbaarheid.

- Er zijn reeds een aantal variëteiten goedgekeurd van meloen die resistent gemaakt zijn tegen een plantenvirus. Ook in andere gewassen worden virus-resistente rassen klaargemaakt voor de markt.
- In koolzaad werden dan weer variëteiten ontwikkeld met een andere samenstelling van de olie. Dit laatste soort toepassingen wordt ook in de toekomst zeer belangrijk, omdat men op deze manier bijvoorbeeld het gehalte aan ongewenste verzadigde vetzuren (vanuit het standpunt van de gezondheid van het voedsel) sterk kan doen dalen. Het werk op vetzuur-samenstelling van plantaardige oliën is een voorbeeld van wat de biotechnologie van planten in de toekomst kan bijdragen aan de volksgezondheid. Ook voor meer technologische toepassingen zijn in samenstelling gewijzigde plantaardige oliën erg interessant.

- In de aardappel werd een modificatie verkregen die de samenstelling van het zetmeel verandert.

Eén van de absolute toppers (technisch gesproken) van genetische modificatie in planten is de ontwikkeling van systemen om naar wens hoogproductieve hybride variëteiten van gewassen te produceren. Dit hoogstandje werd gerealiseerd door het Gentse biotechnologiebedrijf Plant Genetic Systems (PGS) door de introductie van op DNA techniek gebaseerde mannelijke steriliteit. Transgene hybride rassen van koolzaad en maïs zijn al op de markt in Canada en de VS. De methode wordt binnenkort ook geïntroduceerd in een aantal groentesoorten zoals witloof, bloemkool en sla.



Naast maïs en soja werden reeds andere soorten getransformeerd zoals koolzaad (Canola - colza) waarbij naast herbicide-resistentie ook de oliesamenstelling via gentechnologie werd aangepast aan specifieke vereisten. Koolzaadproducten worden gebruikt in cosmetica en de suikerbakkerij, als smeermiddel, als voedingsolie met verhoogd onverzadigd vetzuurgehalte...

De volgende jaren zijn er nog een aantal belangrijke vernieuwingen op komst.

- Er is de ontwikkeling van rassen die resistent zijn tegen plantenziekten veroorzaakt door een aantal schimmels, bacteriën en nematoden. Deze rassen houden de belofte in dat het gebruik van pesticiden, om deze ziekten te bestrijden, stilaan kan verminderen. Met name de bestrijding van nematoden (aaltjes) vereist momenteel chemicaliën die zeer belastend zijn voor het milieu en er wordt met veel belangstelling uitgekoken naar een genetisch alternatief.
- Er is een lange lijst van kenmerken op komst die veel directer dan in het verleden inspelen op behoeften van de consument. Hoofddoel is de houdbaarheid van verse levenswaren op een natuurlijke manier te verlengen.

Veel van de verse levensmiddelen die we nu kopen worden chemisch behandeld of bestraald (radicaal vorming!) om zolang mogelijk vers te blijven. De 'Flavr Savr' tomaat toont aan dat je hetzelfde resultaat (of beter) ook kan bekomen door de eigenschappen van de plant zelf te veranderen. Naast de tomaat zijn er op korte termijn ook beter houdbare meloen en aardbei op komst.

- Een andere toepassing van dezelfde technologie in snijbloemen leidde tot een variëteit van anjers die langer fris blijft in een boeket. Er wordt ook intensief gewerkt aan de creatie van gelijkaardige rassen van andere snijbloemen.

Wat betreft de plantensoorten die voor dit soort toepassingen in aanmerking komen, zal de huidige lijst van zes (maïs, soja, tomaat, aardappel, koolzaad, katoen) in de komende jaren aangevuld worden met tientallen andere soorten.

Er wordt experimenteel gewerkt met meer dan honderd verschillende plantensoorten. Een paar tientallen daarvan zullen we binnen de vijf jaar ook in de winkel vinden. De belangrijkste vanuit voedingsoogpunt zijn tarwe, rijst, gerst en zowat alle belangrijke leveranciers van zetmeel, eiwitten en vetten (de drie belangrijkste componenten van onze voeding).

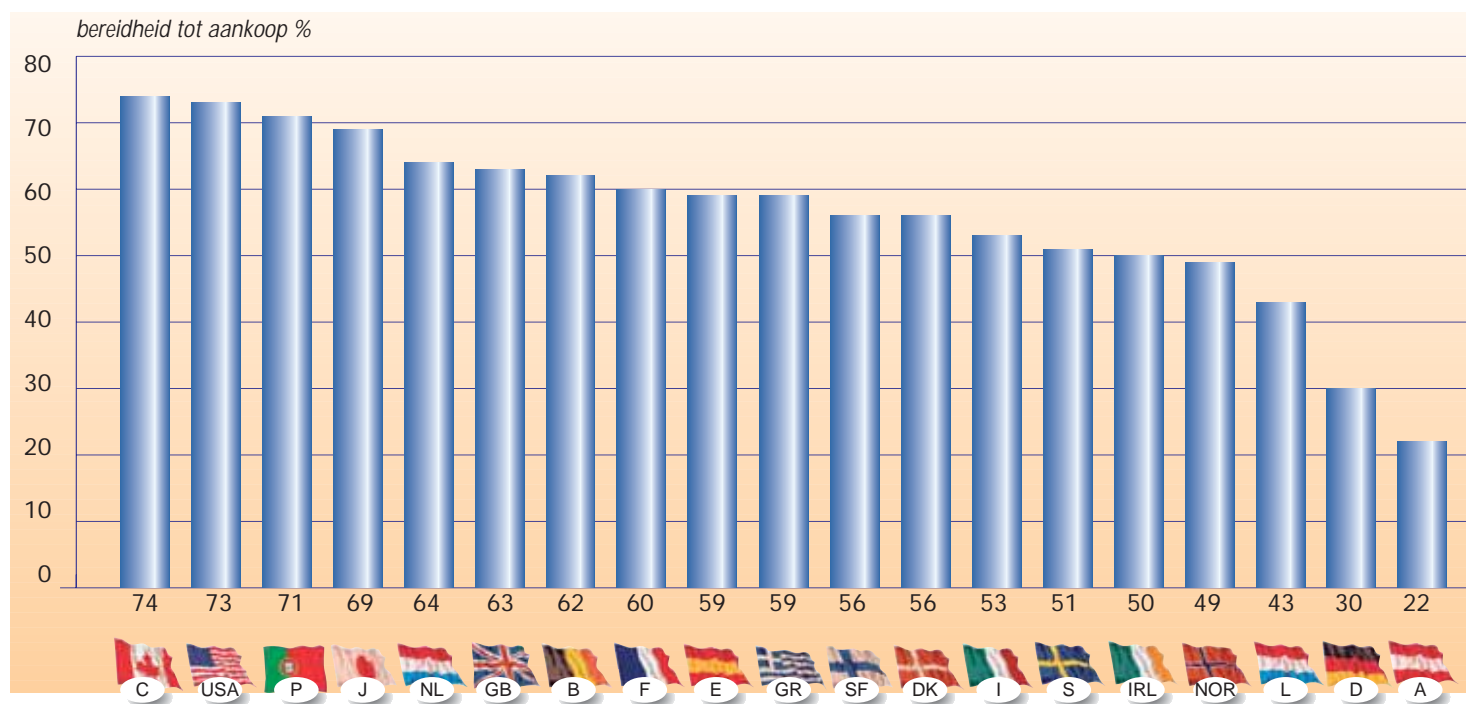
Maar ook voor gewassen die geteeld worden als grondstof voor de nijverheid is veel op komst. Transgeen katoen is er nu al. Transgeen vlas is bijna klaar voor commerciële introductie. Aan de productie van transgene bomen, vooral populieren en een aantal dennesoorten wordt hard gewerkt.

Novel Foods

De introductie van GGO's heeft een nieuwe term in het leven geroepen: 'Novel Foods'. Voedingsmiddelen en voedingsingrediënten die GGO's zijn, GGO's bevatten of afgeleid zijn van GGO's behoren hiertoe, hoewel de term ook gebruikt wordt voor nieuwe voedingsmiddelen bekomen door klassieke technieken.

Men kan vier verschillende categorieën van 'nieuwe' voedingsmiddelen onderscheiden die rechtstreeks of onrechtstreeks geproduceerd worden met moderne biotechnologie-technieken:

- deze waar voedsel zelf het resultaat is van een recombinant-DNA ingreep (fruit en groenten o.a. soja, maïs,...)
- voedingsmiddelen waarin zich nog genetisch gemodificeerde micro-organismen bevinden op het ogenblik van de consumptie (gefermenteerde levensmiddelen zoals yoghurt, kaas,



Maïs transgénique et déficit démocratique

BIOTECHNOLOGIES

L'éthique en question

Le ministre van Landbouw, M. Colla, a une perte de contrôle de son utilisation, note le président de l'Inra. De l'union de variétés résistantes à l'herbicide, on a fait un produit, ne s'agit-il pas d'une manipulation génétique? Les produits génétiquement modifiés sont-ils sûrs? Les produits génétiquement modifiés sont-ils sûrs? Les produits génétiquement modifiés sont-ils sûrs?

Voedingsmiddelen die geproduceerd worden via tussenkomst van een enzym of eiwit bekomen via r-DNA technologie (renine bij de kaasproductie, amylasen om brood langer vers te houden,...)

Voedingsstoffen geproduceerd door GGO's, vooral niet-eiwitten (suiker uit transgene bieten, olie uit koolzaad, voedingsadditieven zoals zoetstoffen, bewaarmiddelen, kleurstoffen,...)

Vele Novel Foods zijn marktrijp, maar de angst van het publiek - en dus ook van de politici - heeft hun introductie afgeremd. Naargelang de categorie waartoe een Novel Food behoort, is de reactie van de consument anders. Wanneer het gaat om eiwitten die ingezet worden in de gezondheidszorg (vb. productie van insuline) hebben mensen weinig bezwaren. Ook het gebruik van afgeleide producten zoals enzymen (vb. in waspoeder) geeft geen problemen maar het rechtstreeks consumeren van genetisch gemodificeerde organismen ligt duidelijk gevoeliger.

Krantenkoppen duiden op de bezorgdheid die rond biotechnologische producten heerst. Mensen stellen zich vragen en verschillende maatschappelijke groeperingen waaronder Greenpeace, Agalev, Wervel (Werkgroep voor Een Rechtvaardige en Verantwoorde Landbouw), de Europese Boerenvereniging, de Belgische Boerenbond, het Vlaams Agrarisch Centrum, Bond Beter Leefmilieu, NCOS, Broederlijk Delen, Oxfam wereldwinkels, Vita Vitalis, ... maken zich zorgen over de ecologische, sociaal-economische en politieke gevolgen van de biotechnologie - toepassingen en de mogelijke risico's voor de gezondheid. Diverse groeperingen voeren dan ook acties tegen de consumptie voor gemodificeerde producten. Zo is de introductie van gewijzigde soja in België niet zonder beroering gegaan. Denk maar aan de grootscheepse campagne van Greenpeace in oktober 96 om de consument

de dans les
hume du sud
un pas mené à
ces si elle ne
une trilogie
modification
des agriculteurs
une échelle
icides. Les
pratiques
à se faire
tiques an-
question le
le emprunté
ante ans...
des acien-
de des pre-

te waarschuwen voor de massale
komst van de Roundup Ready sojabonen
van Monsanto.

De vele consumenten hebben duidelijk gevoelens van twijfel en bezorgdheid en de indruk ontstaat dat de mogelijke risico's rond gemodificeerd voedsel en de productie ervan door de producenten niet ernstig worden genomen. Niets is minder waar. Er wordt uitgebreid wetenschappelijk onderzoek gedaan, maar de overdracht van de informatie naar de consument toe laat echter te wensen over. Daarom zal in dit dossier onder de rubriek : - Een stap voor- of achteruit - dieper op de respectievelijke voor- en nadelen van het gebruik van gemodificeerde planten ingegaan worden

BIOTECHNOLOGIES

Soja, soja pas ?

Les aliments modifiés
par génie génétique
présentent-ils des
risques réels pour
la santé humaine ?
Greenpeace insiste en
tout cas sur la nécessité
de mieux informer
le consommateur.

Greenpeace

Greenpeace rukt uit tegen in

Leidende het hele weekend voor de milieu-organisatie Greenpeace's actie om te verhinderen dat vruchten genetisch gemodificeerde sojabonen Europa worden binnengebracht.

ACTUALITE

FAUT-IL AVOIR PEUR DE...

Plantes mutantes, vaches folles, antic...

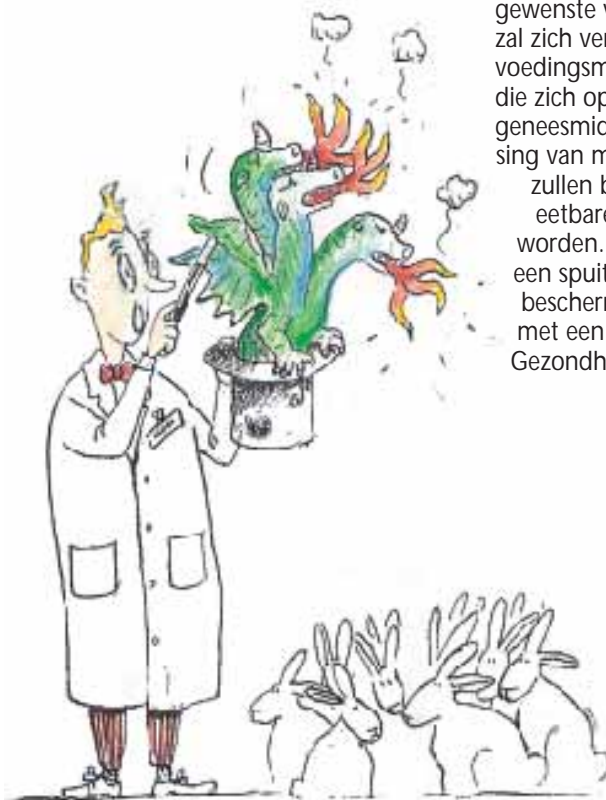
En de toekomst?

Zolang de publieksacceptatie een probleem vormt, zal de introductie van biotechnologie in de voeding voorlopig beperkt blijven.

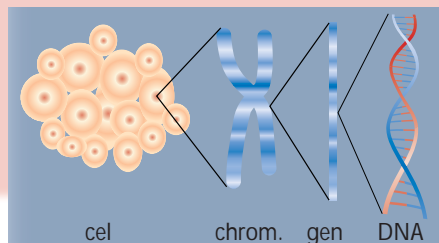
Maar ondertussen staat het onderzoek niet stil en werkt men reeds aan de toepassingen van morgen. Zo ontwikkelt men ondermeer "zelfreinigende" melkzuurbacteriën die een infectie van ongewenste en zelfs mogelijk gevaarlijke micro-organismen tijdens de kaasfermentatie kunnen tegengaan.

Het gebruik van genetisch gemodificeerde organismen zal ook leiden tot de ontwikkeling van (volledig) nieuwe voedingsmiddelen. Nu reeds is het mogelijk gefermenteerde dranken te produceren met nieuwe, fruitige smaken.

De tendens om voedingsstoffen in verschillende organismen aan te maken en nadien samen te voegen tot het gewenste voedingsmiddel (food design) zal zich verder zetten. Bij de nieuwe voedingsmiddelen zijn er ook producten die zich op de grens tussen voeding en geneesmiddel bevinden. Door toepassing van moderne biotechnologie zullen bijvoorbeeld in de toekomst eetbare vaccins een gewone zaak worden. Geen inenting meer door een spuitje, men zal zich kunnen beschermen tegen infectieziekten met een hapje of een drankje... Gezondheid!



Zijn biotechnologen
leerling-tovenaars ?



Bio-technologie

Het woord biotechnologie bestaat uit twee delen: bio, dat aangeeft dat het met leven te maken heeft en technologie, dat laat zien dat er menselijke kunst en vaardigheid aan te pas komen. In ruime zin bedoelt men met het begrip biotechnologie het gebruik van (micro-) organismen of delen van organismen voor de productie van stoffen. Moderne biotechnologen maken hiervoor gebruik van technieken gebaseerd op moleculaire biologische kennis, eventueel in combinatie met andere technieken.

Erfelijkheid

De eigenschappen van mensen, dieren, planten en micro-organismen worden mede bepaald door de erfelijke eigenschappen van de ouders. In alle cellen van organismen (bacteriën, schimmels, planten, dieren en mensen) ligt deze erfelijke informatie in het DNA (DeoxyriboNucleic Acid). Het DNA is een langgerekt spiraalvormige dubbelstrengige molecule die de genetische code bevat, bestaande uit 4 verschillende bouwstenen, de zogenaamde organische basen Adenine (A), Guanine (G), Cytosine (C) en Thymine (T). Voor alle levende wezens bestaat een dergelijke code, uiteraard verschillend voor iedere soort.

.....GATTCCAAGCTAATTGCTACGGGTA
ACTAAGGTTTCGATTAACGATGCCC ...

Dit zou een fragmentje kunnen zijn van een DNA-code. Eén en ander kan het beste vergeleken worden met de morse-code. Hierbij kan men met twee verschillende symbolen (de punt en de streep) ieder bericht coderen, verzenden en reproduceren. Zo ook draagt de rangschikking van de vier basen, in een

speciale volgorde (sequentie), alle gedetailleerde informatie die nodig is voor de constructie van een nieuw organisme.

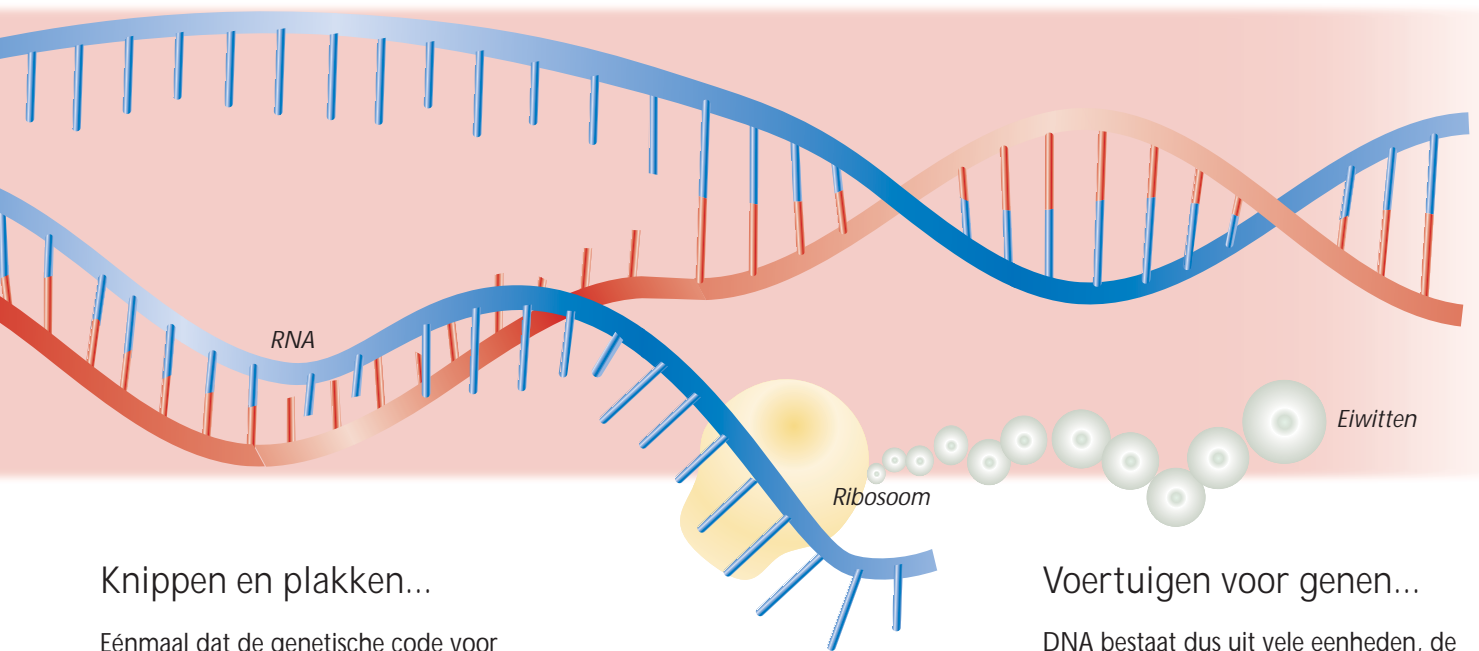
Het DNA komt echter niet voor als naakte strengen maar is opgewonden rond speciale eiwitten. Bij de celdeling worden de DNA-eiwitcomplexen zo sterk samengevouwen dat ze zichtbaar worden onder een microscoop: de chromosomen. Zo bevat een menselijke cel 46 chromosomen (2x23), een aardappelplant 48 chromosomen (2x24), enz. Ook in het nummer 8 van MENS werd de structuur van het DNA besproken.

In vele gevallen is het reeds mogelijk aan te geven welk stukje van het DNA verantwoordelijk is voor een bepaalde erfelijke eigenschap (identificatie). Zo'n stukje DNA, een gen, bevat de informatie die het organisme nodig heeft om bijvoorbeeld witte bloemen of grote vruchten te maken. Om een mens samen te stellen zijn er zo'n 100.000 kenmerken nodig. Elk gen codeert namelijk voor de productie van een bepaald eiwit in de cel. Een eiwit is opgebouwd uit aminozuren en verantwoordelijk voor een bepaalde structuur of functie in de cel. De decoding van het stukje DNA dat in de kern zit naar een eiwit dat opgebouwd wordt op een andere plaats in de cel, is een tweestaps-proces. Eerst komen de twee strengen van het DNA los van elkaar en van één van de strengen wordt een kopie gemaakt, de boodschapper- RNA-molecule. Dit transcriptieproces heeft als resultaat dat de basenopeenvolging in het enkelstrengig RNA nauwkeurig de informatie weergeeft die in het DNA vervat ligt. Vervolgens verlaat het boodschapper-RNA de kern en worden in bepaalde celorganellen (ribosomen) de basen volgorde per drie afgelezen en vertaald naar de aminozuurvolgorde in

het eiwit (de translatie). De regels die de vertaling van de genetische code bepalen zijn universeel. Zo wordt bijvoorbeeld de basenvolgorde van het menselijk insulinegen in de menselijke alvleesklier op exact dezelfde manier vertaald als in een bacterie. Dit uiterst belangrijk gegeven heeft de moderne biotechnologie mogelijk gemaakt.

Momenteel zijn de meeste eigenschappen die gebruikt worden voor biotechnologische gewasveredeling afkomstig van bacteriën. Aangezien bacteriën een zeer korte generatietijd hebben (sommigen kunnen zich om de 20 minuten verdubbelen) maken zij een zeer snelle evolutie door en hebben zij zich kunnen ontwikkelen tot een groep met een grote verscheidenheid aan eigenschappen. Zo zijn bepaalde bacteriën in staat plastic of bepaalde giftige koolwaterstoffen af te breken. Andere produceren eiwitten die schadelijk zijn voor insecten of kunnen stikstof uit de lucht omzetten in een voor de planten geschikte vorm (stikstof-fixatie).





Knippen en plakken...

Eénmaal dat de genetische code voor een gewenste eigenschap is aange-toond, kan deze worden geïsoleerd. Een gen kan namelijk uit het DNA worden 'geknipt' met behulp van speciale enzymen en ingebouwd worden in een ander (soortvreemd) organisme.

Door de ontdekking van de zogenaamde 'restrictie-enzymen' in het begin van de jaren zeventig door Werner Arber werd het mogelijk een DNA-molecuul in een bepaald aantal stukjes te 'knippen'. Het enzym doet dit door in de DNA-keten een specifieke sequentie op te sporen en aan te pakken. Zo is er een enzym dat bijvoorbeeld DNA doorknipt telkens als de sequentie ...GAATTC... gevonden wordt. Ligasen zijn dan weer enzymen die twee DNA-fragmenten aan elkaar lijmen.

Het inbouwen van DNA-fragmenten in bestaande chromosomen wordt gedaan met deze ligatie-enzymen.

De techniek van knippen en plakken, die bekend staat als recombinant DNA-techniek betekent zo'n grote doorbraak dat men kan spreken van de 'moderne biotechnologie'.

Deze techniek laat immers toe om

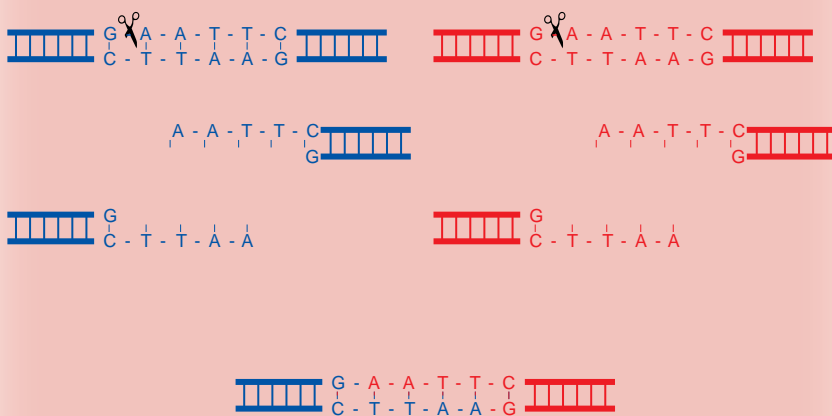
- heel gericht één specifieke eigenschap aan een organisme toe te voegen,
- genen van de ene soort naar de andere over te brengen,
- bestaande eigenschappen aan te passen of compleet nieuwe eigenschappen te construeren.

Voertuigen voor genen...

DNA bestaat dus uit vele eenheden, de genen, die de dragers zijn van de erfelijke informatie. Elk gen codeert voor één bepaald eiwit. Om nu een eiwit in een vreemd organisme te kunnen produceren, moet het DNA-stuk dat codeert voor dit eiwit, het zogenaamde structurele gen, in de gastheercel ingebracht worden. Deze techniek wordt gentransformatie genoemd. Theoretisch kan van elk levend wezen, plantaardig of dierlijk, genetisch materiaal in een gastheercel ingezet worden.

Er zijn in de loop der jaren verschillende technieken ontwikkeld om vreemd DNA in een cel binnen te smokkelen:

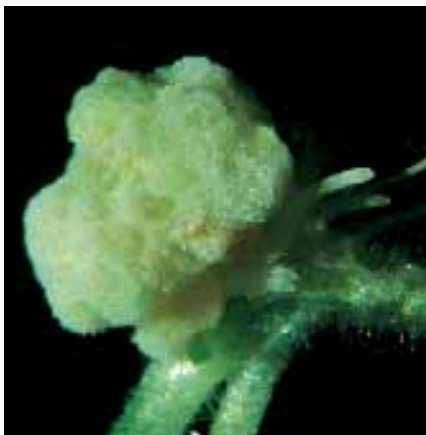
- met behulp van een op maat gemaakt virus dat dienst doet als voertuig (vector). De nieuwe genetische informatie met de nodige informatie voor de aanmaak van een bepaald eiwit wordt in het virus ingesplitst (binnengebracht) en de virusgenen die schadelijk zijn voor de gastheercel worden weggeknipt.
- soms lukt het om naakte cellen gewoon te mengen met DNA. Een dergelijke aanpak is echter zeer ruw en ongericht.
- het meest tot de verbeelding spreekt het genenkanon, een pistooltje dat cellen beschiet met microscopische goudbolletjes die met DNA bekleed zijn.
- de elektroporatie is een techniek waarbij door een elektrische schok gaatjes in de celmembranen worden geslagen waardoor het DNA in de cel kan binnendringen.
- ook plasmiden kunnen gebruikt worden als vector. Plasmiden bevinden zich in bacteriën en zijn ringvormige stukjes DNA die klein genoeg zijn om vlot tussen bacteriën



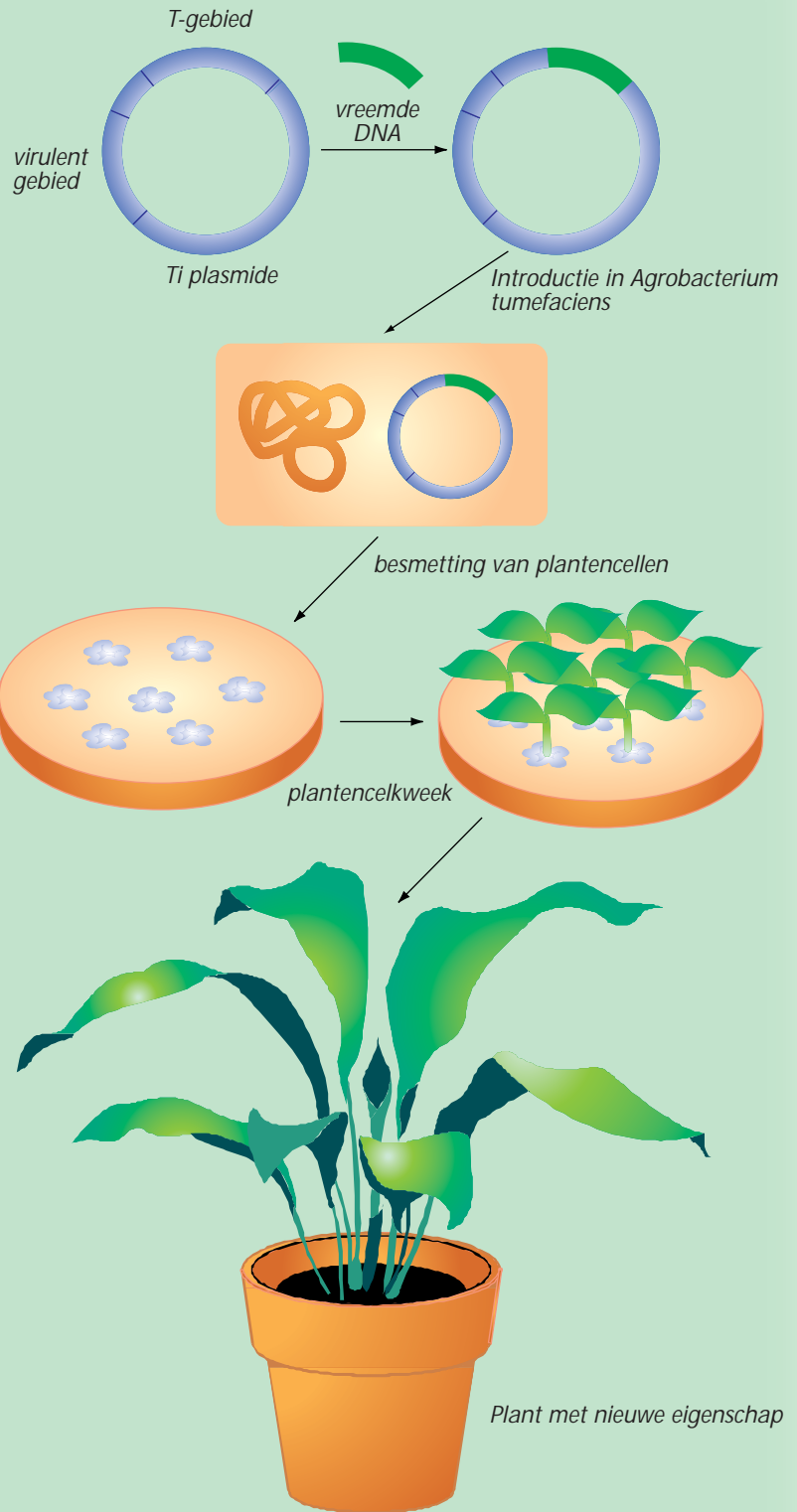
Knippen van DNA van twee verschillende bronnen met een restrictie-enzyme (EcoRI).

uitgewisseld te kunnen worden. Op een plasmide is plaats voor een paar genen. Bacteriën vonden op die manier een mogelijkheid om nieuwe combinaties van bestaande genen te maken. In de biotechnologie maakt men kunstmatige plasmiden waarin naar willekeur genetische informatie kan worden ingesplitst, waarna het plasmide aan de bacterie wordt aangeboden. Ongeveer één op tien-duizend bacteriën neemt het plasmide op, een voorwaarde opdat het vreemde gen uiteindelijk in het genetisch patroon zal ingebouwd en nadien vertaald worden naar een eiwit.

Een techniek die wereldwijd gebruikt wordt gebaseerd op de eigenschappen van de bacterie *Agrobacterium tumefaciens*, een natuurlijk voorkomende bodembacterie die celwoekeringen veroorzaakt bij bepaalde planten. Een team van onderzoekers van de universiteit van Gent onder leiding van J. Schell en M. van Montagu, ontdekten dat deze bacterie aan 'natuurlijk genetische modificatie' doet. *Agrobacterium* heeft namelijk het unieke vermogen ontwikkeld om een deel van zijn DNA over te brengen naar het DNA van de plant. Een cirkelvormig stuk DNA, de 'tumor inducing' plasmide of Ti-plasmide, wordt door de bacterie geïnjecteerd in de plantencel met genen die de cel aanzetten tot ongebreidelde groei en voedselproductie ten bate van de bacterie. Infectie van een plant met *Agrobacterium* uit zich in de vorming van kroongallen of wortelknobbels. De techniek bestaat er nu in om de tumorgenen uit de plasmide te halen en te vervangen door andere nuttige genen. Zo wordt *Agrobacterium* omgebouwd tot een nuttig biotechnologisch instrument.



Kroongallen



Om vreemde genen in plantencellen te brengen kan men gebruik maken van Ti-plasmiden uit *Agrobacterium tumefaciens*. Dit plasmide bevat naast het vreemde gen ook genen die de "gastheer" later resistent zullen maken tegen bepaalde antibiotica (merker genen) en waardoor kan geselecteerd worden welke bacteriën getransformeerd zijn. Eens het vreemde DNA ingebouwd in het plasmide, moet de recombinant DNA molecule in de bacteriële cel gebracht worden. Door de bacteriën op te kweken tot kolonies, elk afkomstig van 1 enkele cel, ontstaan grote hoeveelheden circulair DNA met de vreemde DNA fragmenten. Op basis van al of niet resistentie tegen de antibiotica kan men deze onderscheiden van niet gemodificeerde bacteriën. Met de genetisch gemodificeerde bacteriën worden de plantencellen besmet. Hiervoor kan men bladprikjes gebruiken. Het Ti-plasmide met het vreemde gen wordt in het DNA van de plantencel opgenomen. Uit de cellen kan callusweefsel groeien en door het goede cultuurmedium te gebruiken, aangerijkt met het juiste mengsel van plantenhormonen, kunnen volledige planten ontstaan met het gewenste nieuwe kenmerk waarvoor het vreemde gen verantwoordelijk is.

Hoe de cel een binnenge-smokkeld gen 'aanzet' ...

Er zijn verschillende regulatiesystemen in een cel om een gen tot expressie te laten komen.

Aangezien een bepaald eiwit niet in alle cellen permanent nodig is, zijn er factoren in het DNA (onder andere de promotor) die bepalen waar en wanneer een gen tot expressie moet komen. Deze kunnen wel verschillen tussen organismen. Daarom dat het gewenste gen eerst (in vitro) tussen de expressie-DNA-fragmenten van de gastheer wordt gezet. Deze chimere genen, die uit delen van verschillende genen bestaan, worden dan naar de gastheercel getransformeerd die vervolgens in staat is om het nieuwe eiwit te maken. Zo kunnen bijvoorbeeld de expressie-systemen van een bacterieel gen gecombineerd worden met het insuline coderende DNA-stuk uit een menselijke cel om dit insulinegen nu in bacteriën tot expressie te laten komen.

Ook bij planten en dierencellen gaat men voor de expressie van de ingebrachte genen zo te werk. De techniek van de chimere genen kan verrassende resultaten opleveren met zeer praktisch nut. Zo bestaan er bijvoorbeeld promotoren die een gen enkel aanschakelen indien de cel wordt belicht. Een combinatie van zulke promotor met een vreemd en normaal lichtongevoelig gen, zal enkel tot genexpressie komen indien men de schakelaar omdraait. Men kan het eiwitteffect dus induceren wanneer men wil.

Naast lichtgevoelige promotoren bestaan er nog tal van andere types. De "heatshock" promotor bv. zal tot eiwitbiosynthese leiden indien men het gemodificeerd organisme tijdelijk aan verhoogde temperatuur onderwerpt. Bij planten kan dan vervolgens via weefselculturen uit zo'n getransformeerde cel een volledig transgeen organisme bekomen worden, dit wil zeggen dat deze plant het nieuwe DNA dan in elke cel bevat. Klonen is bij planten de normale gang van zaken omdat een plantencel nog 'totipotent' is dwz. dat elke cel nog alle eigenschappen bevat. Bij dieren kan klonen van lichaamscellen in principe niet. Elke cel heeft zich soms gespecialiseerd, denk maar aan een zenuwcel of een huidcel. Recent is de



Door fluorescentietechniek kan men genen laten oplichten. Hier worden volledige chromosomen via deze techniek zichtbaar gemaakt.

wetenschap erin geslaagd ook deze moeilijkheid te omzeilen door genetische informatie uit een lichaamscel tot expressie te laten komen in een eicel. Het schaap Dolly werd geboren.

Merker genen

Hoe ingenieus de verschillende transformatiemethoden ook zijn, ze zijn nooit 100% efficiënt. Om de kans op een geslaagde transformatie van een plantencel te vergroten, wordt de procedure toegepast op een groot aantal cellen. Uit deze cellen kunnen dan volledige planten gekweekt worden waarvan slechts enkele de gewenste eigenschap zullen bezitten. Meestal kan men op 't zicht de getransformeerde planten niet van de andere onderscheiden en is er een tijdrovende moleculaire analyse nodig om te ontdekken of de gewenste eigenschap is overgebracht. Ter vereenvoudiging van de selectie, wordt er meestal tegelijk met het structurele gen een merker gen, bijvoorbeeld een gen voor antibioticum-resistentie of herbicideresistentie, mee ingesloten. Dit is handig aangezien enkel de getransformeerde cellen overleven wanneer het antibioticum of het herbicide wordt toegevoegd aan de celweek. Recent zijn er ook nieuwe technieken ontwikkeld waarbij fluorescentie-genen gebruikt worden om te merken. Selectie gebeurt dan door bestraling met licht van de juiste golflengte waardoor enkel de getransformeerde cellen oplichten en zo uitgeleefd kunnen worden.

De transgene plant wordt vervolgens zorgvuldig getest op zijn nieuwe eigenschap. Eerst in het laboratorium, vervolgens in serres en uiteindelijk in het veld. Na een positieve evaluatie van het biotechnologisch veredelde gewas volgt een fase van traditionele kruisingen met variëteiten die bekend staan om hun agronomische waarde (rendement, voe-

dingswaarde,) zodat een commercieel interessant product ontstaat.

Uiterst belangrijk bij de discussie rond genetisch gewijzigde planten is de vraag waarin de transgene plant van het uitgangsmateriaal verschilt? Op DNA-niveau is de oefening vlug gemaakt. Een aardappelplant bijvoorbeeld bevat ongeveer 40.000 genen. Om tot een transgene plant te komen die bijvoorbeeld beter bestand is tegen infecties, worden aan het genetisch materiaal van de aardappel twee, drie of vier genen met gekende functie toegevoegd. Het genetisch materiaal van de gewijzigde plant bestaat dus voor meer dan 99,9% uit het veredelings-uitgangsmateriaal.

Gerichte genetische modificaties wijzigen het erfelijk materiaal zelfs minder drastisch en selectiever dan de reeds jarenlange veelvuldig toegepaste klassieke verdelingstechnieken.

Technologische knelpunten?

- Genchirurgie is voorlopig beperkt tot eigenschappen die door één of een paar genen bepaald worden. Vele eigenschappen die economisch en kwalitatief interessant zijn bij landbouwgewassen en -dieren zijn echter het resultaat van een samenspel tussen meerdere tot vele genen.
- Men moet rekening houden bij het gebruik van promotoren dat het ingebrachte gen meestal niet in alle organen tot expressie mag komen. Bijvoorbeeld de productie van het menselijk lactoferrine, een typisch moedermelkeiwit, mag enkel in de melkklieren van de vrouwelijke nakomelingen van de transgene stier Herman geproduceerd worden.
- De plaats waar het binnengebracht DNA terecht komt is zeer moeilijk te controleren.

Biotechnologie: een nieuwe stuwkracht in het fundamentele onderzoek

Eenmaal een paar doorbraken gerealiseerd, ging het onderzoek steeds sneller. De mogelijkheid om in vitro DNA te modifieren maakte het veel eenvoudiger om het te bestuderen, wat weer nieuwe toepassingsmogelijkheden opende.

Eén van die doorbraken, bekroond in 1993 met de Nobelprijs, was PCR (polymerase-kettingreactie). Met deze techniek werd het mogelijk om minuscule hoeveelheden DNA te vermenvuldigen tot hanteerbare proporties (genamplificatie). De toepassingen zijn eindeloos.

Genamplificatie en planttransformatie hebben reeds tot revolutionaire bevindingen geleid in de studie van de mechanismen die het plantenleven beheersen. Zowel in plantenbiochemie, genetica, fysiologie, celbiologie en ontwikkelingsbiologie kunnen problemen nu benaderd worden vanuit moleculair standpunt waardoor basisprocessen beter begrepen worden en verklaringen gezocht kunnen worden voor oude hypothesen. Vragen zoals hoe de plant



groen wordt in het licht, waarom ze groter wordt in de schaduw, waarom de hoofdscheut het uitlopen van zijscheuten remt, hoe de plant weerstaat aan zout-, droogte- of andere stressvormen, hoe ze water en suiker transporteert, wat de wortel naar beneden en de scheut naar boven doet groeien, waarom vruchten beter rijpen aan de moederplant,... De essentie van al deze biologische processen ligt in het ont-rakelen van ingewikkelde moleculaire mechanismen.

Als voorbeeld stellen we de kennis verworven op het gebied van de ethyleenbiosynthese en werking. De studies verricht op dit plantengroeihormoon hebben immers niet alleen geleid tot een duidelijker inzicht in de fundamentele biologie aangaande ethyleen maar kennen ook een aantal commerciële

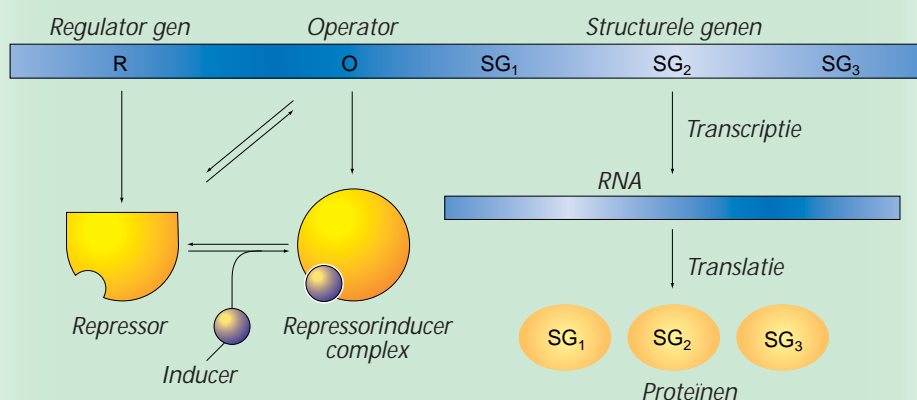
Gentechnologie kan ook gebruikt worden om een gen uit te schakelen. Dit laatste kan o. a. gebeuren door 'antisense', waarbij een specifiek 'anti-boodschapper RNA' stukje geproduceerd wordt dat de overeenkomstige boodschapper RNA-molecule inactieveert zodat het desbetreffende eiwit niet kan worden aangemaakt.

Een voorbeeld waarbij een genproduct uitgeschakeld werd is de Flavr Savr tomaat die reeds op de markt is en die langer vlezig blijft en beter bestand tegen ruwe behandeling, door (gedeeltelijke) uitschakeling van een enzym dat normaal de celwanden afbreekt in rijpende vruchten.

toepassingen. Ethyleen is bekend als rijpingshormoon maar speelt in feite een rol in bijna elk stadium van de plantenontwikkeling. De genen die de informatie dragen voor enzymen uit de ethyleenbiosynthese werden in de vroege jaren '90 geïsoleerd uit tomaat en pompoen. De kracht van de moleculaire technieken bestaat erin dat aan een plant precies één gen kan worden toegevoegd of één enkel gen dermate kan worden aangepast dat het sterker of minder tot uiting komt (sense en antisense).

Zo kon het niveau van de enzymen uit de ethyleenbiosynthese aangepast worden door planten te modifieren met die genen die leiden tot een verhoogde of een verminderde ethyleenvorming. Deze experimenten hebben uiteindelijk geleid tot bijvoorbeeld tomaten met verlengde houdbaarheid, maar hebben vooral onze fundamentele kennis van de rol van ethyleen in de plantenontwikkeling sterk verruimd. Zo wordt het proces van veroudering van de plant en het mechanisme van het uitlopen van zijscheuten beter begrepen. Verder laat gentechnologie ook toe een welbepaalde functie volkomen uit te schakelen. Collecties van planten waarin telkens een ander gen inactief werd gemaakt (insertiemutanten) werden gegenereerd en getest op de respons van ethyleen in een welbepaald ontwikkelingsstadium. Op die manier weten wetenschappers nu veel meer over het proces van ethyleenperceptie en signaaltransductie dwz. de manier waarop de plant de aanwezigheid van het hormoon aanvoelt, dit signaal vertaalt binnen de cel en er gepast op reageert.

Als eindconclusie mogen we stellen dat het moleculaire knip- en plakwerk niet alleen de deuren geopend heeft naar moderne plantenveredeling maar ook fascinerende mogelijkheden biedt voor het fundamentele onderzoek.



Er bestaan diverse mechanismen die de transcriptie van genen controleren. Het "operonmodel" voorgesteld door Jacob en Monod stelt een algemeen toepasbare hypothese van de genregulator voor. Bij het operonmodel staan verschillende genen (structurele genen), tezamen het operon genoemd, onder de controle van een DNA-sequentie die de operator wordt genoemd en die bij activatie de transcriptie aanzet waardoor de vorming van de diverse RNA's en eiwitten doorgaat. In bepaalde omstandigheden is de operator echter geïnactiveerd door een repressor (dikwijls zelf een eiwit waarvan de aanmaak door een regulatorgen wordt gecontroleerd). De binding van de repressor met de operator is zelf afhankelijk van de activiteit van een meestal kleinere molecuule: de inducer. Door een repressor-inducer complex te vormen zorgt de inducer er voor dat de repressor de genactiviteit van het operon niet meer kan verhinderen. Om bij chimere genen een vreemd gen tot expressie te brengen dient het op de juiste plaats in de DNA-sequenties ingebouwd te worden. In dit geval na de operator-sequenties, tussen de structurele genen.

EEN STAP VOOR- OF ACHTERUIT?

Is gentechnologie toelaatbaar? Op zich een zinnige vraag maar gentechnologie is reeds een dagdagelijkse realiteit geworden. We kunnen ons nog wel afvragen of we de ingeslagen weg moeten volgen en onder welke voorwaarden.

Zijn we ons voldoende bewust van de gevolgen van de moderne biotechnologie voor het milieu, de consument, de landbouw, de derde wereld, de economische wereldorde? De verschillende deelnemers aan het debat zijn o.a. biotechnologen, ecologen, milieugroeperingen, bio-ethici, plantendeskundigen, overheid, consumenten en producenten. Ze hebben sterk verschillende prioriteiten en proberen vaak met emotioneel geladen motieven het gelijk aan hun kant te halen: bedreiging volksgezondheid, ecologische rampen, de oplossing van voedselproblematiek, een middel tegen de armoede, concurrentiepositie van Europa tegenover de Verenigde Staten,...

Spijtig is ook dat het debat over de impact van genetisch gemodificeerde organismen wordt gevoerd in twee (bijna volledig van elkaar geïsoleerde) circuits. Aan de ene kant zijn er de onderzoekers en de veiligheidsverantwoordelijken van bedrijven en overheden die proberen via analyse een risico-inschatting te maken van wat er eventueel zou kunnen misgaan met dergelijke organismen en wat de gevolgen zouden kunnen zijn. Aan de andere kant is er het debat dat in de media gevoerd wordt. Deze twee groepen praten niet of nauwelijks met elkaar. Zo gebeurt het dat het vertrouwen in GGO's in de wetenschappelijke wereld snel toeneemt terwijl daarbuiten het vertrouwen precies afneemt.

Milieu-impact

De laatste jaren is er veel bezorgdheid over de wijze waarop we met ons milieu omgaan. Veel gehoorde kritiek op biotechnologische research is de vrees dat biotechnologie en een duurzaam milieugebruik onverenigbaar zijn. Maar is dit werkelijk zo?

In de beginfase van de discussies was de aandacht bijna volledig geconcentreerd op de mogelijke neveneffecten van herbicideresistentie. Resistentiegenen zouden zich kunnen verspreiden in de



Uitkruising wordt gemeten in grootschalige experimenten zoals dit cirkelvormig koolzaadveld dat een diameter heeft van 100 m. Dit type experiment werd uitgevoerd in België, Frankrijk en Engeland in 1990 en 1991. Het verrassende resultaat was dat uitkruising bij koolzaad op grotere afstand veel minder voorkomt dan werd verwacht.

natuurlijke populaties van verwante plantensoorten (uitkruising). Na veel onderzoek heeft men echter kunnen vaststellen dat genenoverdracht buiten de akker sterk afhankelijk is van de gebruikte soort en met de nodige voorzorgen geen probleem hoeft te vormen.

Een ander mogelijk probleem bestaat erin dat een bepaald herbicide niet meer bruikbaar zou zijn, omdat onkruiden in het veld er ongevoelig voor geworden zijn (het ontstaan van een zogenaamd super-onkruid). Ook hier kan men met de nodige voorzorgen o.a. door het gebruik van herbicidecocktails, het risico sterk beperken. Het wordt dikwijls vergeten dat correcte toepassing van producten bepaald wordt door de kunde van de landbouwer. Een mogelijke strategie is dan ook via landbouworganisaties de boer informatie en vorming te geven zodat hij weet wanneer en hoeveel hij mag spuiten.

De laatste jaren is er ten aanzien van herbicideresistentie eerder een verschuiving merkbaar in de argumentatie van tegenstanders naar de socio-economische impact van het gebruik van herbicideresistente gewassen (zie deel biotechnologie en Derde Wereld).

Insectresistentie is een tweede belangrijk aandachtspunt in het onderzoek naar mogelijke schadelijke gevolgen van biotechnologie. Bijna iedereen is het erover eens dat insectresistente planten een belangrijke bijdrage betekenen voor een minder milieubelastende landbouw aangezien deze planten het gebruik van chemische insecticiden drastisch kunnen doen verminderen. Het onderzoek spitst zich vooral toe op manieren om te vermijden dat de insectresistentie mettertijd door de insecten zou omzeild worden.

Volgende strategieën zijn mogelijk:

- rekening houden met de geografische plaats, het soort insect en het

gebruikte product

- het aanbod van niet-resistente insecten op peil houden waardoor er steeds heterozygote nakomelingen zijn (de refugia-strategie). Dit kan bijvoorbeeld door in de onmiddellijke nabijheid van de GGO's ook niet-genetisch gemodificeerde planten te zetten. De insecten die op deze planten leven blijven hierdoor niet-resistent en kunnen zo voor een heterogene populatie zorgen. Dit is momenteel de strategie waar Monsanto naar toe werkt.
- het inbouwen van verschillende resistentiegenen in één plant (cfr. antibioticacocktails) gekoppeld aan het regelmatig wisselen tussen variëteiten met verschillend ingebouwde resistentiegenen. Deze strategie wordt gebruikt door PGS.

Een heel andere discussie wordt gevoerd rond het begrip "genetische pollutie". Het introduceren van vreemde genen in de genenpool van een bepaalde soort zou op lange termijn kunnen leiden tot onevenwichten die in principe onaanvaardbaar zijn. Door het telen van genetisch gemodificeerde gewassen in de streken waar hun wilde voorouders groeien, zouden genen uit de natuurlijke genenverzameling van die soorten weggeconcentreerd kunnen worden. Daardoor zou men in de toekomst weleens gewenste genen niet meer kunnen vinden. Deze discussie is momenteel één van de 'hot issues' in het internationaal debat over biotechnologie en het milieu. Men ziet echter veelal over het hoofd dat ook 'traditionele' variëteiten op zeer grote schaal geteeld worden tussen wilde verwanten en dat er reeds zeer veel scheefftrekking van de genetische verzameling van de wilde soorten is opgetreden.

Een terechte bezorgdheid in dit verband is het gebruik van monoculturen. Deze discussie is echter niet beperkt tot het biotechnologiedebat, ook met de

klassieke landbouwtechnieken bestaat het gevaar van verlies aan biodiversiteit door de stimulering van monoculturen.

Recent is er een discussie gegroeid over de soms vreemde 'bokkesprongen' van DNA tussen organismen die weinig of helemaal niet met elkaar verwant zijn, bijvoorbeeld tussen bacteriën en planten of tussen virussen en dieren (de horizontale gentransfers). Door gebruik te maken van uiterst gevoelige meetinstrumenten van de moleculaire biologie is men er in geslaagd zulke transfers waar te nemen, ook wanneer ze in zeer lage frequenties voorkomen. Zo weet men nu dat er verrassend veel DNA tussen niet-verwante soorten bacteriën uitgewisseld wordt. Merkwaardig is dat de grote mobiliteit van DNA door velen geïnterpreteerd wordt als een gevaar. Nochtans vertoeven bacteriën al een paar miljard jaar lang op aarde en is het misschien juist de zaken van hun kant te bekijken, in plaats van de situatie van mensen en hogere dieren als 'normaal' te beschouwen.

Wanneer we een kosten-baten analyse maken vanuit ethisch gezichtspunt dan moeten we erkennen dat transgenese van planten een aantal voordelen kan opleveren waardoor de voedselopbrengst kan verhogen zonder dat dit hoeft te leiden tot een nog grotere milieubelasting. Transgenese biedt ook de mogelijkheid om de huidige belasting van het milieu (door bodemuitputting of overmatig pesticide- of kunstmestgebruik) drastisch te reduceren.

Voedselveiligheid

Ongeveer 1 tot 2 % van de bevolking vertoont allergische reacties tegen eiwitten in bepaalde levensmiddelen. De voornaamste natuurlijk voorkomende allergenen worden teruggevonden in melk, eieren, aardnoten, noten, vissen, weekdieren, schaaldieren, verschillende graangewassen en sojabonen. Bij genetische modificatie wordt de genetische code van de plant gewijzigd waardoor er een 'nieuw' eiwit in de plant aangebracht wordt. Alle eiwitten zijn mogelijke allergenen. Deze nieuwe eiwitten zouden dus ook allergische reacties kunnen veroorzaken. De term 'nieuw' heeft meestal slechts betekenis voor de gemodificeerde plant. Het gen dat toegevoegd wordt, is immers afkomstig van een andere plant. Personen die allergisch zijn aan dit eiwit zullen niet alleen op de

gemodificeerde plant, maar ook op de reeds lang bestaande donorplant reageren.

De kans dat een ingeplant gen een allergen blijkt te zijn is zeer klein. Bij genetische modificatie wordt immers slechts één of een beperkt aantal eiwitten in de plant gewijzigd. Wanneer een patiënt allergisch reageert, is dit vrijwel steeds het gevolg van een reactie tegen verschillende eiwitten.

Met klassieke kruisings technieken ontstaan ook varianten met 'nieuwe' eiwitten of nieuwe planten waarin bestaande eiwitten in verschillende relatieve hoeveelheden aanwezig zijn. Dergelijke planten kunnen in massacultuur gebracht worden en aldus ook grote 'allergeenleveranciers' zijn. Zo is er een patiënt die wel reageert met een hydrocultuur witloof (een variant bekomen met klassieke biotechnologische technieken), maar niet met een grondcultuur witloof.

Toch bestaat de kans dat door genetische modificatie volkomen nieuwe eiwitten en dus ook nieuwe allergenen ontstaan. Genetische ingrepen zijn echter zeer selectief en het aantal volkomen nieuwe allergenen die op deze wijze zouden ontstaan, zal allicht beperkt blijven.

Daarenboven biedt biotechnologie ook de mogelijkheid om gewassen te maken die geen of minder allergenen bevatten. Zo is er een aanvraag om een biotechnologisch veredelde rijstvariëteit met verlaagde allergeniciteit uit Japan te commercialiseren.



Aardappelen resistent tegen het aardappelmotje

De wetgeving verplicht dat elke genetisch gemodificeerde plant die op de markt komt, eerst getest moet worden op zijn vermogen om een allergische reactie uit te lokken en deze testen zijn zeer grondig en relatief eenvoudig. Plantengenetici kunnen hiervoor gebruik maken van immunologische technieken om vast te stellen of een genetisch gemodificeerde plant allergenen bevat die voorkomen in de donorplant. In het serum van personen die allergisch zijn voor de donorplant vindt men immers antistoffen waarmee men de bewuste eiwitten (de antilichamen) in de gemodificeerde plant kan detecteren.

Biotechnologie en Derde Wereld

Wat is de impact van plantenbiotechnologie op de bedreigde socio-economische situatie van de kleinere landbouwers en de derde wereldboeren? Wetenschappers en politici uit de ontwikkelingslanden stellen zich (terecht) een aantal vragen over de algemene richting die de moderne biotechnologie zal uitgaan.



Mangroven hebben eigenschappen die nuttig kunnen zijn voor de landbouw in gebieden met hoog zoutgehalte.



In dit verband gaat één van de discussiepunten rond de problematiek van de patentering van genen en uiteraard de daaraan verbonden socio-economische aspecten. Vooreerst kan men zich afvragen of het patenteren van genen eigenlijk wel kan, aangezien het niet om nieuwe vindingen gaat. De juridische slag om gentechnologische patenten is geconcentreerd rond dierlijke, en vooral om voor de hand liggende redenen, menselijke genen. Maar ook in de plantenbiotechnologie kunnen we ons een aantal vragen stellen. Het debat is nog niet afgerond. Wie zal er uiteindelijk bij winnen: de oorspronkelijke eigenaar van het gen (of van het organisme met het gen), hij die het gen isoleerde en deco-deerde of de maker van een product op basis van het gen? Ontwikkelingslanden vrezen dat ze zullen moeten betalen voor genen die rijke landen oorspronkelijk bij hen kwamen halen.

Genendiefstal of niet? Het debat over eventuele patenten en de materiële vergoeding daarvoor, is nog steeds een internationaal politiek erg gevoelig discussiepunt. Het gaat trouwens niet enkel om de positie van de Derde Wereld. Ook tussen Europa en de Verenigde Staten ontwikkelt zich een strijd om macht en markthegeemonie, hetgeen politieke consequenties heeft.

Nog een recente bezorgdheid van Derde Wereldlanden zijn de plannen om vervangproducten te fabriceren voor allerlei tropische planten zoals o.a. cacao. Nu reeds wordt het aroma van vanille synthetisch vervaardigd. Het gekendste voorbeeld is waarschijnlijk de vervanging van suiker door fructosestroop gehaald uit maïs. Rijke landen kunnen zich hierdoor onafhankelijker maken van Derde Wereldlanden voor wat de voedselproductie betreft, wat voor deze landen tot minder export (inkomsten) uit de landbouw zal leiden.

Ook wordt gewezen op de toenemende greep van grote multinationale bedrijven (zaadbedrijven, phytofarmacieproducenten) op de voedselvoorziening wat vermoedelijk zal leiden tot een verminderde autonomie van de boeren, als dit nu al

niet het geval is. Boeren kopen immers meer en meer hybride zaden die wel een grotere opbrengst geven maar waarvan het zaad niet geschikt is als zaaizaad. De boer moet dus elk jaar opnieuw zaaigoed kopen. Bij het gebruik van herbicide-resistente gewassen wordt de boer aangezet om een bepaald herbicide te gebruiken waartegen de plant resistent is. In het geval van de glyfosaat resistente soja zijn het zaaigoed en het herbicide Roundup allebei afkomstig van Monsanto. De grotere afhankelijkheid geldt natuurlijk ook voor de boeren hier.

Uiteindelijk is de cruciale vraag of men de commerciële drijfveren van de biotechnologie in evenwicht zal kunnen brengen met de bezorgdheid voor een duurzame ontwikkeling, zowel voor rijk als arm waarbij moet gestreefd worden naar een verbetering van de situaties in de Derde Wereld. Volgens sommige groeperingen zijn de sociaal-economische ontwikkelingen een groter sluimerend gevaar dan de onvoorspelbare effecten van biotechnologie zoals superonkruid en allergische reacties.

Nochtans kan de biotechnologie van zeer groot belang zijn voor Derde Wereldlanden door in belangrijke mate bij te dragen tot een hogere landbouwproductie waarbij minder water en land nodig zijn. De gestage groei van de wereldbevolking concentreert zich vooral in de ontwikkelingslanden waar alle beschikbare grond ondertussen ingepalmd is of ten koste gaat van massaal verlies aan biodiversiteit (vernietiging tropisch regenwoud). Dit maakt het noodzakelijk dat belangrijke voedingsgewassen via genetische modificatie beter bestand gemaakt worden tegen bijvoorbeeld droogte, zout, virusziekten,... Virusresistente maniok wordt reeds experimenteel uitgetoet in Colombia. In de toekomst zal het wellicht mogelijk zijn het gen dat de mangrove ongevoelig maakt voor zout water in te brengen in andere planten. Dit is belangrijk omdat 1) de verzilting in geïrrigeerde



gebieden een wereldwijd probleem wordt en 2) het zeeniveau in de nabije toekomst weleens zou kunnen stijgen (broeikaseffect).

Ontwikkelingslanden beginnen volop gebruik te maken van de talrijke mogelijkheden van de biotechnologie maar kunnen dit niet zonder voldoende internationale steun. Er is heel wat hoogwaardig onderzoek nodig vooraleer de biotechnologie een commercieel succes kan worden. Bovendien is een eventueel succes ook afhankelijk van een aantal sociale factoren zoals het vermogen om



kennis te verspreiden en om structurele veranderingen in de hand te werken. In 1991 is de UNESCO van start gegaan met een programma voor kortlopende studiebeurzen in biotechnologie waardoor onderzoekers uit de ontwikkelingslanden vertrouwd geraken met technieken waar ze in normale omstandigheden geen toegang toe hebben.

Ook vanuit privé-bedrijven zijn er gunstige initiatieven merkbaar. PGS (Plant Genetic Systems) heeft bijvoorbeeld jaren geleden een overeenkomst gesloten met het International Potato Center in Peru. Hierbij werden onderzoekers van het centrum opgeleid om tropische aardappellassen resistent te maken tegen het aardappelmotje. Dat is de belangrijkste insectenplaag van aardappelen in de tropen. Tegelijk kreeg het ICP het recht om de PGS patenten in aardappelen voor ontwikkelingslanden vrij te gebruiken. Via geldelijke steun van het ABOS aan de centrale werking van het International Agriculture Research Centre steunt ons land ook onrechtstreeks de ontwikkeling van biotechnologie afdelingen in Derde Wereld landen. Ook via tientallen doctoraatsbeurzen kunnen vorsers uit de Derde Wereld kennis en ervaring opdoen op het vlak

van de biotechnologische research.

Bioveiligheid

Met de opkomst van de moderne biotechnologie in de jaren '70 werden de eerste GGO's in het laboratorium gekweekt. Verontruste wetenschappers en burgers drongen aan op strenge veiligheidsmaatregelen. Sindsdien zijn er een aantal veiligheidsrichtlijnen uitgewerkt tot een internationale wet- en regelgeving.

Onder bioveiligheid wordt verstaan: "de veiligheid voor de menselijke gezondheid en voor het leefmilieu met inbegrip van de bescherming van de biodiversiteit bij het gebruik van genetisch gemodificeerde organismen".

In 1990 heeft de Europese Commissie de bioveiligheid geregeld op twee niveaus:

- een regelgeving in verband met de bioveiligheidsaspecten van werken met GGO's: onderzoek en ontwikkeling;
- een regelgeving in verband met de veiligheid van de productie en het in de handel brengen van biotechnologische producten.

Voor een goed begrip is het belangrijk te weten dat er een onderscheid wordt gemaakt tussen 'ingeperkt gebruik' en 'doelbewuste introductie in het milieu' van GGO's. De term 'ingeperkt gebruik' heeft betrekking op de werkzaamheden voor onderzoeksdoeleinden in gesloten werkruimten zoals laboratoria en plantenkassen en wordt gereguleerd door de richtlijn 90/219/EEG. De richtlijn 90/220/EEG reguleert de doelbewuste introductie. Hierbij gaat het zowel om introducties voor experimentele doeleinden als het in de handel brengen van of ter beschikking stellen aan derden van transgene organismen.

Vooraleer een zogenaamd 'nieuw' gewas vrijgegeven wordt voor commercialisatie, gaat er een intensief onderzoek aan vooraf. Temeer daar het een nieuwe technologie betreft, worden de producten van kop tot teen onderzocht op gewenste en mogelijk ongewenste effecten voor de mens en zijn omgeving. Volgende vragen worden systematisch onderzocht:

- Is de toegevoegde eigenschap (meestal toegevoegd onder de vorm van een eiwit) op zich niet giftig?
- Heeft de introductie van een nieuw eiwit in een gewas een effect op de normale samenstelling van de bestanddelen (suikers, vetten, eiwitten,

mineralen, vitaminen, vezels,...) van de plant of haar voor consumptie bestemde onderdelen?

- Hoe zit het met de voedingswaarde van de gewassen of hun onderdelen?
- Komen gekende planttoxines onder invloed van de genetische wijziging in hogere concentraties voor?
- Is de chemische samenstelling van het product na normale bewerking (vb. roosteren) vergeleken met deze van de normale variëteiten die een analoge behandeling ondergingen, vergelijkbaar?
- Bestaat er een verhoogde kans op het ontstaan van voedselallergenen?
- Geven de antibioticumresistentie-merkerogenen geen problemen?
- Zijn er na uitgebreide observatie van de plant in verschillende omstandigheden geen onverwachte effecten?

Op basis van al deze onderzoeken en analyses werd voor genetisch gewijzigde soja en maïs geen enkel gezondheidsrisico voor de mens, flora, fauna of het milieu in het algemeen, gevonden. Op deze basis werden de producten goedgekeurd in de Verenigde Staten, Canada en Japan.

Alvorens deze producten in Europa konden gecommmercialiseerd worden, dienden ze opnieuw aan een volledige procedure onderworpen te worden. Opnieuw werden bovenvermelde eigenschappen van de nieuwe gewassen onderzocht door diverse expertencommissies.

De meeste aanvragen voor marktintroductie in Europa betreffen genetisch gemodificeerde planten, voornamelijk transgene maïs en koolzaad, die herbicide en/of insectresistent of mannelijk steriel zijn. Reeds enkel transgene planten kregen een autorisatie:

- de mannelijk steriele koolzaadlijnen van Plant Genetic Systems en de mannelijk steriele cichorei van Bejozaden mogen sinds 1996 op de markt geplaatst worden voor de productie van zaden
- de herbicide resistente soja van Monsanto (1996) mag geïmporteerd worden voor verwerking tot afgeleide producten
- de insect-resistente maïs van Ciba-Geigy (1997) verkreeg een autorisatie voor de productie van zaden, import en verwerking tot afgeleide voedingsproducten

Acht producten betreffende transgene planten bevinden zich momenteel in een

aanvraagprocedure voor marktintroductie. Ter vergelijking: in de USA werden reeds 23 transgene plantenlijnen goedgekeurd voor marktintroductie. Het gaat om transgene maïs, tomaten, katoen, koolzaad, soja, pompoen, aardappel en papaya.

... en België?

In België regelt een samenwerkingsverband tussen de Federale staat en de Gewesten de administratieve en wetenschappelijke coördinatie inzake bioveiligheid. De gewesten hebben het ingeperkt gebruik gereguleerd en beheren samen met de Federale staat de ontwikkeling van experimentele GGO's. De marktintroductie van GGO's en van voedingsmiddelen bestaande uit of afgeleid van GGO's worden beheerd door de Federale staat. Het samenwerkingsakkoord heeft tot doel om

- alle richtlijnen betreffende GGO's en afgeleide producten op een geharmoniseerde manier om te zetten in regionale en federale wetgeving;
- een gemeenschappelijk wetenschappelijk evaluatiesysteem op punt te zetten betreffende bioveiligheid: een Adviesraad voor Bioveiligheid en een Dienst Bioveiligheid en Biotechnologie;
- bovengenoemde reglementeringen te coördineren op regionaal, federaal en internationaal niveau.

In de Adviesraad voor bioveiligheid zeten vertegenwoordigers van de bevoegde overheden. Voor de Federale regering zijn dat de ministers enerzijds voor Landbouw en anderzijds voor Volksgezondheid, voor de Gewesten de respectievelijke minister-presidenten en de ministers voor Leefmilieu, alsook de ministers van wetenschapsbeleid en tewerkstelling. Voor het wetenschappelijke advies wordt de raad bijgestaan door ad hoc groepen van deskundigen.

De Dienst Bioveiligheid en Biotechnologie is een openbare dienst die is samengesteld uit een administratief secretariaat, wetenschappelijke deskundigen en een expertise laboratorium. Vorig jaar werd deze dienst ingericht als 'Sectie Bioveiligheid en Biotechnologie' (SBB) van het wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid- Louis Pasteur (voordien Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie). Algemene informatie betreffende de werking van de SBB kan via internet verkregen worden op de Belgian Biosafety Server: <http://biosafety.ihe.be>.

Novel foods en etikettering

Met in het achterhoofd het principe dat de consument moet kunnen beslissen over hetgeen hij eet, wordt door vele verenigingen aangedrongen op etikettering.

Sedert 15 mei 1997 is ook de "novel food" reglementering van kracht (258/97). Deze is van toepassing op het in de handel brengen van nieuwe voedingsmiddelen en nieuwe voedings-ingrediënten die tot dusver niet voor de menselijke voeding gebruikt zijn, vandaar de naam nieuw. Voedingsmiddelen die GGO's zijn, GGO's bevatten of afgeleid zijn van GGO's vallen dus eveneens onder deze richtlijn.

Deze voorschriften zijn voldoende duidelijk wanneer het gaat om producten met gewijzigde eigenschappen of samenstelling, zoals bv. koolzaad met een veranderend vetzuurprofiel of soja met een extra eiwit. Anders ligt het bij producten zoals herbicideresistente soja of insect-resistente maïs, waarbij de algemene samenstelling (vetzuur- of aminozuurprofiel, gehalte aan antinutritionele factoren,...) niet is veranderd, en waar het genproduct slechts een minieme fractie uitmaakt van de totale eiwit-samenstelling. Bij de evaluatie van de veiligheid van novel foods speelt het begrip 'substantieel equivalent' of substantieel

gelijkwaardig een belangrijke rol. Het gehalte van het aangemaakte gen-product (eiwit) is hier van groot belang: wanneer de algemene samenstelling niet wordt beïnvloed en wanneer het genproduct op zich geen gezondheidsrisico's inhoudt, dan werd het landbouw-product 'substantieel equivalent' bevonden met de bestaande conventionele variëteit, en is er geen etiketteringsverplichting. Gelijkwaardigheid of equivalentie werd recent, parallel met de gevoerde discussies, gedefinieerd, verwijzend naar de natuurlijke variatie van "kenmerken" of "eigenschappen" van voedingsmiddelen. Deze vermindering van het originele begrip heeft als resultaat dat de term "equivalent" in het ijl hangt en er onduidelijkheden zijn rond de etiketteringsverplichting. De commissie dient de onduidelijkheid op te lossen, iets waar tot hertoe niet is op ingegaan.

Ondanks de grote spraakverwarring zal de etikettering er komen voor nieuwe voedingsmiddelen. Tussen de betrokken instanties en de bevoegde personen bestaat nog grote onenigheid rond de praktische implicaties. Hoe moet bijvoorbeeld de controle gebeuren? Olie afkomstig uit 'normaal' koolzaad of uit genetisch gemodificeerd herbivoor resistent koolzaad is immers identiek. In verwerkte producten van voedsel dat GGO's bevat, kan de aanwezigheid van een enzym dat bijvoorbeeld 0.01% van de eiwitfractie uitmaakt (zoals bij de Roundup Ready soja) met de

huidige technologie niet aangetoond worden. Het gen zelf moet dan aangetoond worden met een PCR methode (Polimerase Chain Reaction). In een lot van 5 kg bonen kan met deze techniek één enkele getransformeerde boon aangetoond worden. Deze techniek is echter niet kwantitatief en kan dus geen enkele indicatie geven over het gehalte aan genetisch gewijzigde bonen.

Een bijkomend probleem stelt zich ook bij het vervoer. Sojabonen worden in de handel herhaalde malen overgeslagen (van het veld naar silo's, van silo's naar vrachtwagens of rivierboten, terug naar silo's in havens, daarna in zeeschepen en tenslotte in silo's van de verwerker). Het leveren van GGO-vrije producten, met garantie, wordt een commercieel zeer riskante en quasi onhaalbare zaak.

Ethiek en biotechnologie

Het zal ondertussen wel duidelijk geworden zijn dat biotechnologie vele mogelijkheden biedt. Biotechnologie heeft voor grote doorbraken gezorgd, niet alleen bij de in dit nummer besproken moderne plantenveredeling en voedselproductie maar ook op andere terreinen zoals de veeteelt, het milieu, de medische diagnostiek, de geneesmiddelenindustrie, ... Zonder twijfel heeft dat consequenties voor de verhoudingen tussen mensen onderling en de manier waarop samenlevingen omgaan met hun natuurlijke bronnen. Wanneer om een ethiek voor de biotechnologie geroepen wordt, heeft men meestal de vraag in het achterhoofd: hoe ver mag er in de natuur ingegrepen worden? In de huidige praktijk stuit vooral genetische modificatie van dieren op morele bezwaren, dit in tegenstelling tot genetische modificatie bij micro-organismen en planten waar dergelijke bezwaren nauwelijks te horen zijn. Dit heeft waarschijnlijk veel te maken met de emotionele band die mensen hebben met hun vee en huisdieren, maar ook met de stelling dat wat bij dieren kan ook mogelijk is bij de mens. En ten aanzien van genetische ingrepen bij de mens liggen in Europa de Nazi-praktijken nog tamelijk vers in het geheugen.



Uitnodiging voor 2 lessenreeksen "Weet wat je eet"

RUCA • auditorium U024, Groenenborgerlaan 171, 2020 Antwerpen

Georganiseerd door Elcker-ik (Antwerpen) • UA - RUCA • VVB (Vereniging Vlaamse Biologen)

Inlichtingen/Aanmelding:

A. Van der Auweraert

Elcker-ik, Provincie Antwerpen v.z.w., Breughelstraat 31-33, 2018 Antwerpen
tel.: 03/218.65.60 • fax: 03/218.02.45

Deelname: kosten

Reeks 1: 1125/750,- code AWC 123 • Reeks 2: 1500/1000,- code ACW 126
rek. nr. 001-2593542-32 MET VERMELDING CODE

PROGRAMMA

Reeks 1: Vreemde stoffen in onze voeding

1. Residu's van geneesmiddelen en mycotoxinen

Toxiciteit, normstelling en wetgeving

Datum: 9 oktober 1997, aanvang: 20h • Prof. Dr. C. Van Pethegem (Bromatologie, RUG)

2. Vreemde stoffen in onze voeding

Datum: 16 oktober 1997, aanvang: 20h • Prof. Dr. H. Deelstra (Bromatologie, UIA)

3. De huidige situatie rond additieven binnen de Europese Gemeenschap

Datum: 23 oktober 1997, aanvang: 20h • Prof. Dr. Daenens (Bromatologie, KUL)

De sprekers zijn mede-auteurs van het boek "Vreemde stoffen in de voeding"

Reeks 2: Genetisch gemodificeerd voedsel

1. Cellen en erfelijkheid

Datum: 20 november 1997, aanvang: 20h • Prof. Dr. R. Cauberghs (Biologie, RUCA)
• Prof. Dr. A. Asard (FWO, UA, RUCA)

2. Genetische modificatie als techniek

Datum: 27 november 1997, aanvang: 20h • Prof. Dr. H. Van Onckelen (FWO, UA, RUCA)

3. Actualiteit: welk voedsel is er reeds op de markt en wat kunnen we verwachten?

Datum: 4 december 1997, aanvang: 20h • Prof. Dr. W. De Greef (Applied Life Sciences Strategies)

4. Vragen, ethische bemerkingen, pro- en contra's, milieu

Datum: 11 december 1997, aanvang: 20h • Dr. G. Van Overwalle (Centrum voor Intellectuele rechten, KUL)

Uitnodiging voor educatief symposium "Erfelijkheid en moleculaire biologie"

Auditorium Janssen Pharmaceutica • 2340 Beerse
Woensdag, 12 November 1997

Georganiseerd door: de Vlaamse Vereniging voor Biologie (VVB)
de Koninklijke Vlaamse Chemische Vereniging (KVCV)
Doelpubliek: Wetenschappers, biologen, chemici, leerkrachten HSO

Aantal deelnemers is beperkt tot 120 aanmeldingen

Deelname is gratis, aanmelding is verplicht

Aanmelding: Yvette Heylen, Janssen Pharmaceutica, P.R. Afdeling, 2340 Beerse
Tel. 014/60 27 73

P R O G R A M M A

Vanaf 13u30: Onthaal en koffie in de hal van het auditorium
14 uur: Verwelkoming door Donald Wellens, Dr. Sc., Janssen Pharmaceutica
14u05: Educatieve film over moleculaire biologie
14u15: Inleiding tot gentechnologie
Walter Luyten, MD, Ph.D, Janssen Research Foundation
15u00: Gentechnologie bij planten
(over plantbescherming, plantveredeling en transgene planten)
c.o. Plant Genetic Systems, Gent; Research Monsanto, Louvain la Neuve
15u40: Koffie break
16uur: Gentechnologie bij invertebraten
(Modelorganismen geven inzicht in celbiologie en ziektenleer)
Johan Geysen, Dr.Sc., Janssen Research Foundation
16u30: Gentechnologie bij vertebraten
(van Alzheimermuis tot het schaap Dolly)
Prof. Dr. Fred Van Leuven, Lab. voor Experimentele Genetica, CME/VIB/K.U.L.
17uur: Panelgesprek en vragen uit de zaal:
Gentechnologie en de verwachtingen voor plantbescherming, veterinaire en humane geneeskunde

Gedrukt op chloorvrij papier



Dossiers op komst:

Chemie: de thuisbasis van het leven

Biociden...

"MENS" in retrospectie

Reeds verschenen dossiers, nog verkrijgbaar zolang de voorraad strekt:

MENS 1: "Wie is bang voor dioxinen?"

MENS 2: "Leven en sterven met chloorfenolen"

MENS 3: "Zware problemen met zware metalen?"

MENS 4: "De aardbol op hol"

MENS 5: "Over kruid en onkruid"

MENS 6: "Verpakking of ballast?"

MENS 7: "Snijden in eigen vlees"

MENS 8: "In de schaduw van AIDS"

MENS 9: "Kat en hond in het leefmilieu"

MENS 10: "Water, bron van leven... en dood"

MENS 11: "Chloor: pro en contra"

MENS 12: "Verpakking: een zegen voor het leefmilieu?"

MENS 13: "Kanker & Milieu"

MENS 14: "Plastiek: pro en contra"

MENS 15: "Wees goed jegens dieren"

MENS 16: "Hoe ontstaat een geneesmiddel?"

MENS 17: "Moet er nog mest zijn?"

MENS 18: "Bronnen van energie"

MENS 19: "Milieubalansen"

MENS 20: "Mens en verslaving"

MENS 21: "Afval inzamelen: een kunst"

MENS 22: "Wees goed jegens proefdieren"

MENS 23: "Risico's van kankerverwekkende stoffen"

MENS 24: "Duurzaam bouwen met kunststoffen"

MENS 25: "Recycleren moet je leren"

