

# De kansen van moderne biotechnologie voor AVEBE

## 1. Inleiding

Bij AVEBE staan de ontwikkelingen op het gebied van genetische modificatie van aardappelen niet stil. Hierbij een overzicht van de stand van zaken. Tevens heb ik in dit artikeltje enige keukenproefjes gegeven, niet om genetisch te modificeren, maar om zelf zetmeel beter te leren kennen.



*De eerste stappen van W.A. Scholten op weg naar commerciële winning van aardappelzetmeel in de 19<sup>de</sup> eeuw*

## 2. Wat betekent Zetmeel en Stärke

Wat betekent zetmeel? In het Nederlands zeggen we “zetmeel”, in het Duits “Stärke” en in het Engels “starch”. Vanwaar deze verschillende benamingen. Zetmeel betekent letterlijk dat het meel zich zet. Dit is voortgekomen uit de winning van zetmeel uit aardappelen. In de laatste stap van het zuiveren werd vroeger het meel en het fijne vuil over een schuin aflopende tafel geleid. Deze slemtafel is mogelijk links onder het bovenstaande plaatje te zien in één van zijn eerste vormen. Het meel zette zich en het vuile water stroomde er van af. Dit zeer schone zetmeel werd vroeger vervolgens handmatig met schoppen en kruiwagens van de slemtafels gehaald. Het mag duidelijk zijn dat dit intussen anders gebeurt.

In het Nederlands dus zetmeel naar de manier van winnen. In het Duits Stärke naar de toepassing van het sterken van garens in de textielindustrie. Garens zijn pluizig en de kans op breuk is groot tijdens het spinnen. Dit kan verbeterd worden door er zetmeel aan toe te voegen waardoor de garens gladder en versterkt worden.

## 3. Wat zit er in een aardappel?

De aardappel bestaat voornamelijk uit water. Verder zit er in ongeveer 17% zetmeel, 1-3% eiwitten en 1% vezels(celwanden). Het eiwit van de aardappel heeft een zeer goede voedingswaarde, vergelijkbaar met melkeiwit. Deze laatste is echter veel bekender als eiwitbron.

In de 19<sup>de</sup> eeuw waren er de aardappeleters. Door 5 kg aardappelen per dag te eten hadden ze twee van de drie essentiële componenten van een gezonde voeding reeds binnen. Met wat vet over de aardappel en wat vitamines van de aardappel konden ze aardig bestaan. Dat ging echter mis in Ierland toen er de ziekte phytophthora (fytoftora) uitbrak in de aardappelteelt. Misoogst en massale emigratie naar de USA was het gevolg.



Maar nog steeds geldt dat aardappelen een goede bron van koolhydraten en eiwitten zijn. Iets voor vegetariërs om te onthouden.

Wat is het verschil tussen consumptieaardappelen en zetmeelaardappelen. Zetmeelaardappelen worden met name geselecteerd op een hoog zetmeelgehalte en tegenwoordig ook op een hoog eiwitgehalte. Aardappelen, zoals vele natuurproducten, beschermen zich d.m.v. een natuurlijk gif, met een moeilijk woord: glycoalkaloïden (TGA). Voor consumptieaardappelen is dit gehalte aan een maximum gebonden, voor zetmeelaardappelen zijn hogere waarden toegestaan. In praktijk heeft ongeveer de helft van de zetmeelaardappelen een gelijk gehalte aan TGA t.o.v. consumptieaardappelen en de andere helft een hoger gehalte. De eerste zouden ook gegeten kunnen worden. Je hebt dan wel een zeer bloemige aardappel, die lekker veel jus op kan nemen! TGA zit voornamelijk in de schil en met name in groene aardappelen. Wat dit betreft is schillen aan te raden. Echter daardoor raak je de vitamine C wel weer kwijt.

#### 4. Zelf zetmeel maken op de keukentafel

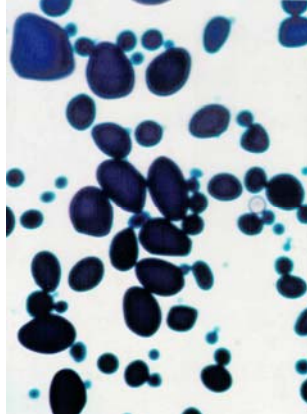


*Eén aardappel vermalen en water toevoegen. Na enige keren wassen. En tenslotte het witte aardappelzetmeel.*

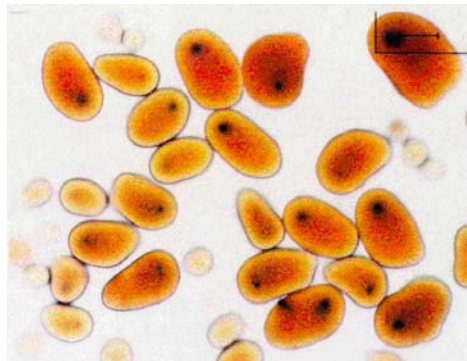
Wil je dit zelf eens in de keuken doen, dan moet je de zetmeelkorrels vrijmaken uit de cellen door een aardappel goed te vermalen. Met water goed mengen en vervolgens de brij rustig laten staan. Je ziet van boven naar beneden schuim en fijne vezels, het vruchtwater, de zware vezelfractie en tenslotte op de bodem het witte zetmeel. De bovenlaag er afgieten (decanteren) en vers water toevoegen en ongeveer 15 minuten laten staan. Dit enige keren herhalen. Tenslotte in de oven bij maximaal 50 °C drogen. Dit zetmeel kan je tenslotte in enig water verwarmen boven de 50 °C en je zal de verdikkingseigenschappen ontdekken. Succes!

## 5. Zetmeel analyse

*Vergroting zetmeelkorrels. De grootte van de korrel is ongeveer 0,04 mm*



*Zetmeel met 20% amylose  
(blauw kleuring met jodium)*



*Zuiver amylopectine zetmeel  
(rood kleuring met jodium)*

Zetmeel is eenvoudig aan te tonen m.b.v. jodium. Dit geeft een karakteristieke blauw kleuring. Deze wordt veroorzaakt door het amylose zetmeel. Doe je dezelfde proef met alleen amylopectine zetmeel dan krijg je een rood kleuring i.p.v. blauwkleuring. Het verschil tussen amylose zetmeel en amylopectine zetmeel wordt verderop uitgelegd. Dit is een eenvoudige test om na te gaan of je met traditionele aardappelen te maken hebt of met amylopectine aardappelen. Deze kleurreactie is al waar te nemen door een aardappel door te snijden. Overigens is de amylopectine zetmeel van maïs al veel langer bekend onder de naam waxy maïs zetmeel.

## 6. Zetmeel etikettering

Additieven hebben op het etiket een E-nummer. Echter omdat zetmeel nauwelijks veranderd is door de chemische modificaties, zijn zetmeeladditieven uitgezonderd van de verplichte tot etikettering met E-nummers. Je komt op het etiket alleen “(gemodificeerd) zetmeel” tegen al of niet met vermelding van de bron, aardappel, maïs, tarwe, tapioca of rijst.

Pas op: chemische modificatie is iets anders dan genetische modificatie. Chemische modificatie kan alleen met een stof, zetmeel in dit geval. Genetische modificatie van zetmeel kan dus nooit. Genetische modificatie kan alleen met een organisme, een aardappel in dit geval. Producten van genetisch gemodificeerde planten zullen altijd als zodanig geëtiketteerd moeten worden. M.a.w. gemodificeerde zetmelen zijn traditionele zetmelen die al ongeveer 50 jaar op de markt zijn.

## 7. Proeven met genetisch gemodificeerde aardappelen

### Genetische modificatie

Ik heb geprobeerd hier zo eenvoudig mogelijk te beginnen. Voor geïnteresseerden is in de bijlage een apart stukje met meer details. Genetische modificatie is iets wat bij elke voortplanting plaatsvindt. Het genetische materiaal, DNA, van plant, dier of mens wordt daarbij niet alleen overgebracht op de nakomelingen, maar daarbij vindt met name vermenging plaats van het genetische materiaal. Onze kennis van DNA is nu zodanig dat we ook op laboratoriumschaal deze veranderingen kunnen aanbrengen. Er zijn twee verschillen, nl. in de natuur vinden meestal vele veranderingen plaats, terwijl op laboratoriumschaal meestal slechts één of enkele veranderingen worden aangebracht. In de natuur kan alleen menging van DNA plaatsvinden tussen de ouderparen met daarbij spontane mutaties, terwijl op laboratoriumschaal er meer mogelijkheden zijn. Tegenstanders gebruiken vaak dit laatste als tegenargument.

### Traditioneel kweken van aardappelen

Aardappelen voor consumptie en de zetmeelaardappelen worden vegetatief vermeerderd. D.w.z. je stopt een knol in de grond en aan het eind van het seizoen haal je er weer 10 nieuwe knollen uit. Dit is een asexuele vermeerdering. Het kweken van nieuwe aardappelen gaat echter anders. Dit gaat via seksuele vermeerdering. De aardappelplant wordt gepoot en een keer geworteld wordt de groei van het groene gedeelte van de plant bevorderd en de knolvermeerdering afgeremd door de knol bloot te leggen. Dat resulteert dan in een enorme groei van de plant tot wel 2 meter hoog, vergelijkbaar met tomatenplanten.



*Traditionele kruisingen van aardappelplanten in Averis Seeds, het kweekbedrijf van AVEBE. Te zien is dat de bloemen die reeds handmatig bevrucht zijn voor verdere bevruchting beschermd zijn.*

Nu wordt handmatig één voor één stuifmeel van de ene bloem op de ander overgebracht en ingekapseld, zodat verdere bevruchting niet kan plaatsvinden. Per jaar worden er ongeveer 100.000 kruisingen uitgevoerd. De bessen die daaruit voortkomen worden een volgend seizoen geplant en op traditionele, asexuele wijze, vermeerderd. Dit herhaalt zich een aantal jaren en telkens worden slechte exemplaren verwijderd. Na ongeveer 6-10 jaar heb je dan één nieuw ras.

Zoals misschien nog bekend van de middelbare school, is de ene eigenschap veel gemakkelijker te verkrijgen dan de andere. Dit houdt in dat je bovenstaande soms vaak moet herhalen om het gewenste resultaat te verkrijgen. Het is duidelijk dat we dan eerder over decennia dan over jaren praten.

#### **Verskil tussen traditioneel kweken en genetische modificatie**

Het grote probleem van traditioneel kweken is dat de vermenging van DNA materiaal willekeurig is en niet te voorspellen. Je kan alleen het resultaat, na jaren, beoordelen. Dit in tegenstelling tot genetische modificatie, waarbij direct het gewenste DNA materiaal ingebracht kan worden. In principe heb je daar slechts één jaar voor nodig. In praktijk, al dan niet door regelgeving bepaald, wordt dat ook al gauw 4-6 jaar, maar dan wel direct met de gewenste eigenschap. Al met al een hele tijdswinst.

Om een voorbeeld te geven. De amylopectine aardappel, zie verderop, is door AVEBE ontwikkeld op beide manieren zowel door traditioneel kweken als d.m.v. genetische modificatie. Het traditioneel kweken duurt nu ongeveer al 15 jaar en er is nu een aardappel beschikbaar die nog lang niet alle ziekteresistentie op een aanvaardbaar niveau heeft. Deze aardappel kan daarom alleen in Duitsland, waar de ziektedruk lager is, verwerkt worden. Het zal nog zeker 10 jaar duren voor het een commercieel vergelijkbaar product is hier in Nederland. Intussen lukte het AVEBE m.b.v. genetische modificatie in pakweg 6 jaar een goed ras te verkrijgen. Dat de regelgeving roet in het eten gooide staat hier geheel los van.

### **Wat is het doel van de modificatie**

Eén van de grootste problemen voor elke plant is de ziekteresistentie. Des te beter deze is, des te minder zal je de ziektes behoeven te bestrijden. Dit is een probleem dat al bekend is zolang de mens leeft. Het mag duidelijk zijn dat AVEBE hier ook grote aandacht aan besteedt. Echter dat blijkt geen eenvoudige zaak. Kort gezegd komt het er op neer dat er geen eenvoudige genetische modificatie is die toereikend is om het gewenste effect te bereiken. Echter naast ziekteresistentie kan je ook aan verandering van andere eigenschappen denken, zoals bv. verandering van de inhoudstoffen van de aardappel. Behalve water bestaat de aardappel voor 80% uit zetmeel. AVEBE wint dit zetmeel en maakt daar producten van voor de markt. Dit zetmeel bestaat uit twee componenten en door modificatie is het mogelijk aardappelplanten te maken die slechts één van deze zetmeelcomponenten maken. Dit zetmeel heeft andere c.q. betere eigenschappen. Dat geeft na 100 jaar traditionele zetmeelfabricage potentieel enorme nieuwe mogelijkheden. Iets waar elke industrie die mee wil in de tijd naar op zoek is.

### **Wat is zetmeel en wat zijn de toepassingen**

Zetmeel, in Duits Stärke, wordt oa. gebruikt voor het sterken van garens ter verbetering van het spinproces in de textielindustrie. Daarnaast wordt zetmeel ook gebruikt in de textielindustrie voor het bedrukken van het textiel, als drager van keurpigmenten.

Een andere grote technische toepassing is in de papierindustrie. Papier wordt van cellulosevezels gemaakt, die door vermaling van hout worden verkregen. Deze vezels moeten weer aan elkaar geplakt worden. Hiervoor kan oa. zetmeel gebruikt worden. Maar papier moet ook bepaalde oppervlakte eigenschappen hebben, voor een goede bedrukking en de oppervlakte moet een bepaald uiterlijk hebben. Hiervoor wordt ook zetmeel gebruikt. De derde grote toepassing is in de voeding. Aardappelzetmeel op zich, als verdikkingsmiddel, is nauwelijks te koop en kent nauwelijks toepassingen in de keuken. Echter in vele voedingsmiddelen zitten zetmelen als verdikkingsmiddelen, geleermiddelen, stabilisatoren, emulgatoren enz. Kijk maar op het etiket van vla, soep, snoep, enz, enz, te veel om op te noemen.

### **Verschillende zetmelen**

Maar zoals gezegd bestaat zetmeel uit twee componenten, nl voor 80% uit amylopectine zetmeel en 20% amylose zetmeel. Zonder in detail te treden, zijn amylose moleculen relatief (zeer) klein t.o.v. amylopectine moleculen. Deze amylose moleculen kunnen zich gemakkelijk heroriënteren in de tijd. D.w.z. dat als je een vla lekker wilt aandikken met gewoon zetmeel, door de heroriëntatie van dit aanwezige amylose de vla na verloop van tijd toch weer dun wordt. Het mag duidelijk zijn dat dit ongewenst is. De traditionele manier om dit op te lossen is het zetmeel in geringe mate te voorzien van chemische groepen. Deze chemische modificatie, of derivatisering, resulteert in de bekende zetmeel additieven.

M.a.w. het amylose zetmeel gooit roet in het eten. De genetische modificatie geeft nu de mogelijkheid aardappelen te maken met alleen amylopectine zetmeel, dus zonder het minder gewenste amylose. De verwachting is dat amylopectine zetmeel in verschillende toepassingen dan veel minder chemisch gemodificeerd behoeft te worden of in het geheel niet meer. In de praktijk is dat reeds aangetoond m.b.v. een levens cyclus analyse, waarin alle kosten en baten in de keten van boer tot consument worden meegenomen. Deze analyse geeft een positief resultaat voor deze vorm van genetische modificatie!

### **De toegepaste genetische modificatie**

Het gaat er om dat de aardappelplant *geen* amylose meer aanmaakt. Dit in tegenstelling tot de meeste genetische modificaties die juist iets nieuws willen introduceren. Het stukje DNA dat verantwoordelijk is voor de vorming van het amylose is bekend. Door dit stukje DNA nu te blokkeren wordt er geen amylose meer aangemaakt. Het resultaat is een aardappel met alleen amylopectine zetmeel. Zo eenvoudig is dat. Voor details, zie bijlage.



*Meerder stengselstukjes van de aardappelplant klaar voor genetische modificatie in een petrieschaaltje met doorsnede van ongeveer 10 cm*

Er is één probleem. Als je de genetische modificatie toepast op een stengelstukje van de aardappelplant, dan wil je weten of de modificatie gelukt is of niet. Daar zijn verschillende technieken voor. De meest bekende is dat er een stukje DNA extra meegenomen wordt in de genetische modificatie, dat de (aardappel)plant ongevoelig maakt voor antibiotica. Dus je voegt na de genetische modificatie aan alle stengelstukjes het gewenste antibiotica toe en alleen de gemodificeerde planten overleven het, de niet gemodificeerden overleven het niet. Deze antibioticaresistentie blijft altijd aanwezig in de plant, maar heeft verder geen functie meer. Het mag duidelijk zijn dat dit veel, langdurige en soms rumoerige discussie heeft opgeleverd. Het lijkt er op dat op dit moment er een tweetal antibiotica resistentie genen zijn toegelaten. Deze worden nauwelijks of niet in de humane en/of diergeneeskunde gebruikt. AVEBE heeft deze techniek in de eerste generatie amylopectine aardappelen gebruikt, met alle problemen van dien, zie verder op, maar nu verlaten.

Een andere methode is er door elk genetisch gemodificeerd stengelstukje apart te analyseren op de aanwezigheid van het gewenste DNA. Voor deze modificatie bleek dit mogelijk en moesten 10.000 plantenstengels getest worden om tenslotte 100 goede klonen over te houden. Dit is wel veel arbeidsintensiever en kost één extra manjaar. Het resultaat is er dan ook naar: Een genetische modificatie, zonder vreemd materiaal en een aardappel die alleen een stof minder aanmaakt zonder antibiotica resistentie. Dit is de eenvoudigste vorm van genetische modificatie die je kan bedenken. AVEBE heeft die toegepast op de planten die in de huidige veldproeven staan.

### **Regelgeving**

Genetische modificatie is een relatief nieuwe techniek, ongeveer 40 jaar oud. Het is goed dat de introductie van een dergelijke techniek begeleid wordt. Zo moeten er goede toetsingscriteria zijn voor risico's waarbij het gebruik van een nieuwe techniek acceptabel is. De overheid vervult in deze zaken vaak een centrale rol met het gevolg dat er regelgeving is gekomen voor toelating van genetisch gemodificeerde producten. Om een markttoelating te verkrijgen zullen er eerst gecontroleerde veldproeven gedaan moeten worden, waar meestal het nieuwe genetische gemodificeerde ras vergeleken wordt met het traditionele ouder-ras. Deze procedure kost ongeveer 6 jaar.

Rondom 1993 is AVEBE begonnen met de veldproeven van genetisch gemodificeerde amylopectine aardappelen, waarin ook een antibiotica resistentie was ingebouwd. Alle goede resultaten ten spijt staken er in 1999 zowel politieke als regelgevingstechnische problemen op. Het praktische probleem was dat de bestaande vergunning niet verlengd werd door het ministerie van VROM (o.a. milieu) en in 2000 moesten alle genetisch gemodificeerde aardappelen vernietigd worden. Dit resulteerde in een juridische zaak tot aan de Raad van State, waarbij AVEBE op alle punten in het gelijk is gesteld. De Raad van State stelde dat in 1999 er voldoende gegevens bekend waren en dat de vergunning verlengd had moeten worden. Uiteindelijk heeft het ministerie van VROM aan AVEBE de kosten van de geleden schade van €1 miljoen vergoed.

### **Nieuwste ontwikkelingen**

Een leuke som geld, maar daarmee heb je niet de gewenste amylopectine aardappelen en de gewenste potentiële vernieuwingen. Daarom heeft AVEBE een nieuwe generatie amylopectine aardappelen gemaakt, echter nu zonder het gebruik van de antibiotica resistentie. Deze worden nu gebruikt in de huidige veldproeven.

Maar ook dit keer gaat dat niet zonder problemen. Elk jaar wordt er een nieuwe vergunning aangevraagd en elk jaar gaan tegenstanders daarin tegen beroep. De ene keer krijgt het ministerie van VROM, die de vergunning verleent, gelijk, de andere keer de tegenstanders. Dit zal zo wel door blijven gaan, met alle mogelijke vervelende gevolgen van dien.

Deze tegenstanders zijn meestal bekende organisaties. Maar het wordt geheel anders als onbekenden veldproeven gaan vernielen. Daar valt niet tegen te beveiligen. Dit is heel vervelend voor AVEBE, maar het trieste is dat juist de boer, die de veldproef op zijn bedrijf heeft, wordt getroffen in zijn persoonlijke levenssfeer. Het enige dat je kan doen is risico's spreiden en hopen dat tegenstanders zich kenbaar maken en discussie mogelijk wordt.

In de EU is er een moratorium geweest voor de markttoelating van genetisch gemodificeerde producten voor de voeding (niet in de medische en farmaceutische sector). Het lijkt er op dat de EU niet verder achterop wil komen in deze biotechnologie ontwikkelingen t.o.v. andere grote landen. Een aantal toelatingen door de EU commissie staat er nu aan te komen.

### **Acceptatie**

Risico's zijn er overal in het leven. Of andersom, zonder risico geen leven. Het gaat er om dat de risico's acceptabel zijn. Risico nul bestaat niet, hoewel tegenstanders van een technologie daar vaak handig op inspelen, veelal door angstgevoelens op te roepen, immers we zouden graag allemaal nul risico's hebben!

De acceptatie van een nieuwe technologie begint vaak bij wetenschappers, gevolgd door de overheid en uiteindelijk door de consument. Voorlichting is een belangrijke zaak. Het probleem van de industrie in Nederland en de EU is dat hun geloofwaardigheid over het algemeen klein is. De houding tegenover de industrie

in de USA is geheel anders. Daar geldt wat goed is voor de industrie is goed voor mij, immers dat geeft werk, geld en eten.

Je kan hier eindeloos over discussiëren, maar ik wil me beperken tot de constatering dat de genetische modificatie bij planten, dieren en voor voeding in een negatief daglicht is komen te staan, dit in tegenstelling tot farmaceutische en medische toepassingen. Echter risico's zijn er overal. Wel is het zo dat je steeds meer geluiden hoort dat genetische modificatie van voedingsmiddelen geen veiligheidsissue meer is. Voor milieutoepassingen is dat in mindere mate het geval.

Als je de consument vraagt wat hij vindt van genetische modificaties dan krijg je in het algemeen een ander antwoord dan wat hij in praktijk doet! Wees eerlijk, hoe vaak kijk je op de verpakking van voedingsmiddelen of die af al of niet gemaakt zijn met genetische modificatie? De producten zijn er! We letten primair op de prijs en op de tweede plaats de houdbaarheidsdatum en op de rest letten we nauwelijks of niet. De keuze vrijheid is intussen gegarandeerd door wettelijke etiketteringseisen, overigens in een gedrocht van een regelgeving. De volgende stap is dat we deze innovatieve technologie een kans zouden moeten geven en proberen een achterstand die we opgelopen hebben weer in te halen, dat alles natuurlijk onder de paraplu van goede regelgeving.

AVEBE hoopt binnen een aantal jaren de producten van deze genetisch gemodificeerde amylopectine aardappelen in technische toepassingen te gaan gebruiken en niet in voeding en diervoeders.

### **Eigenschappen van amylopectine zetmeel**

Tot slot nog even alle punten op een rijtje:

- Geeft een substantieel milieuvoordeel door minder gebruik van chemicaliën
- Bevat geen merkergeren (antibiotica gen)
- Bevat geen aardappelvreemde genen
- Nog de aardappelen noch de producten daarvan zullen worden gebruikt voor voeding of diervoeders
- De aardappelen zijn zodanig ingeperkt dat geen spontane verspreiding in het milieu zal optreden
- De kans op uitkruisen is minimaal

## **8. Verantwoording**

In alle stukken heb ik zo veel mogelijk feitelijke zaken weergegeven. Over vele zaken zijn discussies te voeren, zowel op wetenschappelijk gebied, veiligheid, maar ook met name de acceptatie. Immers de eerste twee zaken zijn vaak nog zakelijk te behandelen, maar bij acceptatie komen naast informatie zeker ook morele, ethische, gevoelsmatige en sociaal economische zaken aan de orde. Interessante en belangrijke zaken

Ter Apelkanaal, Maart 2005

Jan Lichtenbelt

## **9. Referentie**

Zie: [www.avebe.com](http://www.avebe.com) en klik op Innovation en biotechnology. Verder is de Inleiding in de zetmeelchemie en zetmeeltechnologie van Bert Franken een aanrader. Deze is te vinden op [www.avebe.com](http://www.avebe.com) klik vervolgens op AGRO, zetmeelteelt en verwerkingsproces.

## **Bijlage: Genetische modificatie meer in detail**

Genetische modificatie kan op meerdere manieren gebeuren. Eén daarvan is letterlijk schieten met gewenste stukjes DNA op de genen die je wilt modificeren. De andere methode, door AVEBE gebruikt, is eerst het gewenste DNA in een bacterie inbouwen en vervolgens overbrengen in het planten-DNA. Waarom zo?

Het is bekend dat, in tegenstelling tot planten, bacteriën (zeer) gemakkelijk DNA uitwisselen, zowel onderling als naar plant en dier. Voor genetische modificatie wordt gebruik gemaakt van een bacterie, waarvan bekend is dat deze geen ziektes opwekt bij plant en dier. Het gewenste DNA materiaal wordt in de bacterie ingebracht (gewoon voeren als voedsel met als resultaat dat hij dit DNA opneemt!).

Van een aardappelras worden vele stukjes stengel van ongeveer 1 cm (doorsnede enkele mm's) gesneden. Elk stengelstukje bevat het aardappel-DNA. De bacteriën worden hierop los gelaten en er is een kans dat dit nieuwe stukje DNA in het aardappel-DNA wordt ingebouwd (knippen en plakken). M.b.v. analysemethoden is het mogelijk na te gaan of het DNA er in is gekomen of niet. Wat van te voren niet bekend is, is waar het DNA terecht zal komen. Mogelijk is dat het terecht komt op een stukje DNA wat voor belangrijke functies van de plant codeert. Je kan dan ongewenste neven effecten verwachten. Immers, al zouden we de gehele DNA volgorde van de plant kennen, dan zijn lang nog niet alle functies van alle stukjes DNA bekend. Dit geldt voor plant, dier en mens! M.a.w. je moet naast de DNA-analyse altijd praktijk proeven doen om na te gaan of alleen

het gewenste effect is bereikt of dat er nog neveneffecten zijn opgetreden. Dit is een belangrijk onderdeel van de risicoanalyse.

De genetisch gemodificeerde plantenstengels laat men verder groeien tot er in de oksel van deze planten mini-aardappelknollen ontstaan. Deze zijn ongeveer 1 cm in diameter en worden verder op identieke wijze als gewone knollen vegetatief vermeerderd. Dit gebeurt eerst in de kas, waar verminderde ziekte druk is, en later op het veld en dit alles pas na wettelijke goedkeuring.

Een organisme gebruikt DNA om daarvan de informatie af te lezen om eiwitten te maken voor de verdere biosynthese. Niet alleen eiwitten, maar ook enzymen. Eigenlijk zijn dat ook eiwitten, maar het bijzondere van enzymen is dat deze specifieke bioreacties in zeer grote mate versnellen (katalyseren) en dat reeds in kleine hoeveelheden. In dit geval is het stukje DNA bekend dat verantwoordelijk is voor de aanmaking van het enzym, Korrelgebonden Zetmeelsynthase KGZ, dat op zich weer verantwoordelijk is voor de vorming van amylose zetmeel in de plant. Blokkering van dit stukje DNA, blokkeert de vorming van het betreffende KGZ-enzym en het resultaat zal zijn dat er geen amylose meer aangemaakt zal worden.

Dit is een eenvoudig voorbeeld. Andersom blokkering van de vorming van amylopectine zetmeel is niet te bereiken door slechts één stukje DNA te blokkeren. Daar komt klaarblijkelijk meer bij kijken. Zo ook bij de ziekteresistenties zoals b.v. de resistentie tegen de bekende schimmelziekte phytophthora bij aardappelen. Ook hier is resistentie een erg complexe zaak. Daarbij komt dat de schimmels die phytophthora veroorzaken zich kunnen aanpassen aan de omgeving en aan de resistentie die in de aardappel zit. Er zal nog wel enig onderzoek nodig zijn om dit goed op te lossen.

Hoe blokker je een eigenschap. Dat is eenvoudig als je een enkel stukje DNA kent dat verantwoordelijk is voor de betreffende eigenschap. Neem datzelfde stukje DNA in omgekeerde volgorde (anti-sense) en plaats het in het oorspronkelijke gen. Dit wordt inverted repeat genoemd en hoewel het mechanisme niet geheel bekend is, is het resultaat dat het stukje DNA niet meer gebruikt kan worden om gekopieerd te worden t.b.v. de vorming van eiwitten(enzymen).

Zoals gezegd kan een bacterie gemakkelijk zijn DNA overdragen op een plant. Echter andersom gebeurt dat niet. Een wetenschapper zegt, dat overdracht van DNA van plant naar bacterie, dier en mens hoogst waarschijnlijk niet plaatsvindt. M.a.w. een ingebrachte eigenschap in de plant, zoals b.v. een antibiotica resistentie zal niet op mensen of dieren over kunnen gaan. Voeg daarbij dat antibioticaresistentie eigenschappen die specifiek in planten werken dat niet in dieren zullen doen en andersom. M.a.w. al zou deze antibioticaresistentie overgedragen worden op de mens dan nog zal deze eigenschap niet tot expressie komen in de mens. Het gehele antibiotica verhaal is dus zeer theoretisch en daarom is de tendens om antibioticaresistentie genen als merker genen in planten toe te laten, weliswaar nog met de restrictie dat de van toepassingen zijnde antibiotica niet van belang mogen zijn voor mensen en dieren. Kanamycine is daarvan een voorbeeld.

De hier beschreven manier van vermenigvuldigen is ook een aseksuele vermenigvuldiging. Nl. door een organisme in stukjes te snijden kan je weer nieuwe organismen kweken. Immers in elke cel zit genetisch materiaal waarop alle genetische informatie aanwezig is. Echter er is altijd een maar. Ondanks de aanwezigheid van alle genetische informatie lukt het niet het oorspronkelijke organisme met al zijn verscheidenheid aan cellen, terug te krijgen. Er zullen altijd mutaties optreden! We noemen dit somaklonale variaties. In de medische wereld worden daarom het liefst stamcellen gebruikt, waar de kans van goede celvorming het grootst is, maar de kans op mutaties blijft wel degelijk aanwezig. Je kat invriezen en hopen dat er eenzelfde exemplaar uit gekweekt kan worden heeft dan ook weinig zin. Veranderingen zijn altijd te verwachten en je gaat niet 10.000 klonen maken en 9.999 weggooien tot je de ene goede over hebt.

Bij planten ligt dat minder kritisch, maar een feit is dat de aardappelplantenstengels tot gewone aardappelplanten kunnen uitgroeien, daar veranderingen te verwachten zijn. Dit heeft niets met genetische modificaties te maken. Somaklonale variaties worden wel gebruikt in de bloembollen teelt om nieuwe rassen te krijgen met nieuwe eigenschappen.

Het probleem is dat bij genetische modificatie er naast de gewenste modificatie ook bovenbeschreven mutaties kunnen optreden. De vraag is waar een waargenomen verandering nu vandaan komt? Maar belangrijker is de vraag of de veranderingen acceptabel zijn? Daar is een uitgebreid onderzoeksprogramma voor nodig. Biotechnologie blijft een interessant gebied met vele mogelijkheden. We zitten er al midden in. Geneesmiddelen op basis van biotechnologie zijn er al genoeg. Medische toepassingen zijn er al en zullen alleen maar toenemen. Uw oplichtende gloeivisje is er al in Amerika en zal hier ongetwijfeld, ondanks veel tegenstand, ook komen. Gek genoeg blijven we ons verzetten op één gebied, n.l. tegen genetisch gemodificeerde voedingsmiddelen. Vanwaar deze verschillende waardeningen voor een technologie waarvan we volop nu en in de toekomst gebruik zullen maken?